centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS DEL CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

La Facultad de Ingeniería, por conducto del Centro de Educación Continua, otorga constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso. Las personas que deseen que aparezca su título profesional precediendo a su nombre en el diploma, deberán entregar copia del mismo o de su cédula profesional a más tardar el Segundo Día de Clases, en las oficinas del Centro, con la Señorita Barraza, de lo contrario no será posible.

El control de asistencia se efectuará a través de la persona encargada de entregar notas, en la mesa de entrega de material, mediante listas especiales. Las ausencias serán computadas por las autoridades del Centro.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece el Centro están planeados para que los profesores expongan una tésis, pero sobre todo para que coordinen las opiniones de todos los interesados constituyendo verdaderos seminarios.

Al finalizar el curso se hará una evaluación del mismo a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos por parte de los asistentes. Las personas comisionadas por alguna institución deberán pasar a inscribirse en las oficinas del Centro en la misma forma que los demás asistentes.

Con objeto de mejorar los servicios que el Centro de Educación Continua ofrece, es importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción con los datos que se les solicitan al iniciarse el curso.

ATENTAMENTE

ING. SALVADOR MEDINA RIVERO
COORDINADOR DE CURSOS.

Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F.
Teléfonos: 521-30-95 y 513-27-95

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES
CENTRO DE EDUCACION CONTINUA
DIRECTORIO GENERAL

REGISTRO DE ASISTENTES Y PROFESORES.

NOMBRE DEL CURSO: _____ FOLIO [ ][ ][ ][ ][ ] (1–5) CLAVE ASOC. [ ][ ] (6 7)

[ ][ ][ ][ ][ ] (8–13) [ ] (14–41)
NOMBRE(S) APELLIDO PATERNO APELLIDO MATERNO

REG. FED. CAUS. [ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ] (42–51) CED. PROF. [ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ] (52–58)

TEL. PARTICULAR [ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ] (59–65) TEL. OFICINA [ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ] (66–72) EXTENSION [ ][ ][ ][ ] (73–76)

MARQUE CON UNA CRUZ

ASISTENTE [ ] PROFESOR [ ] [ ] (77) [1] (80)

[ ] (8–41)
DOMICILIO PARTICULAR (CALLE. NUMERO Y No. INTERIOR)

[ ] (42–71) Z.P. [ ][ ] (72 73)
COLONIA

_____ [ ][ ] (74 75)
ESTADO

_____ [ ][ ] (76 77) _____ [ ][ ] (78 79) [2] (80)
TITULO PROFESIONAL ESPECIALIDAD

[ ] (8–41)
DOMICILIO DE OFICINA (CALLE, NUMERO Y No. INTERIOR)

[ ] (42–71) Z.P. [ ][ ] (72 73)
COLONIA

_____ [ ][ ] (74 75) [3] (80)
ESTADO

ASOCIACIONES A LAS QUE PERTENECE.

_____ [ ][ ] _____ [ ][ ]

_____ [ ][ ] _____ [ ][ ]

FCEC-01

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS (del 27 de junio al 2 de julio de 1977)

FECHA	DURACION	TEMA	PROFESOR
Junio 27	9:00 a 9:30 a.m.	0. INTRODUCCION	ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA
	9:30 a 13 h	I. PLANEACION	ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA
	13 a 14 h	COMIDA	
	14 a 16:30 h	II. TRACTORES	ING. JORGE CABEZUT BOO
	16:30 a 16:40	DESCANSO	
	16:40 a 18 h	III. CARGADORES	ING. CARLOS M. CHAVARRI MALDONADO
Junio 28	9:00 a 10:10 a.m.	IV. RETROEXCAVADORAS	ING. CARLOS M. CHAVARRI MALDONADO
	10:10 a 10:20 a.m.	DESCANSO	
	10:20 a 13 h	V. MOTOESCREPAS	ING. JULIO CESAR ACEVES
	13 a 14 h	COMIDA	
	14 a 15:10 h	VI. OTROS EQUIPOS	ING. CARLOS M. CHAVARRI MALDONADO
	15:10 a 15:20 h	DESCANSO	
	15:20 a 16:30 h	VII. TALLER	ING. EMILIO GIL VALDIVIA
	16:30 a 16:40 h	DESCANSO	
	16:40 a 18:00 h	TALLER	ING. FELIPE LOO GOMEZ

'edcs.

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

Fecha	Duración	Tema	Profesor
Junio 29	9:00 a 11:30 a.m.	VIII. EQUIPO DE COMPACTACION	ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO
	11:40 a 13 h	IX. EXPLOTACION DE ROCAS	ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO
	14 a 15:10 h	EXPLOTACION DE ROCAS	ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO
	15:10 a 15:20	DESCANSO	
	15:20 a 18 h	X. TECNICAS DE PRODUCCION DE AGREGADOS	ING. PEDRO LUIS BENITEZ ESPARZA
Junio 30	9 a 10:10 a.m.		
	10:10 a 10:20	DESCANSO	
	10:20 a 11:30 a.m.	XI. TALLER	ING. PEDRO LUIS BENITEZ ESPARZA
	11:30 a 11:40 a.m.	DESCANSO	
	11:40 a 13 h	XII. CUIDADO DEL EQUIPO DE TERRACERIAS	ING. SALVADOR ARRIETA MILAN
	13 a 14 h	COMIDA	
	14 a 15:10	CUIDADO DEL EQUIPO DE TERRACERIAS	ING. SALVADOR ARRIETA MILAN
	15:20 a 18 h	XIII. REMPLAZO DE EQUIPO	ING. CARLOS DE LA MORA NAVARRETE
Julio 1°	9 a 10:10 a.m.	XIV. TALLER	ING. JORGE H. DE ALBA CASTAÑEDA
	10:10 a 10:30 a.m.	DESCANSO	
	10:30 a 13 h	XV. METODOS DE SELECCION DE QUIPO	ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA
	13 a 14 h	COMIDA	

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

FECHA	DURACION		TEMA	PROFESOR
Julio 1°	14 a 15:10 h		METODOS DE SELECCION DE EQUIPO	ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA
	15:10 a 15:20 h		DESCANSO	
	15:20 a 16:30 h		METODOS DE SELECCION DE EQUIPO	ING. JOSE PIÑA GARZA
	16:30 a 16:40 h		DESCANSO	
	16:40 a 18 h	XVI.	TALLER	ING. JORGE H. DE ALBA CASTAÑEDA
Julio 2	9 a 11:30 a.m.	XVII.	CONTROL	ING. JOSE CARREÑO ROMANI
	11:30 a 13 h	XVIII.	CONTROL	ING. JOSE CASTRO ORVAÑANOS
	13 a 13:10 h		DESCANSO	
	13:10 a 14 h	XIX.	TALLER	ING. JOSE CARREÑO ROMANI

'edcs. 16,VI.77.

PROFESORES DEL CURSO MOVIMIENTO DE TIERRAS

EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

ING. JOSE CARREÑO ROMANI
Gerente de Construcción
Dante # 26 Bis 2º Piso
Col. Anzures
México 5, D. F.
Tel. 533.30.80

ING. JOSE CASTRO ORVAÑANOS
Profesor de Tiempo Completo
Universidad Autonoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco S/N
México 16, D. F.
Tel. 561.37.33 ext. 274 ó 205

ING. CARLOS MANUEL CHAVARRI MALDONADO
Jefe de la Sección de Prácticas de Desarrollo Regional
y Servicio Social
Facultad de Ingeniería, UNAM
Tel. 548.96.69

ING. JORGE H. DE ALBA CASTAÑEDA
Auxiliar Técnico de la Vicepresidencia
ICA INTERNACIONAL
Minería # 145,
Col. Escandón
México 18, D. F.
Tel. 516.04.60 ext. 320

ING. CARLOS DE LA MORA NAVARRETE

ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA
Vicepresidente del Grupo ICA de la División Operación
Minería # 145, Edificio Central, 3er. Piso
México 18, D. F.
Tel. 516.04.60 ext. 320

PROFESORES DEL CURSO MOVIMIENTO DE TIERRAS

EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO
Gerente de Ingeniería
Sag Mac de México, S. A.
Nueva York No. 310 - 7
México 18, D. F.
Tel: 523.90.20

ING. SALVADOR ARRIETA MILAN
Gerente General
Equipos Nacionales, S. A'
Camino San Mateo Ixtacalco # 400
Cuatitlan, Edo. de Méx.
Tel. 2.11.81

ING. JULIO CESAR ACEVES
Gerente de ICA
Minería # 145
Col. Escandón
México 18, D. F.
Tel. 516.04.60

ING. PEDRO LUIS BENITEZ ESPARZA
Jefe de Ingeniería de Ventas
COMPACTO, división Maquinaria de Industria del Hierro, S.A.
Minería # 145 Edif. "A" 3er. Piso
Col. Escandón
México 18, D. F.
Tel. 515.82.67

ING. JORGE CABEZUT BOO
Gerente de Construcción
Comisión Federal de Electricidad
Rodano # 14
México 5, D. F.
Tel. 553.67.25

PROFESORES DEL CURSO MOVIMIENTO DE TIERRAS

EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

ING. EMILIO GIL VALDIVIA
Jefe del Departamento de Obras
Dirección General de Aeropuertos SOP
Xola # 1755 3° Piso
México 12, D. F.
Tel. 519.86.29

ING. FELIPE LOO GOMEZ

ING. JOSE PIÑA GARZA
Gerente de Planeación
ICATEC S. A.
González de Cosio # 24
Col. del Valle
México 12, D. F.
Tel. 536.56.14

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

TEMA I PLANEACION

ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA

JUNIO-JULIO, 1977

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tel: 521-40-20

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.

La construcción puede definirse como 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 el proceso típico industrial es repetitivo.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

Entre estos procesos es muy común encontrar el movimiento de tierras, que puede ser parte del proceso total o todo el proceso. Consiste 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

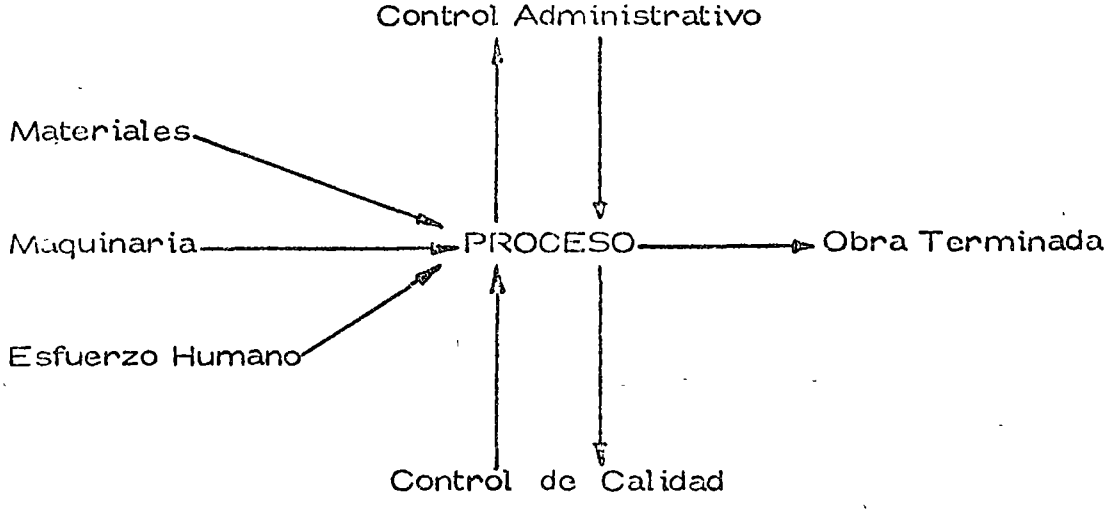
Podemos pues presentar la construcción (válido para el movimiento de tierras) como uno o varios procesos de transformación con una entrada, los recursos y una salida, la obra terminada.

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 que nuestro esfuerzo nos vaya llevando a la obra terminada tal como lo concebimos. Es fácil comprender que no conviene esperar al fin de la obra para revisar si ésta coincide con la diseñada, y si nuestro 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 del 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 estándares tomados de la planeación; en realidad constituyen en sí 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.



LA PLANEACION

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. 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 presentación en forma programada.

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.

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 _____ _____ empresarial.

política

1. CONCEPTO DE LA PLANEACION

LA PLANEACION

Visto como una función, 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.

Discutiremos la función de la planeación y el papel que el proceso de la toma de decisiones tiene en ésta función.

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).

decisiones

3 Sea que estén o no escritas, las políticas sirven como una guía amplia y general para la toma de _____ en una organización.

nivel

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.

superior

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) _____

básica

6 Una política de mercado para un producto por cada uno de los productos ofrecidos por un competidor e importancia es un ejemplo de una política _____.

medio

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)

general

8 Una política acerca de que los agentes de compras deben trabajar con contratistas locales, donde sea posible, es un ejemplo de una política _____.

de primera línea

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)

departamental

10 La política de que los empleados deben avisar si van a faltar por enfermedad es una política _____.

básicas
generales
departamentales

11 En resumen, existen tres tipos de políticas basados en el fin y en el nivel administrativo afectado. Estas son las políticas _____, _____, y _____ _____.

medios de primera línea superior

12 Las políticas generales se relacionan, primariamente, con las actividades de los administradores _____, y las políticas departamentales conciernen más a los administradores _____ y las políticas básicas afectan más directamente a los administradores de nivel _____.

manera

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 políticas 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 contínuamente 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 _____ ha ido aumentando en los últimos años.

21 ¿Creé usted que las políticas impuestas en la General Motors, son similares a las de la Ford Motors Co.?_____(sí/no).

si (puesto que están sujetas a las mismas presiones gubernamentales, de la asociación comercial y del sindicato.

22 Una política de depreciación de equipo formulada debido a las exigencias de un contrato con la Fuerza Aérea, es un ejemplo de política_____.

impuesta

23 Con base en la manera como se forman, hemos discutido tres tipos de políticas: _____, _____, _____.

creada, solicitada impuesta

24 El tipo de política que sería similar en diversas empresas de una misma rama es la política_____.

impuesta

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 _____.

creada

26 El tipo de política cuya abundancia indica una flata de atención administrativa apropiada para dar por anticipado las guías necesarias para tomar decisiones se llama política_____.

solicitada

27 Finalmente, otra clasificación de políticas tiene como base el área de trabajo a la que se aplican. Aunque se podría discutir un gran número de categorías, abarcaremos: ventas, producción, finanzas y personal como las principales áreas de _____en la empresa.

trabajo

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 decisiones, la coordinación de estos esfuerzos_____(es/no es) esencial.

es

29 La decisión para restringir la distribución de una cierta marca de cerveza a una área geográfica constituye una política de_____.

ventas

30 Las políticas de producción incluyen decisiones tales como la de fabricar o comprar un componente, la elección del sitio de producción, 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).

no

31 La decisión para ubicar nuevas plantas a una cierta distancia de un mercado importante constituye una política de ——— _____.

producción

32 Las políticas financieras tienen que ver con la obtención de capital, métodos de depreciación y el uso de los fondos disponibles. Como tales, estas políticas (podrían/no podrían) ——— _____ afectar directamente todas las otras áreas de formulación de políticas.

podrían

33 La decisión de alquilar en vez de comprar todo el espacio necesario para almacenes, es un ejemplo de política _____ _____.

financiera

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)

sí

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 _____.

personal

36 Los cuatro tipos de política basados en el área de trabajo que se han discutido son: _____, _____, _____ y _____.

ventas
producción
finanzas
personal

37 Obviamente, cualquier política dada puede describirse en términos de cualquiera de los tres sistemas principales de clasificación que se han discutido: El nivel _____, la _____ como se formó la política, y el área de ——— _____ afectada.

administrativo
manera
trabajo

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

general
solicitada
personal

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 el contrato sindical con la empresa, los supervisores deben usar solamente ciertos métodos de estudio de tiempos para determinar los estándars 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 incluír 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 TIPICO 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 Examen médico

8 Orientación

menos — 44 Comparados con las políticas, los procedimientos permiten _____ (más/menos) amplitud en la toma de decisiones administrativas.

método — 45 En contraste con un procedimiento, una descripción de cómo debe realizarse un paso de un procedimiento se denomina _____.

sí — 46 ¿Es posible que un método implique a solo un departamento y a solo una persona en ese departamento? (sí/no)_____.

método / procedimiento — 47 La técnica especificada para usarse en la realización de una prueba de aptitud es un _____, mientras que la secuencia de pasos en la función del empleo constituye un _____.

mejoramiento de métodos — 48 El método se refiere a la manera de realizar tareas específicas. 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 particular, o toda una serie de tareas, de manera que sea más eficiente y económica. Por lo tanto, la simplificación del trabajo puede aplicarse tanto a métodos como a _____.

simplificación del trabajo — 50 En años recientes, el equipo electrónico se ha visto relacionado, de manera muy importante, con la _____.

b — 51 ¿Cuál piensa usted que es más probable, (a) que un cambio en un método particular originará un cambio en el procedimiento total, o (b) en un cambio en el procedimiento total afectará la necesidad de un método?_____(a/b).

procedimientos — 52 Puesto que un cambio en un procedimiento puede hacer que ciertos pasos, y de aquí que ciertos métodos, sean innecesarios en ese procedimiento, se sigue que la simplificación de trabajo deberá comenzar con un estudio de los (métodos/procedimiento) _____existentes.

métodos
procedimientos

53 A menos que la simplificación del trabajo sea en sí misma un procedimiento planeado, es más fácil lograr un mejoramiento y simplificación en los _____ que en los _____ _____.

más fácil

54 Por ejemplo, si comparamos con la simplificación del procedimiento de selección de personal, la cual tiene que ver con varios departamentos, un mejoramiento en el método de realizar una prueba de aptitud es (más fácil/más difícil).

políticas
procedimientos
métodos

55 En resumen, en las secciones anteriores hemos descrito tres niveles de planeación que están relacionados con el logro de los objetivos organizacionales. Estos son la determinación de _____, _____ y _____.

procedimiento

método

56 Una descripción cronológica de los pasos que hay que dar para lograr un objetivo, es un _____, mientras que la especificación de cómo debe darse un paso particular, es _____.

simplificación del trabajo

57 Los mejoramientos y la simplificación, tanto en los procedimientos como en los métodos se denominan _____, _____ _____.

C) TOMA DE DECISIONES

La habilidad para tomar decisiones es la clave de una planeación exitosa en todos los niveles. Esto implica más que la selección de un plan de acción, porque al menos deben realizarse tres fases: Diagnóstico, descubrimiento de las alternativas y análisis, antes de que se haga una elección.

alternativas

diagnóstico

58 La secuencia de las actividades de la toma de decisiones es de una importancia considerable. El análisis exitoso depende del descubrimiento previo de _____, apropiadas mientras que esta fase, a su vez depende de un cuidadoso _____.

diagnóstico

59 La función de la primera fase en la toma de decisiones, esto es el _____, es identificar y esclarecer un problema.

planeación

60 Un diagnóstico cuidadoso depende de la definición de los objetivos organizacionales con los cuales se compara la situación presente. Esto está de acuerdo con nuestra observación previa de que los objetivos son el punto focal para la función de _____.

objetivos

61 Después de identificar los _____ organizacionales, el diagnóstico implica la identificación de los principales obstáculos que impiden que se logren. Según esto, debe observarse que el describir un problema _____ (sí/no) necesariamente identifica los obstáculos.

no

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

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 disminuír el número de posibles soluciones al problema? _____ (aumentar/disminuír)

objetivos
obstáculo

disminuír

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 distribuír el producto, con un factor fijo, es _____ (probable/improbable) que considere un método alternativo obvio.

improbable

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.

diagnóstico

66 Es en esta segunda fase descubrir cursos _____ de acción donde el elemento de la creatividad es especialmente importante.

alternativos

67 ¿Existen diferencias individuales marcadas, entre las personas en lo relativo a pensamiento creativo? _____ (sí/no)

sí

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.

lo hace

69 De esta manera, el administrador que hace a un lado las nuevas sugerencias considerándolas poco, no alienta el desarrollo de la _____ en sus subordinados.

creatividad

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.

menos

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 diarios en las _____ (primeras/últimas)

primeras

72 Finalmente el pensamiento creativo y las soluciones perspicaces 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.

es

73 De esta manera, al menos tres factores afectan el clima 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.

recompensado
presión(etc)
tiempo

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.

toma de decisiones

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.

análisis

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.

intuición

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.

intuitivo

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 O

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 O es típicamente un modelo _____ (físico/matemático)

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 construír un modelo _____ para representar la situación.

REPASO

objetivos (o-metas)

83 Antes de comenzar una actividad efectiva de planeación a cualquier nivel, deben identificarse los _____ organizacionales.

(Introducción a la Unidad, Cuadro 1)

políticas
procedimientos
métodos

84 La planeación se define como la selección y definición de _____, _____ y _____ para lograr los objetivos organizacionales.

(Introducción a la Unidad)

básicas
generales
departamentales

85 Las políticas, que sirven como guías generales para la toma de decisiones de los administradores, pueden clasificarse de diferentes maneras. Con base en el nivel organizacional de los administradores afectados, las políticas se describen como _____, _____ o _____

(Cuadros del 2 al 12)

86 Por ejemplo, el tipo de política que se aplica a grandes secciones de una organización, pero no a la totalidad de ella, y que es de gran interés para los administradores medianos, es la política _____.

general

(Cuadros del 7 al 8)

87 Existen también tres tipos de políticas basadas en la manera como se forman en la organización. Estas son políticas _____, _____ e _____.

creadas
solicitadas
impuestas

(Cuadros del 13 al 23)

88 ¿Qué tipo de formulación de política indica que los administradores superiores no han anticipado con éxito las necesidades de política de la organización?. Política _____.

solicitada

(Cuadros 16 al 26)

89 La tercera clasificación de las políticas que discutimos se basa en el área de trabajo a la cual se aplican. Sobre esta base, existen políticas de _____, _____, _____ y _____.

ventas
producción
finanzas de
personal

(Cuadros 27 al 36)

90 La decisión de rentar más que comprar mercados de ventas al menudeo es un ejemplo de la formulación de la política de _____.

finanzas

(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 incluída 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 ____ _____.

método

(Cuadros 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 constituído por tres partes, al menos: _____, _____ y _____.

diagnóstico
descubrimiento de alternativas
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 es ____ _____, cuando el nivel de _____ es apropiado y está disponible el _____ adecuado para considerar el problema.

recompensado
presión
tiempo

(Cuadros del 76 al 78)

96 El análisis de hechos, el cual se basa en la construcción de un modelo matemático y que se ha encontrado que es útil en la toma de decisiones denomínase _____ _____ _____.

investigación de operaciones (10)

(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 segúndo?.

5 ¿Qué papel juega la creatividad en la planeación?.

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 aplicado 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 comunmente en el problema de selección de equipo.

OBJETIVOS

Si queremos hacer la selección de un camino entre varios que se presentan y que solucionarán el problema, tendremos en alguna forma que comparar las posibles soluciones. Se presenta el problema de cómo compararlas, en función de qué, cómo valuarlas. El ingeniero deberá, consecuentemente, 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 entonces 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 largo del tiempo, para cada alternativa. De la comparación de estos costos-beneficios saldrá una manera de comparar las alternativas en que se basará el ingeniero para tomar su decisión. El ingeniero deberá, por lo tanto, tener un conocimiento profundo de los costos, y deberá poder definir los costos físicamente generados por el uso de su alternativa, así como los

derivados al usar la solución propuesta por él.

La selección dependerá, pues, del criterio económico. La evaluación de las alternativas podría tomar la forma de :

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

También puede decirse 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 valuar 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 prodremos 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 alternativas, 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 probabilistas de las variables.

PROCESO - SISTEMAS

Al analizar el proceso constructivo y planearlo nos encontramos que en realidad estamos encontrando el grupo de decisiones que permitirán 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 elllas 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 acción 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 proceso.

RESTRICCIONES

En la fase de análisis se fijan normalmente las restricciones o limitaciones. Estas pueden provenir de las especificaciones del diseñador, 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

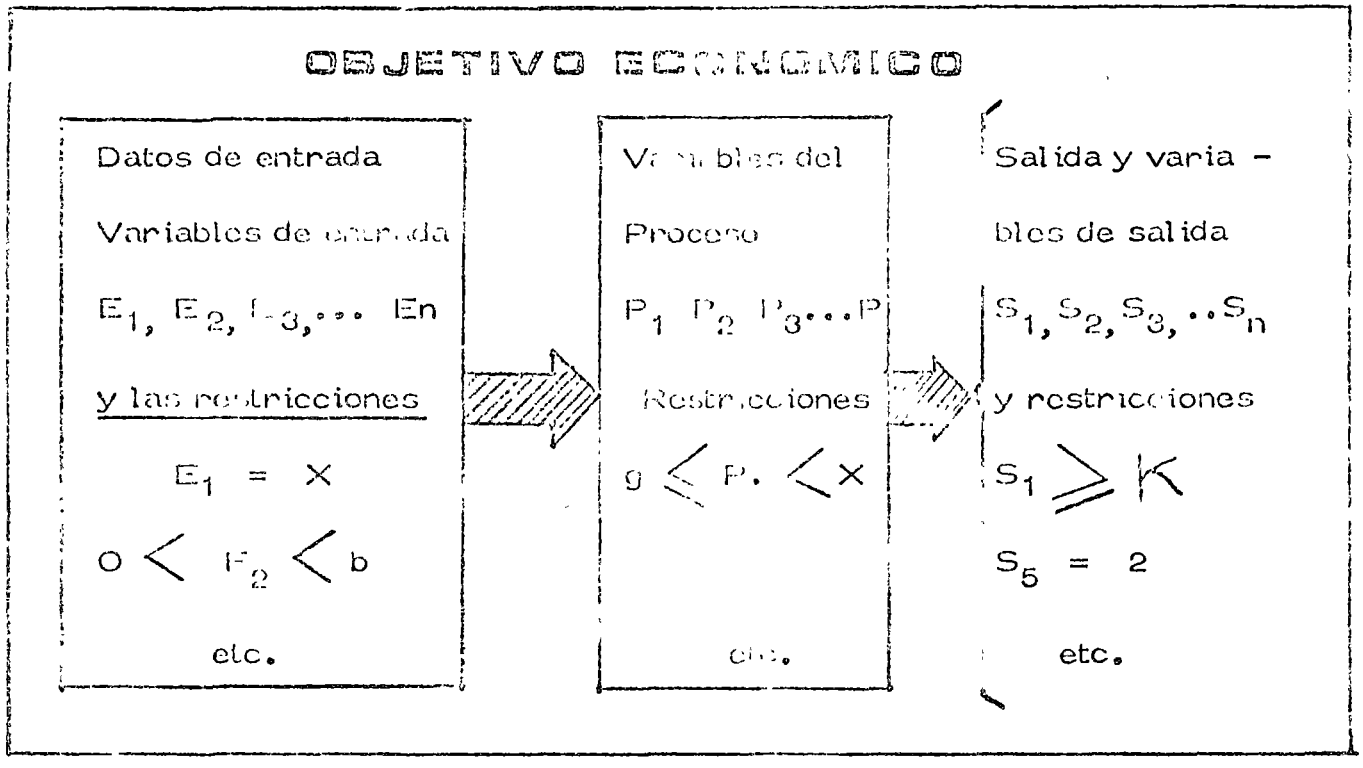
No es fácil encontrar todas las variables; por otro lado no todas influirán importantemente en el proceso, es pues conveniente definir las variables significativas, esto es las que modifiquen importantemente la salida valuada en función del objetivo. Las variables pueden ser:

a) Controlables, aquellas que podremos variar a nuestro antojo.

b) 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.

DECISION 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 simplicidad, 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 para buscar una optimización posterior. Por ejemplo todas las actividades que se refieren a compactación.

DECISION CONSIDERANDO GASTOS INDIRECTOS

Puede considerarse el sistema obra competo, lo cual es complicado, pero más comunmente se consideran algunas variables significativas que tienen que ver con gastos generales y se controlan como tales. Por ejemplo considerar el Costo del Almacén, Costo del Financiamiento, etc.

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 especial 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.

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.

PROCEDIMIENTO PRACTICO

PROGRAMA GENERAL

Por ser muy difícil planear de conjunto todo el proceso, es común que el ingeniero divida este proceso en subprocesos y optimice estos subprocesos por separado. Posteriormente podrá analizar estos subprocesos integrados en el proceso total para una segunda etapa de optimización.

Es muy frecuente que esta división en subprocesos o "actividades" se haga a través del programa general.

Esto le permite, al mismo tiempo que subdivide, tener un esquema en el que todas las actividades están ligadas por su relación de tiempos de ejecución, cosa muy conveniente para no perder de vista el proceso total.

Para realizar el Programa General se presentan las siguientes etapas que se enlistan a continuación :

a) Estudiar la Obra
b) Desglosar Actividades
c) Definir Procedimientos
d) Determinar Tiempos
e) Ordenar Actividades

Estudiar la obra y el desglose del proceso en subprocesos o actividades ya se habían comentado, y solo es conveniente decir que las actividades están tanto más importantes cuanto menor sea el detalle del programa.

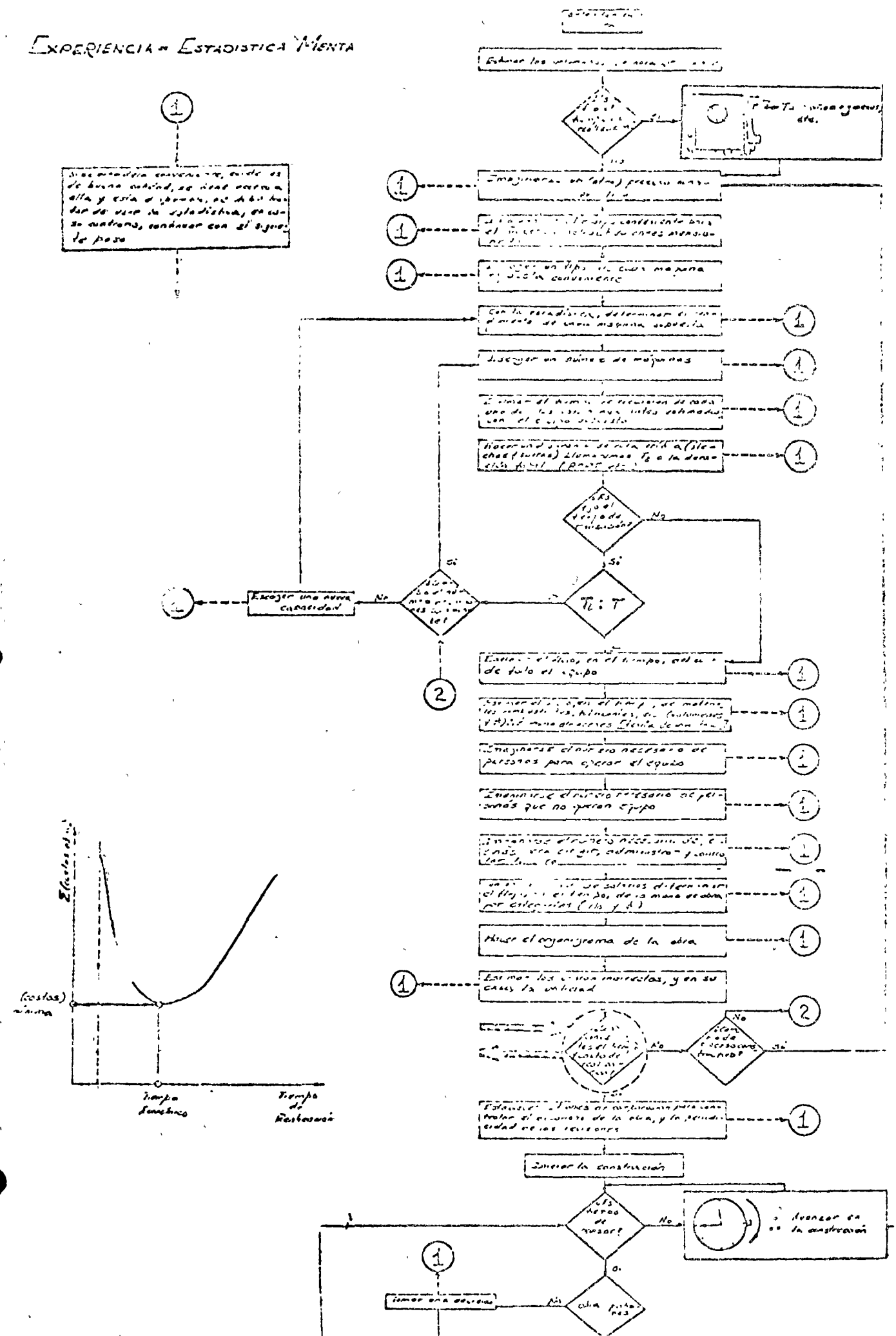
Al definir los procedimientos constructivos lo haremos en esta primera etapa de una manera general, sin un estudio muy profundo.

En seguida determinamos tiempos de duración de las actividades y ordenamos las mismas de acuerdo con su posición temporal, es decir colocándolas de tal manera que qu3den ordenadas respecto al tiempo de su realización.

Esto puede hacerse fácilmente mediante redes de actividades.

El orden puede modificarse, y hacer nuestra red de actividades previa a la fijación de tiempo.

Experiencia en Estadística Vienta



Una vez revisado el tiempo total de realización del proyecto y -- después de varios intentos quedará fijo el programa general tentativo.

EJEMPLO DE PROGRAMACION DE EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

Es usual para la planeación de Excavaciones y Terracerías separar éstos del programa general y planearlos de conjunto.

Por esto es usual seguir las siguientes fases:

a) Marcar Actividades
b) Plantear Programas
c) Programas Zonales
d) Programas Totales
e) Retroalimentación
f) Estudio Económico
g) Definir Procedimientos

Se marcan primero aquellas actividades del programa general -- que tengan que ver con las excavaciones específicamente (fig. # 2).

En seguida y con los datos del programa total se colocan en un — programa generalmente de barras, teniendo cuidado de marcar holgu— ras (fig. # 3).

Estos programas se hacen en las diferentes zonas geográficas de la obra, definiendo volúmenes totales a ejecutar por zona, y pasando-- los programas de volúmenes por ejecutar a gráficas (fig. # 4).

En seguida se agrupan si se ve conveniente estos programas zo— nales en un programa total.

Después se procura una retroalimentación de estos datos al pro- grama parcial y al general de manera que se modifique el programa de producción a fin de uniformizarlo buscando ahorros en insumos.

Esta uniformización se busca primero usando las holguras. En- la fig. # 5 se ve el resultado de una uniformización utilizando este procedimiento. La fig. # 6 muestra la fráfica de producción correspondiente al programa modificado. Se ve que el máximo de producción se ha disminuido con respecto al de la gráfica 4, a que se hizo referencia -- previa.

Si es necesario para uniformizar la producción se puede revisar el programa general haciendo las correcciones necesarias.

En seguida con las producciones de la zona uniforme hasta donde sea posible se pasa a realizar un estudio económico donde se define -- comparando las diferentes alternativas para realizar el trabajo desde - el punto de vista económico.

De las alternativas elegidas se derivan los procedimientos de - - construcción detallados que se pasan a especificar y luego a implementar.

IMPLEMENTACION

Al implementar la planración hay que estar concientes de dos factores muy importantes.

El primero es que es indispensable planear también los mecanismos de control que permitan revisar continuamente si lo ejecutado es - igual o sensiblemente igual a lo planeado.

Como consecuencia de variaciones detectadas por el control, se- tiene que modificar la planeación, y de aquí resulta el siguiente factor que consiste en que la planeación es una actividad contínua a lo largo - de la obra.

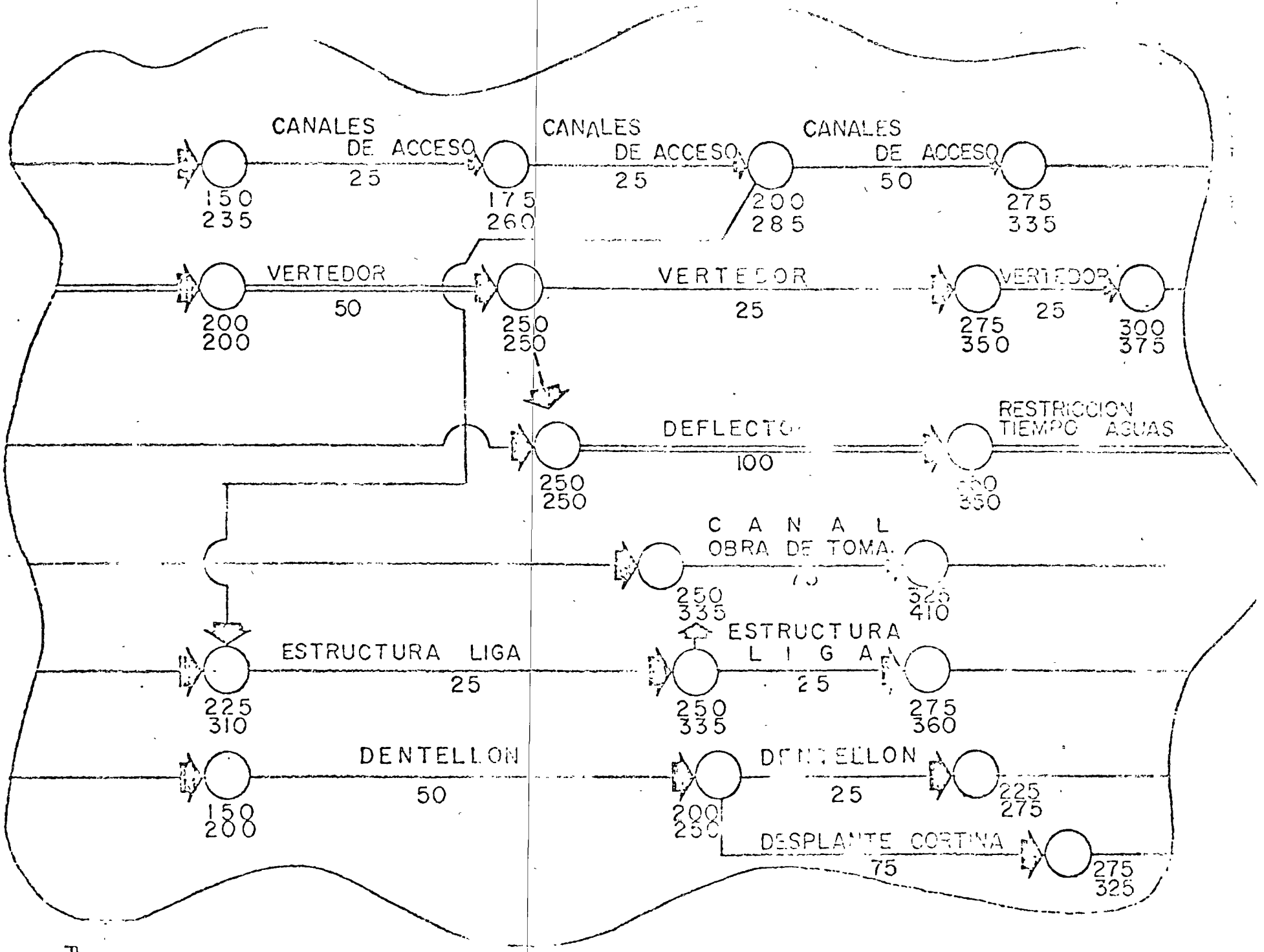
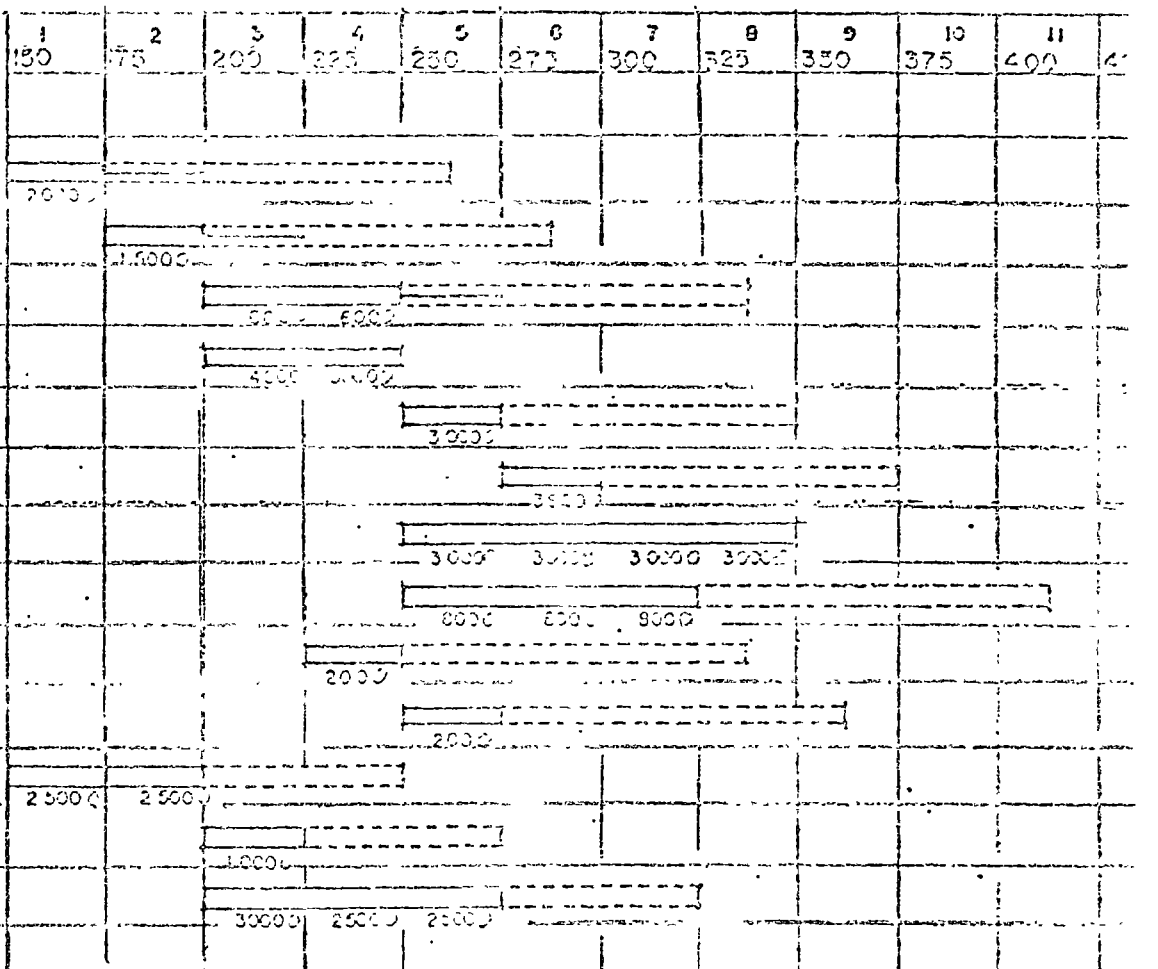

CANALES DE ACCESO
25
150
235
175
260
CANALES DE ACCESO
25
200
285
CANALES DE ACCESO
50
275
335
VERTEDOR
50
200
200
250
250
VERTEDOR
25
275
350
VERTEDOR
25
300
375
DEFLECTOR
100
250
250
RESTRICCION TIEMPO AGUAS
CANAL OBRA DE TOMA
250
335
ESTRUCTURA LIGA
25
225
310
ESTRUCTURA LIGA
25
250
335
275
360
DENTELLON
50
150
200
DENTELLON
25
225
275
DESPLANTE CORTINA
75
275
325

Fig. 5

ROGRAMA DE EXCAVACIONES (MATERIAL COMUN)

Fig. # 3

C O N C E P T O	m3
CANALES DE ACCESO	20000
CANALES DE ACCESO	15000
CANALES DE ACCESO	12000
VERTEDOR	70000
VERTEDOR	30000
VERTEDOR	39000
DEFLECTOR	120000
CANAL OBRA TOMA	24000
ESTRUCTURA LIGA	2000
ESTRUCTURA LIGA	2000
DENTELLON	50000
DENTELLON	10000
DESPLANTE CORTINA	80000



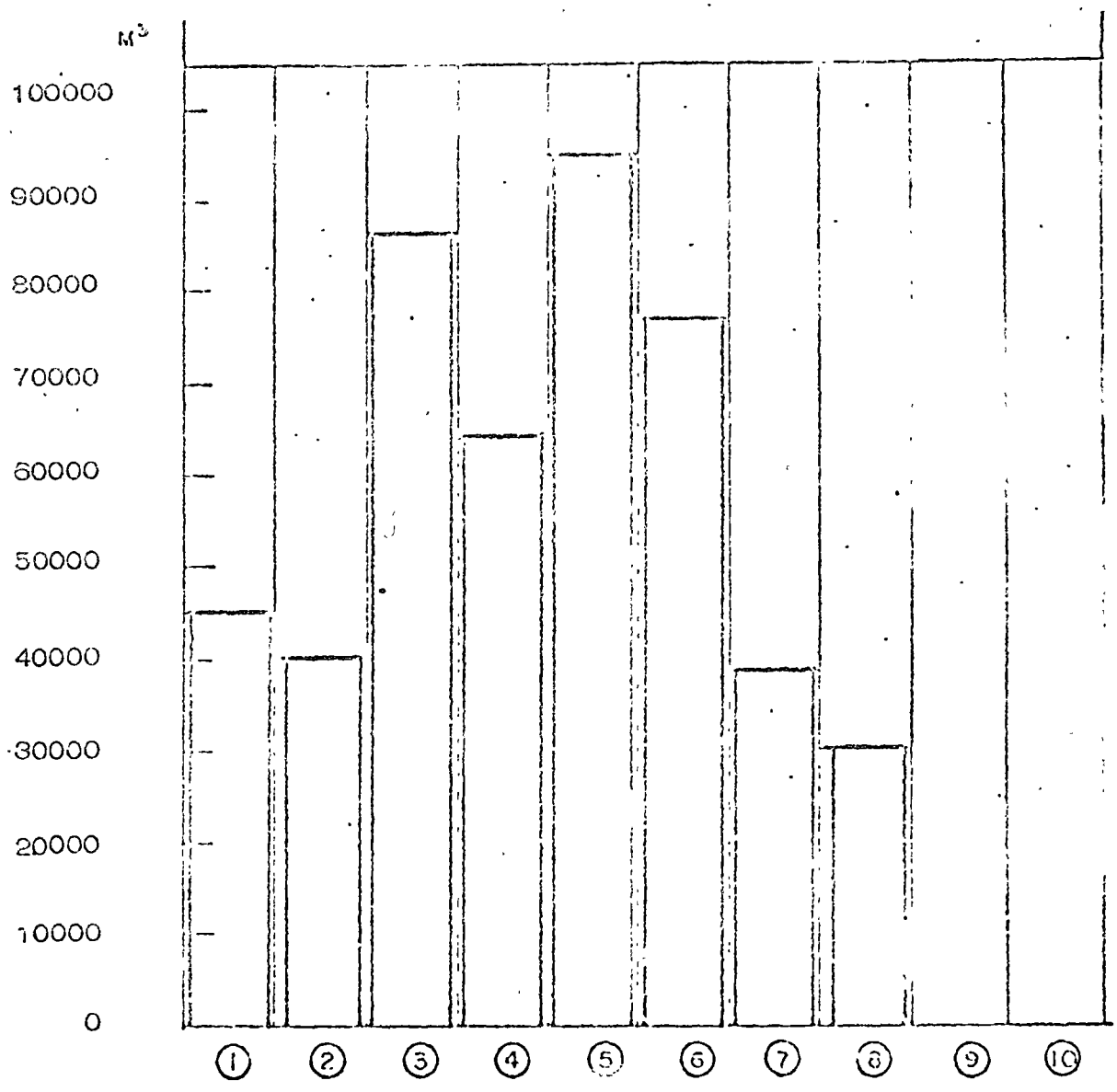

M³
100000
90000
80000
70000
60000
50000
40000
30000
20000
10000
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Fig. #

PROGRAMA DE EXCAVACIONES (MATERIAL COMUN)

Fig. # 5

CONCEPTO		150 1	175 2	200 3	225 4	250 5	275 6	300 7	325 8	350 9	375 10	400 11
CANALES DE ACCESO	20000		2000									
CANALES DE ACCESO	15000			7500	7500							
CANALES DE ACCESO	12000					6000	6000					
VERTEDOR	70000			40000	30000							
VERTEDOR	30000								30000			
VERTEDOR	39000									39000		
DEFLECTOR	120000					30000	30000	30000	30000			
CANAL OBRA TOMA	24000						8000	8000	4000	4000		
ESTRUCTURA LIGA	2000					2000						
ESTRUCTURA LIGA	2000						1000	1000				
DENTELLON	50000	25000	25000									
DENTELLON	10000				10000							
DESPLANTE CORTINA	80000					30000	25000	25000				
SUMA PARCIAL		25000	45000	47500	47500	68000	70000	64000	64000	43000		
SUMA ACUMULADA		25000	70000	1175000	233000	303000	367000	431000	474000			

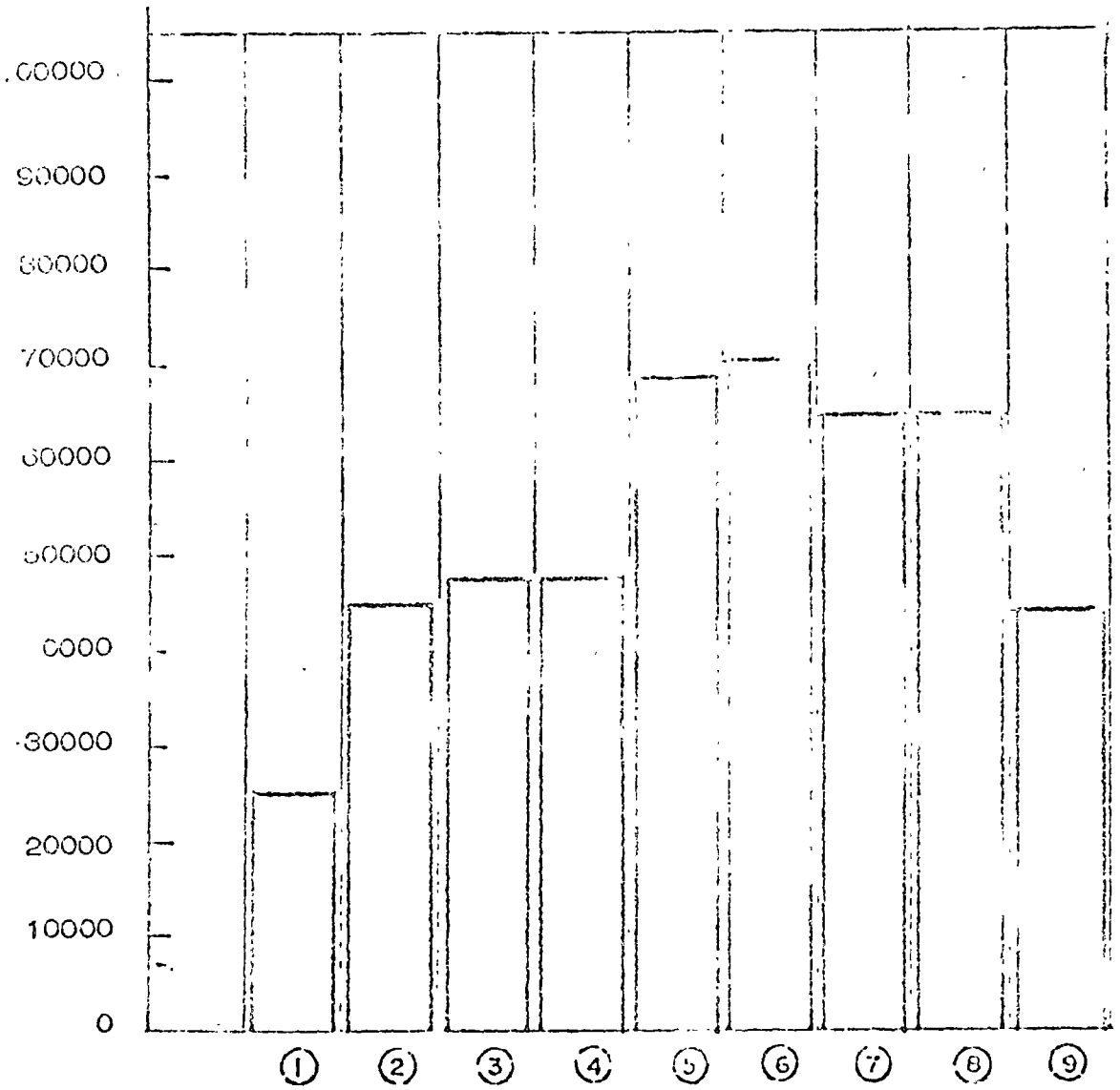

100000
90000
80000
70000
60000
50000
40000
30000
20000
10000
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

Fig. # 6

SOLUCION

ESPECIFICACION DE UNA SOLUCION

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.

ACEPTACION DE LA SOLUCION

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 solución 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 presente 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 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

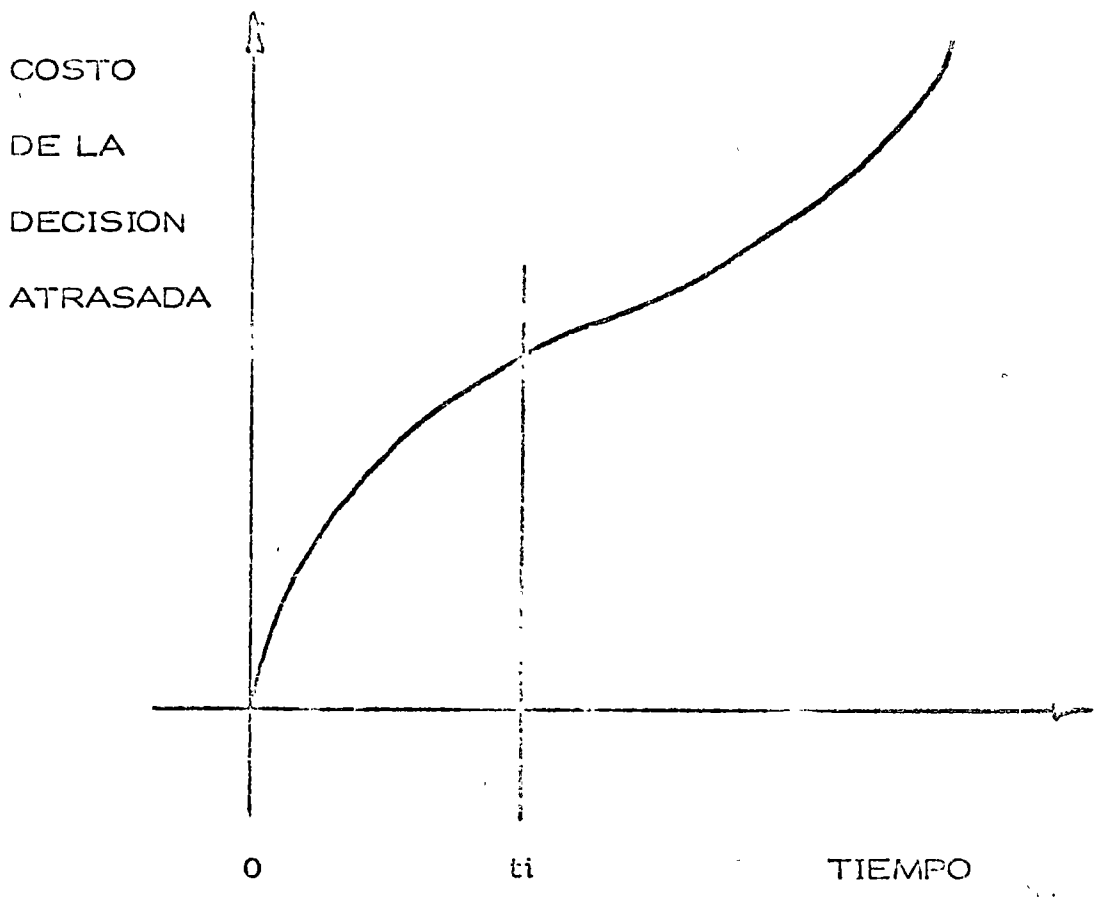
Toda decisión tomada por el ingeniero debe cumplir entre otras

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 ti después del cual ésta rapidez se incrementa notablemente. Así, para toda decisión se pueden distinguir

dos regiones: la primera de 0 a ti, donde el costo de la decisión atrasada no es muy importante, y de ti 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.

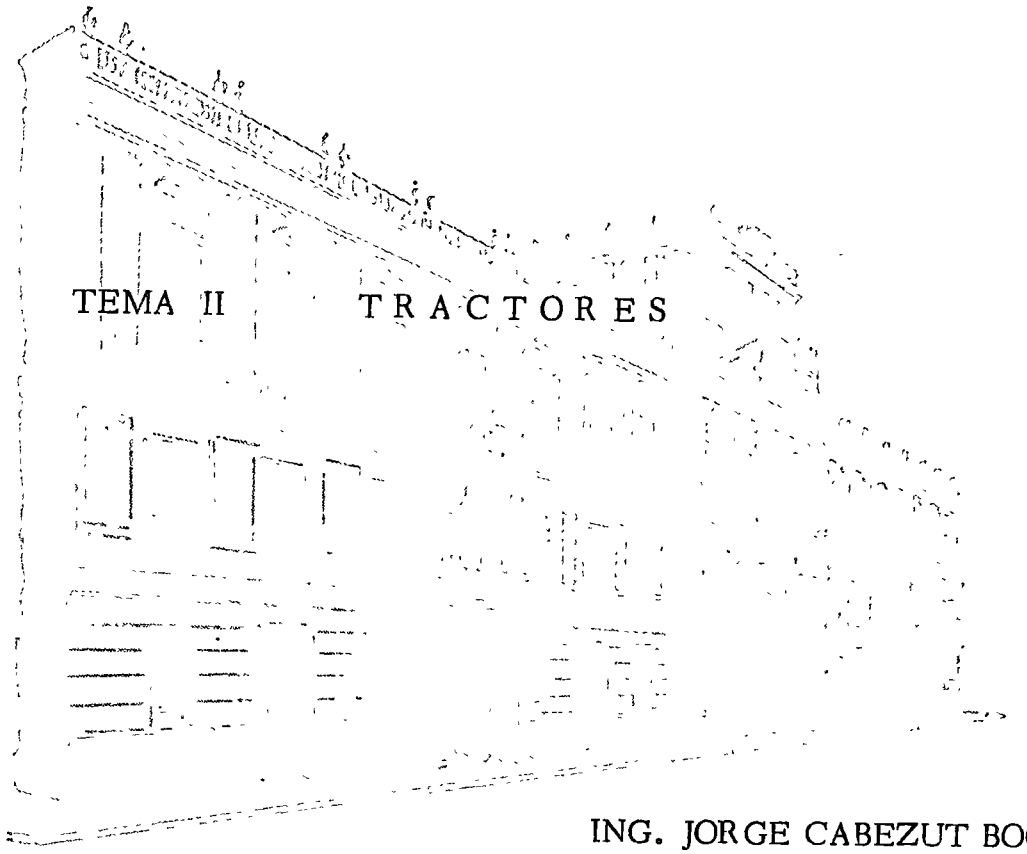
El costo de la decisión atrasada es tanto más difícil de cuantificar cuanto más complejo sea el sistema en el cual se hace la decisión, ya que un atraso en una decisión no suele afectar exclusivamente a una actividad, sino a un conjunto de actividades directa o indirectamente conectadas a ella.

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 el 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.

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS



TEMA II TRACTORES

ING. JORGE CABEZUT BOO

JUNIO-JULIO, 1977

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tel: 521-40-20

CURSO DE MOVIMIENTOS DE TIERRAS

TRACTORES Y ARADOS

En la industria de la construcción y principalmente en las actividades de excavación podemos considerar que el tractor es una máquina que casi siempre estará presente en este tipo de trabajos por su versatilidad. Para el constructor resulta indispensable conocer bien este equipo para lograr su mejor aprovechamiento al mínimo costo.

Pensemos en cualquier proyecto y observaremos que con frecuencia aparece la silueta tan conocida de un tractor, especialmente el de carriles, equipado con accesorios inseparables como son la hoja o dozer y posiblemente el arado o desgarrador.

La ingeniería moderna exige realización de las obras en plazos mínimos de acuerdo con programas elaborados atendiendo a la técnica y a la economía, pero siempre resultan trabajos en los cuales deben aportarse suficientes recursos y aprovecharlos al máximo, es decir, lograr la mayor eficiencia.

El ingenio del hombre está transformando continuamente la cara de nuestra tierra e inclusive en ocasiones modifica la ecología, todo con la intención de buscar una mejor forma de vida atendiendo a las crecientes y continuas necesidades que debemos satisfacer para nuestra explosiva población.

El constructor atendiendo a un proyecto determinado, planea, programa, organiza, ejecuta, controla, aporta máquinas, materiales, personal y toda la experiencia que se requiere para coordinar esta suma de agregados para lograr un producto,

final que puede ser desde una mínima obra que sirve a un individuo hasta un proyecto que beneficie una zona, región o nación atendiendo necesidades colectivas.

Existen muchas máquinas para realizar trabajo, pero posiblemente ninguna tan conocida como el tractor y resulta que siendo un equipo costoso, en muchas ocasiones los que manejan este equipo delegan en gente irresponsable su operación, - casi siempre por desconocimiento o apatía. Una simple analogía sería la de un carro en la cual el dueño lo opera, mantiene y vigila que esté limpio, lubricado y hasta la exageración de que no tenga ruidos. Sabe como usarlo en distintas superficies de rodamiento y pendientes, qué velocidades son convenientes, como hacer el mantenimiento adecuado; de modo que cuando lo reemplaza obtiene casi siempre un buen valor de rescate. Un carro cuesta del orden de $60,000.00 y se usará en promedio unas 150hrs/mes cuando mucho. Un tractor tipo D-8 o similar, - que es un elemento de producción y se utiliza más horas al mes, se cotiza actualmente en $1'200,000.00 al contado y si se compra a crédito habrá que sumar gastos de apertura de crédito e intereses. Esto quiere decir que hay una relación de 20 a 1 entre el valor de esas máquinas y cabe reflexionar si la atención durante su vida útil es proporcional.

Cuando se compra una máquina de la categoría de un tractor de inmediato - debe estar produciendo pues el capital invertido es de tal magnitud que la inactividad le causa pérdidas al dueño, es peor que tener el dinero guardado en la - casa sin beneficio alguno. Al contrario, una máquina o grupo de máquinas adquiridas y manejadas con eficiencia pueden permitir al dueño no solo obtener beneficios que compensen la inversión sino también tener utilidades que aceleren el - progreso de la empresa.

El movimiento de tierras se realiza a través de tres actividades principales, como son: excavar, acarrear y colocar los materiales que han sido atacados en su estado natural. Lo que más le interesa al constructor es obtener máxima producción al mínimo costo y esto dependerá de la modalidad de la obra. El tractor equipado con hoja o dozer llamado comunmente bulldozer y con un arado o desgarrador puede realizar esa triple actividad en forma muy efectiva dentro de determinadas condiciones.

DESCRIPCION.-

Existen dos tipos de tractores:

Los de ruedas.

Los de orugas o carriles.

Ambos son muy utilizados en construcción, sin embargo para excavar, el de carriles es más conveniente en terminos generales. Desde luego para seleccionar el tractor que debe usarse es necesario tomar en cuenta el tipo de obra por ejecutar, superficie de rodamiento y pendientes, dureza de los materiales por excavar, distancias de acarreo, dificultades de ataque, cantidades de obra por ejecutar, y otra serie de factores, pero cuando se requieren tractores para excavar podemos atrevernos a decir que el de orguas es el más utilizado.

El tractor de carriles consta principalmente de un motor diesel, apoyado en un chasis, un sistema de transmisión de diseño planetario para enviar la potencia generada por el motor mediante mandos finales al sistema de tránsito.

El motor es de combustión interna, de cuatro tiempos, seis cilindros. La potencia neta en el volante está indicada bajo determinadas caracteristicas de temperatu

..., presión barométrica y revoluciones por minuto.

El sistema de tránsito consta de cadenas formadas por pernos y eslabones : las cuales se atornillan las zapatas de apoyo. Estas cadenas se deslizan sobre rodillos conocidos como "rolos". En el extremo posterior de la cadena se encuentra la catarina que es un engrane propulsor que transmite la fuerza tractiva.

En las tablas de las páginas números 5 y 6 se indican las especificaciones de los tractores de carriles marca Caterpillar. En estas tablas tenemos señaladas las - potencias de algunas máquinas, sus dimensiones geométricas, su peso y características de los motores.

Los tractores de oruga tienen diversos aditamentos, siendo el principal la hoja empujadora o dozer cuyas funciones pueden ser la de excavar, desmontar y empujar otras máquinas.

El tractor de oruga tiene la gran ventaja de que construye sus propios caminos de acceso para llegar a los sitios de trabajo, puede operar en zonas montañosas y de fuerte pendiente, tiene mejor tracción al tener mayor adherencia con la superficie de apoyo que los tractores de llanta.

TRACTORES DE CARRILES.- ESPECIFICACIONES

Modelo	DD9G	D9G	D8H	D7F	D6C	D6C (A.E.)	D5 60" (trocha)	D5 74"	D5 (A.E.)	D4D	D4D (A.E.)
Potencia en el volante, en hp . . .	770	385	270	180	125	125	93		90*	65	68*
RPM indicadas	1330	1330	1280	2000	1900	2000	1750		1900	1680†	2000
Peso aprox. S-T lb	176,500	68,000	50,000	31,900	23,500		18,700	19,100		13,700	
embarque (kg) . . .	(80100)	(30800)	(22700)	(14,500)	(10700)		(8500)	(8700)		(6200)	
Peso: TD lb			49,000	31,300	23,000	26,100	18,100	18,500	20,400	13,100	15,100
(kg) . . .			(22200)	(14200)	(10400)	(11800)	(8200)	(8400)	(9300)	(5900)	(6800)
Dimensiones Generales:											
Largo total pies . . .	42'6"	18'0"	17'0"	14'8"	13'0"	13'	12'9"		12'9"	11'1"	11'0"
(mm) . . .	(13000)	(5500)	(5200)	(4450)	(3950)	(3950)	(3900)		(3900)	(3400)	(3350)
Ancho (zapatas pies . . .	10'9"	9'11 1/2"	8'11"	8'5"	7'9"	7'10"	6'7½"	7'9½"	7'9½"	6'6"	6'6"
Std.) (mm) . . .	(3300)	(3050)	(2700)	(2550)	(2360)	(2390)	(2020)	(2370)	(2370)	(1980)	(1980)
Alto (sin escape pies . . .	9'10¾"	9'2"	8'0"	7'4"	6'11½"	7'2 1/2"	6'5½"		6'10"	5'7½"	6'1"
ni predepurador) (mm) . . .	(3000)	(2800)	(2440)	(2240)	(2120)	(2200)	(1970)		(2080)	(1710)	(1850)
Entrevía pulg . . .	90"	90"	84"	78"	74"	74"	60"	74"	74"	60"	60"
(mm) . . .	(2290)	(2290)	(2130)	(1980)	(1880)	(1880)	(1520)	(1880)	(1880)	(1520)	(1520)
Espacio libre (de la pulg . . .	14"	23-9/16"	19-7/8"	15¼"	14-5/8"	14 1/2"	14"	13½"	13½"	14"	14"
cara de las zapatas) (mm) . . .	(355)	(600)	(500)	(385)	(370)	(370)	(355)	(345)	(345)	(355)	(355)
Ancho de zapatas pulg . . .	24"	24"	22"	20"	18"	20"	16"		18"	13"	16"
(mm) . . .	(610)	(610)	(560)	(510)	(455)	(510)	(405)		(455)	(330)	(405)
Area de contacto pulg² . . .		6354	5049	4280	3357	3730	2784		3085	1885	2328
en el suelo (m²) . . .		(4,10)	(3,26)	(2,76)	(2,17)	(2,41)	(1,80)		(1,99)	(1,22)	(1,50)
Largo de carriles pulg . . .		132½"	115"	107"	93¼"	93"	87"		85-11/16"	72½"	72¾"
en el suelo (mm) . . .		(3350)	(2900)	(2700)	(2370)	(2360)	(2210)		(2180)	(1840)	(1850)

*hp en la Barra de Tiro, no en el volante.
S-T = Servo-Transmisión
TD = Transmisión Directa

†La velocidad indicada del motor del D4D con S-T es de 2000 RPM.
Para la pérdida de hp a causa de la altitud vea la última página de la Sección de Movimiento de Tierra.

TRACTORES DE CARRILES.- ESPECIFICACIONES

Modelo		DD9G	D9G	D8H S-T	D8H TD	D7F S-T	D7F TD	D6C S-T	D6C TD	D6C (A.E.)	D5 S-T	D5 TD	D5 (A.E.)	D4D TD	D4D S-T	D4D (A.E.)
Capacidades:																
Sistemas de enfr.	gal EUA (litros)	80 (302)	40 (151)	31 (117)	31 (117)	12 (45)	12 (45)	10¼ (39)	9¾ (34,5)	10 (38)	9 (34)	9 (34)	9 (34)	8 (30)	8 (30)	8 (30)
Tanque de comb.	gal EUA (litros)	400 (1514)	200 (757)	134 (507)	134 (507)	115 (435)	115 (435)	78 (295)	78 (295)	115 (435)	65 (246)	65 (246)	78 (295)	42 (159)	42 (159)	62½ (237)
Cárter del motor diesel	gal EUA (litros)		11¼ (43)	8¾ (33)	8¾ (33)	7¼ (27,5)	7¼ (27,5)	7¼ (27,5)	7¼ (27,5)	7 1/4 (27,5)	7¼ (27,5)	7¼ (27,5)	7¼ (27,5)	5 (18,9)	5 (18,9)	5 (18,9)
Compart. transmisión, divisor de par, corona embragues de direc.	gal EUA (litros)		31 (117)	31 (117)		31 (117)		21 (79)			12¼ (46)				10x (38)	
Transm., corona, embrague de direc.	gal EUA (litros)				31* (117)		31* (117)		26* (98)	26* (98)						
Transmisión	gal EUA (litros)											12¼* (46)	12¼* (46)	6 (22,7)	4† (15,1)	6 (22,7)
Embrague principal	gal EUA (litros)										(entrevía) 74"	(entrevía) 60"		2¼ (8,5)		2¼ (8,5)
Cada mando final	gal EUA (litros)		11¼ (43)	9 (34)	9 (34)	9 (34)	9 (34)	5 (19)	5 (19)	5 (19)	3 (11)	2-3/8 (9)	3 (11)	2½ (9)	2½ (9)	2½ (9)
Cada caja del resorte tensor	gal EUA (litros)		7 (26)	5 (19)	5 (19)											

*Incluye también el Embrague Principal †Compart. de la Corona xCompart de la Transm. y del Convertidor de par

TD = Transmisión Directa
S T = Servo-Transmisión

En el mercado se encuentran varios proveedores que distribuyen tractores de carriles como son: Caterpillar, Komatsu, Terex, Allis Chalmers, International, de distintos tipos y tamaños, que pueden tener características especiales que los hacen más o menos populares entre el gremio de los constructores, pero quizá los factores que más influyan para adquirir una marca sean la oportunidad, la existencia, facilidades de pago, precio, posible valor de rescate, pero muy especialmente el servicio de refacciones y mantenimiento que ofrezca el vendedor.

Algunos modelos de tractores se señalan a continuación:

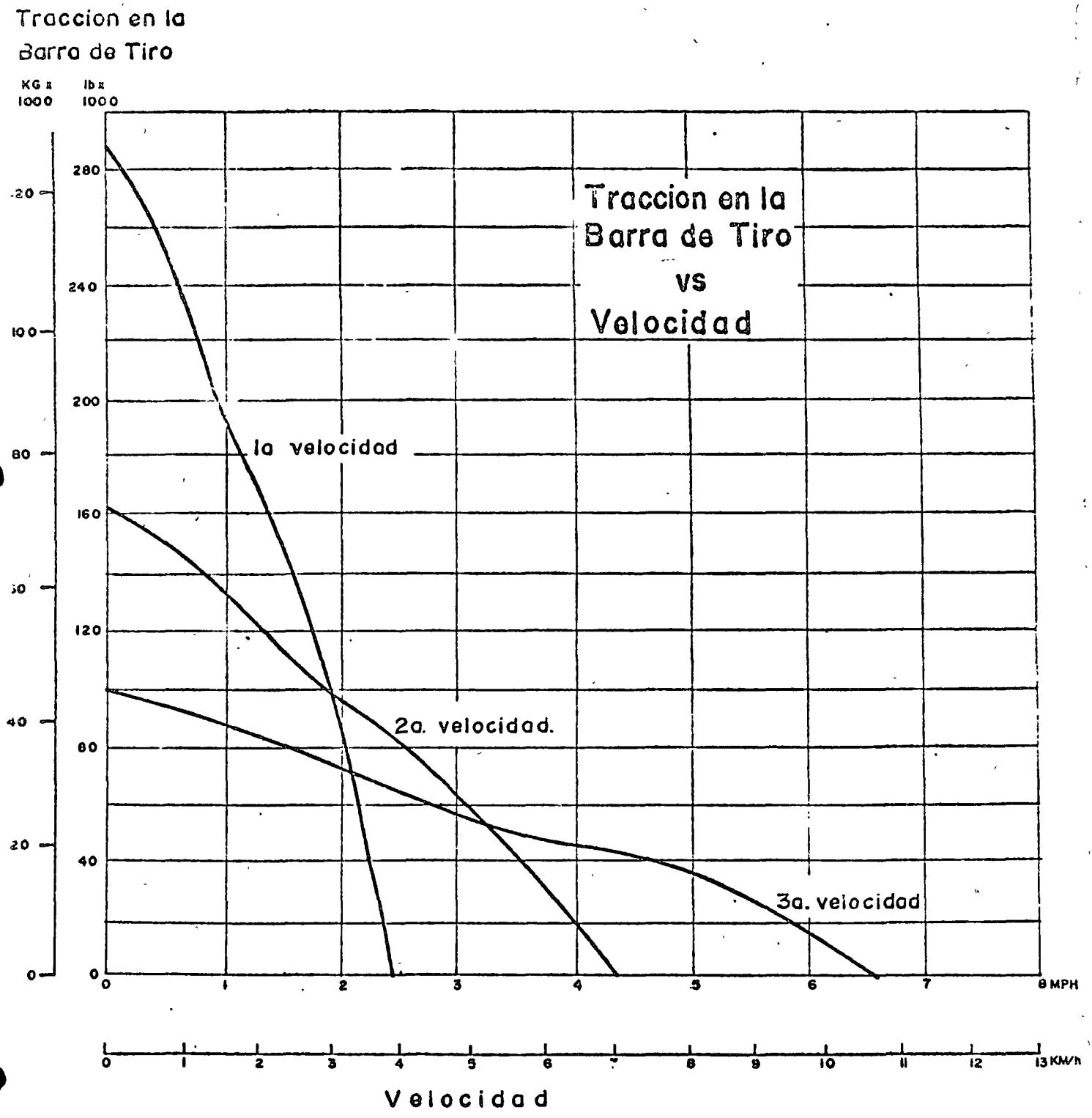
KOMATSU		INTERNATIONAL		TEREX	
modelo	potencia	modelo	potencia	modelo	potencia
D55A	105 HP	TD-15 B	120 HP	82-30	225 HP
D65A	140 HP	TD-20 B	160 HP	82-40	290 HP
D85A	180 HP	TD-20 C	170 HP	82-80	440 HP
D150A	300 HP	TD-25 B	230 HP		
D355A	410 HP	TD-25 C	285 HP		

La capacidad de un tractor está en función de su potencia y de su peso. La potencia nos determina la fuerza tractiva disponible en el gancho o barra de tiro y está afectada por la altura sobre el nivel del mar, la temperatura, la resistencia al rodamiento de la superficie donde se desplaza la máquina y por la pendiente. La máxima fuerza tractiva está fijada por el peso de la máquina multiplicado por el coeficiente de tracción. Asi por ejemplo un vehículo patinaría al transitar sobre hielo, que tiene un mínimo coeficiente de tracción, a pesar de que hubiera mucha potencia disponible.

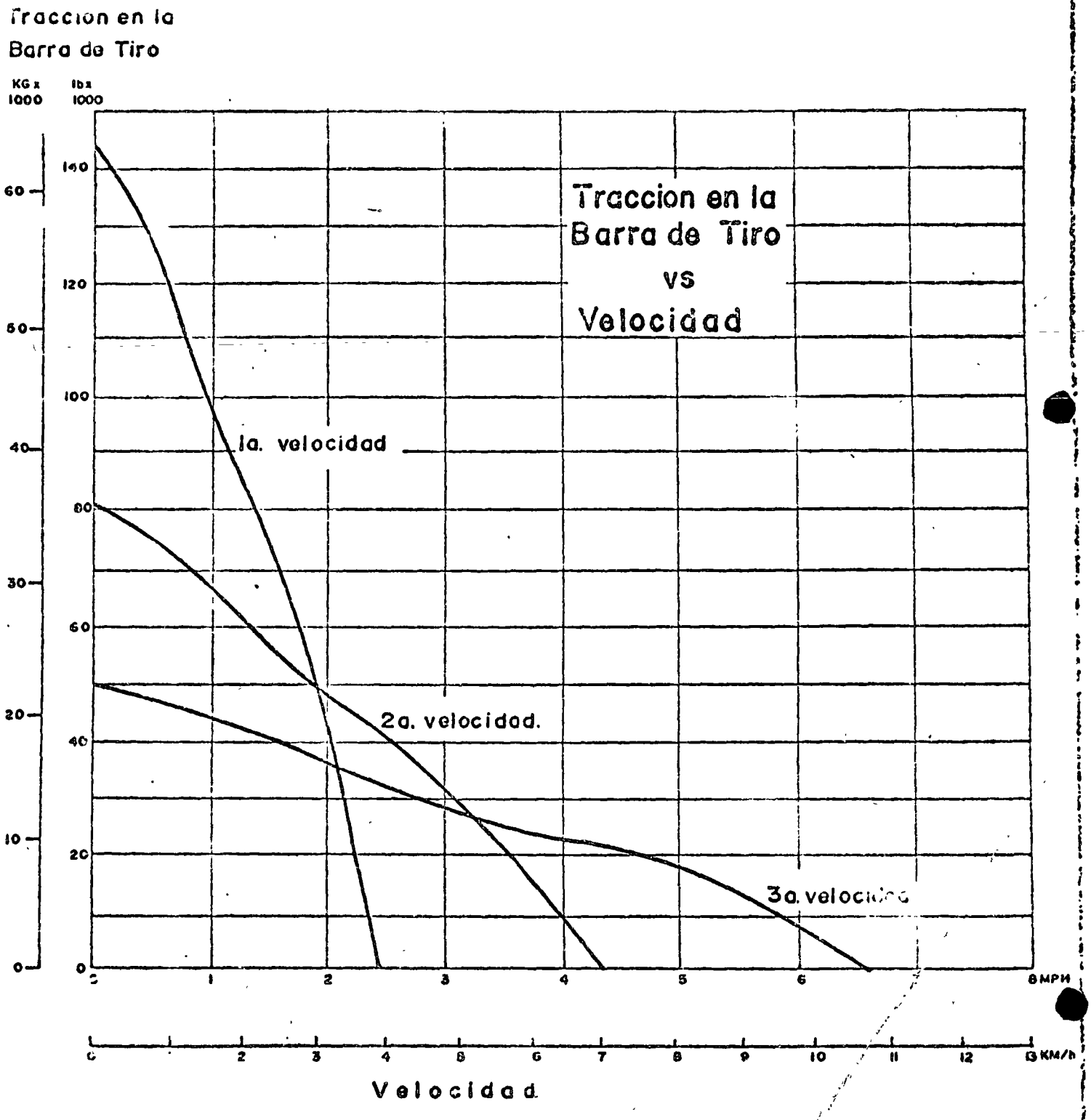
Las hojas de especificaciones que ofrecen los distribuidores de equipo dan las características de los distintos modelos y desde luego el tamaño del tractor es proporcional a su potencia en el volante a determinadas R.P.M., la que se transmite mediante mecanismos y determinan la tracción en la barra de tiro utilizable a distintas velocidades, la cual está afectada como se indicó anteriormente por las -- condiciones del suelo, pendiente, altura sobre el nivel del mar. Este último aspecto superado en las máquinas modernas por la instalación de turbo cargadores y -- enfriadores de aire.

La relación entre velocidades de avance y tracción en las barras de tiro en tractores Caterpillar equipados con servo transmisión se muestran en las hojas números 9, 10, 11 y 12. En la hoja 13 se muestra esta misma relación para los modelos D8H y D7F con transmisión directa.

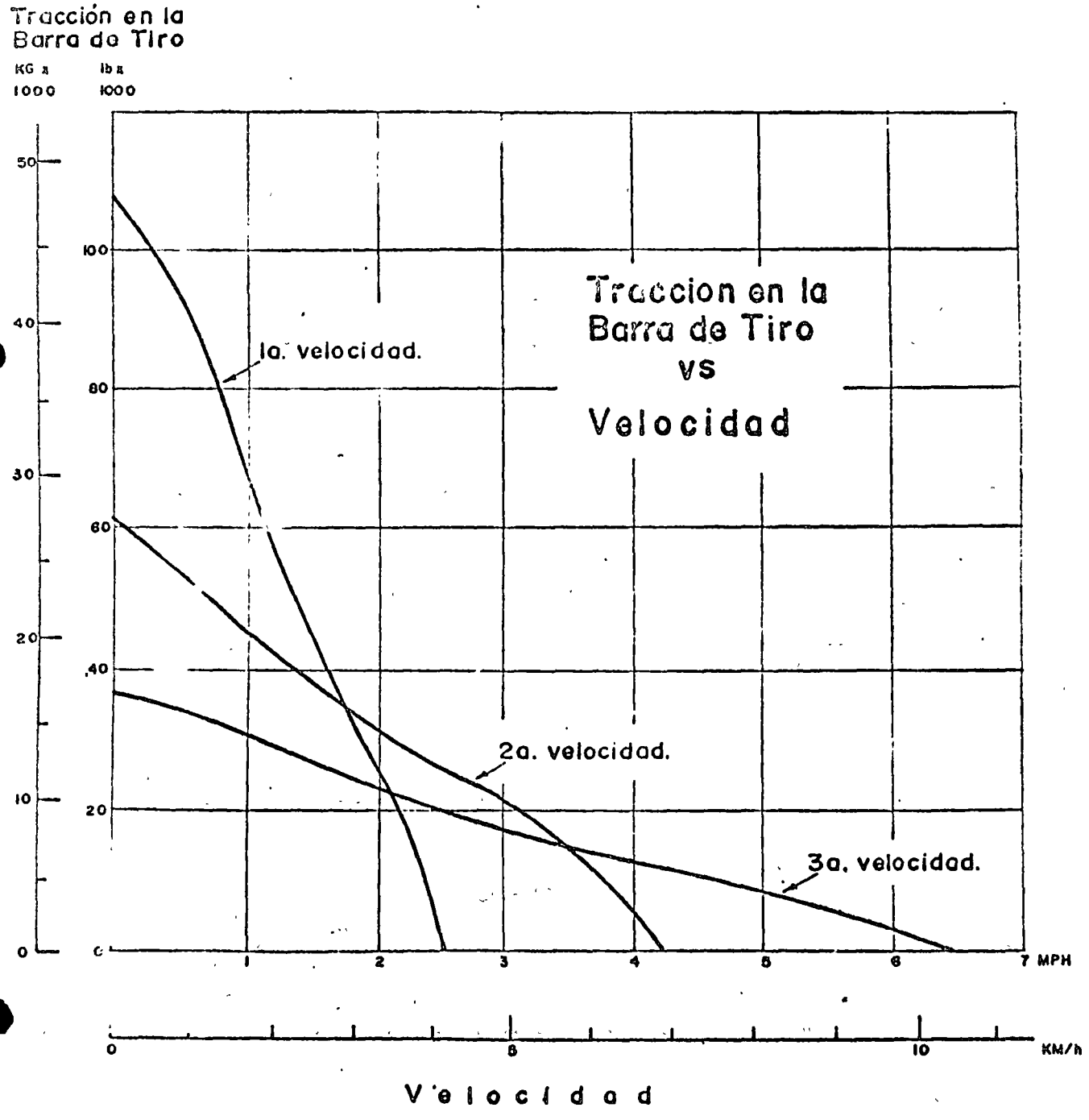
D y G DOBLE


Traccion en la
Barra de Tiro
KG x 1000
lb x 1000
Traccion en la
Barra de Tiro
vs
Velocidad
1a velocidad
2a. velocidad.
3a. velocidad
280
240
200
160
120
80
40
0
20
40
60
80
100
120
0
1
2
3
4
5
6
7
8 MPH
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13 KM/h
Velocidad

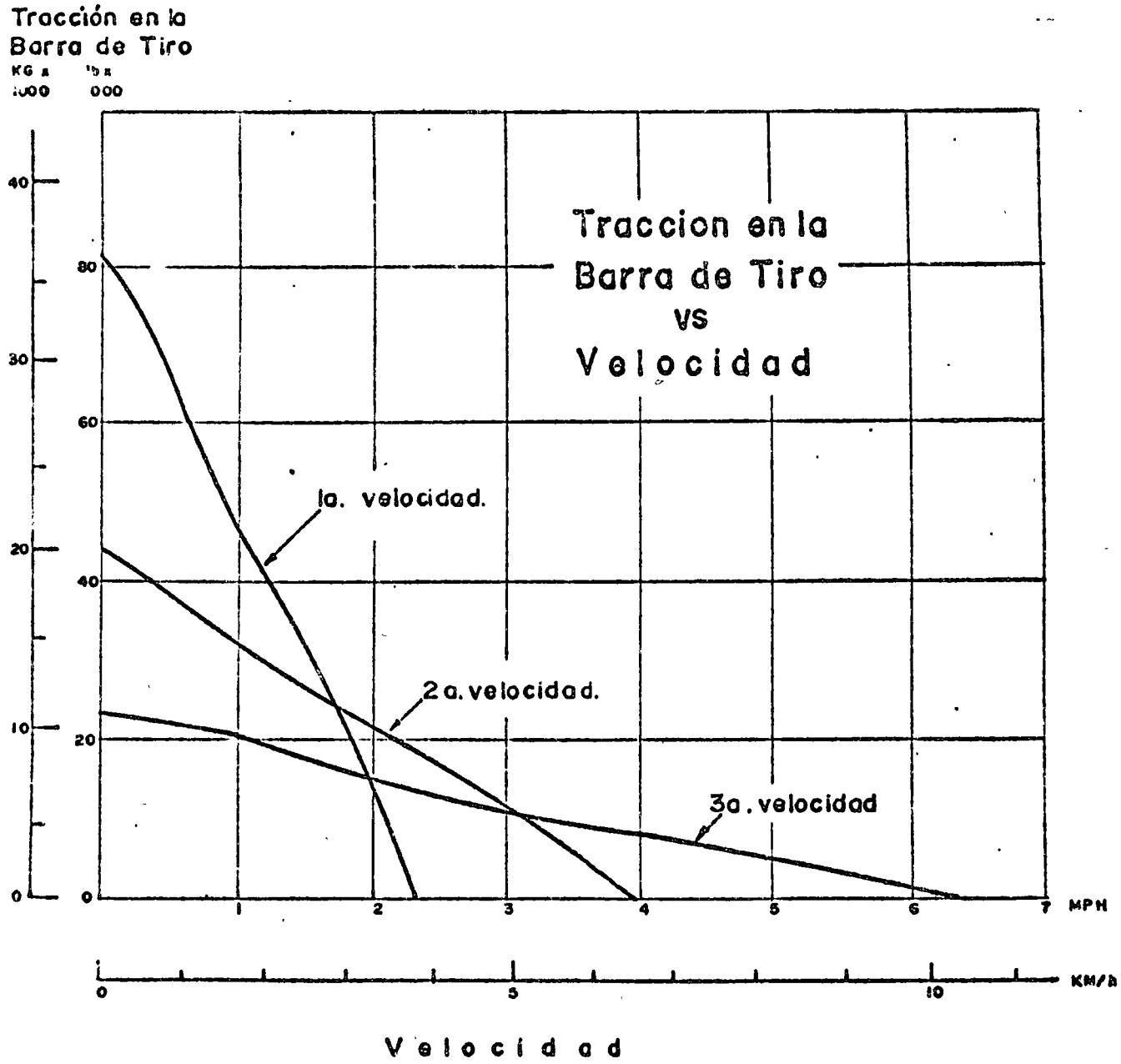
D 9 G


Traccion en la
Barra de Tiro
KG x 1000
lb x 1000
Traccion en la
Barra de Tiro
vs
Velocidad
1a. velocidad
2a. velocidad.
3a. velocidad
MPH
KM/h
Velocidad

D 8 H – CON SERVO – TRANSMISION



D7F con SERVO-TRANSMISION



D8H y D7F con TRANSMISION DIRECTA

TRANSMISION DEL D8H Y DEL D7F:

De engrane constante, con engranajes helicoidales y cambio rápido de sentido de marcha. Lubricación a presión, con aceite filtrado y enfriado. Construcción en unidades desmontables.

VELOCIDADES Y TRACCION EN LA BARRA DE TIRO DEL D8H:

	Avance		Retroceso		Tracción en la barra de tiro* A RPM indicadas		Máx. bajo carga	
	MPH	km/h	MPH	km/h	libras	(kg)	libras	(kg)
1a	1.6	(2,6)	1.6	(2,6)	52,410	(23790)	63,860	(28990)
2a	2.1	(3,3)	2.1	(3,4)	39,130	(17760)	47,930	(21760)
3a	2.9	(4,6)	2.9	(4,7)	26,870	(12200)	33,210	(15080)
4a	3.7	(6,0)	3.8	(6,1)	19,490	(8850)	24,360	(11060)
5a	4.9	(7,8)	4.9	(7,9)	13,840	(6280)	17,580	(7980)
6a	6.7	(10,8)	6.8	(11,0)	8,660	(3930)	11,360	(5160)

VELOCIDADES Y TRACCION DEL D7F:

Transmisión Standard

	Avance		Retroceso		Tracción en la barra de tiro* A RPM indicadas		Máx. bajo carga	
	MPH	km/h	MPH	km/h	libras	(kg)	libras	(kg)
1a	1.5	(2,4)	1.8	(2,9)	37,600	(17100)	47,450	(21540)
2a	2.2	(3,5)	2.5	(4,0)	25,000	(11350)	31,760	(14420)
3a	3.1	(5,0)	3.7	(6,0)	16,400	(7450)	21,090	(9570)
4a	4.6	(7,4)	5.4	(8,7)	10,100	(4580)	13,280	(6030)
5a	5.9	(9,5)	–	–	7,140	(3240)	9,610	(4360)

RENDIMIENTO.-

Potencia es la capacidad de realizar un trabajo por unidad de tiempo, por lo que las unidades son Pies Libras por Minuto o Kilográmetros por Minuto. Generalmente se expresa en unidades del sistema inglés en H.P. o caballos de potencia. Un H.P. corresponde a 33,000 Pies Libras por Minuto y equivale a 746 watts.

La altura sobre el nivel del mar afecta la potencia util de los motores arriba de los 1000 metros del orden del 1% por cada 100 metros de altura, asi una máquina trabajando a 3000 metros tendría una pérdida del 20%, que con la instalación de turbocargadores y enfriadoras de aire de admisión se tiende a compensar esta disminución en la potencia.

La fuerza tractiva en la barra de un tractor está expresada en la siguiente ecuación:

$$F.T. = \frac{375 \times H.P. \times 0.80}{V}$$

en donde:

F.T. = Fuerza tractiva en libras.

H.P. = Potencia nominal.

V = Velocidad en millas por hora.

Las especificaciones de las máquinas muestran la relación entre velocidad y tracción en la barra de tiro.

La resistencia al rodamiento es la fuerza que se opone al movimiento de una máquina sobre un camino a velocidad uniforme. Se calcula en función del peso del vehículo multiplicado por el coeficiente de Resistencia al Rodamiento.

$$R.R. = \underline{\text{Peso de la máquina x coeficiente de R.R.}}$$

La resistencia a la pendiente es la componente del peso de la máquina paralela al plano inclinado. Su valor está en función del peso del vehículo y de la pendiente.

$$R.P. = \text{Peso del vehículo x } \frac{\text{\% de pendiente}}{100}$$

Las resistencias al rodamiento y a la pendiente se restan a la fuerza tractiva en el gancho y se obtiene la fuerza tractiva disponible para realizar trabajo, sin olvidar que la máxima está definida por:

$$F.T.\ mx. = \text{Peso del tractor x coeficiente de tracción.}$$

Las tablas de la hoja número 16 nos muestran coeficientes de resistencia al rodamiento y de tracción.

LA RESISTENCIA AL RODADO EN CONDICIONES TIPICAS

	lb/ton	(kg/t)
Un camino estabilizado, pavimentado, duro y liso que no cede bajo el peso, regado y conservado ...	40	(20)
Un camino firme y liso, de tierra o con recubrimiento ligero, que cede un poco bajo la carga. Reparado con bastante regularidad, y regado	65	(35)
Nieve: compacta	50	(25)
suelta	90	(45)
Un camino de tierra, con baches y surcos, que cede bajo la carga; se repara muy poco, o nada, y no se riega. Los neumáticos penetran 1" (25 mm), o más	100	(50)
Camino de tierra con baches y surcos, blando, sin estabilizar y que no se repara. La penetración de los neumáticos es de 4" a 6" (100 a 150 mm)	150	(75)
Arena o grava suelta	200	(100)
Camino blando y fangoso con surcos, no se repara	200 a 400	(100 a 200)

El tamaño de los neumáticos y la presión del aire utilizados son factores que reducen o aumentan considerablemente las cifras de la tabla. Los datos indicados son bastante exactos para hacer estimaciones cuando no hay disponible la información específica sobre el rendimiento de un equipo determinado en terrenos de ciertas condiciones. Para información adicional, vea la Sección de Datos sobre Movimiento de Tierra.

COEFICIENTES APROXIMADOS DEL FACTOR DE TRACCION EN EL SUELO

	FACTORES DE TRACCION	
	Neumáticos	Carriles
Hormigón	0,90	0,45
Marga arcillosa, seca	0,55	0,90
Marga arcillosa, mojada	0,45	0,70
Marga arcillosa con surcos	0,40	0,70
Arena seca	0,20	0,30
Arena mojada	0,40	0,50
Cantera	0,65	0,55
Camino de grava suelta	0,36	0,50
Nieve compacta	0,20	0,25
Hielo	0,12	0,12*
Tierra firme	0,55	0,90
Tierra floja	0,45	0,60
Carbón amontonado	0,45	0,60

*Zapatas semiacadas = 0,27

Con los datos anteriores se puede calcular la producción de un tractor. La fuerza tractiva disponible determina la velocidad de marcha que a su vez nos -- permite calcular el tiempo del cilco; este se integra con tiempos fijos y tiempos variables. Los tiempos fijos son del orden de 0.15 - 0.25 min.

El rendimiento está expresado por:

$$R = \frac{E \times \text{Capacidad de la máquina en M3 sueltos.}}{\text{Tiempo del ciclo en minutos}}$$

R = M3 sueltos/hora.

E = Minutos por hora de trabajo generalmente de 45 a 50 minutos.

Para obtener volúmen compacto habría que dividir el resultado entre el coeficiente de abundamiento, después de aplicar los factores de corrección correspondientes al tipo de trabajo que se realiza.

La producción de una máquina también puede obtenerse por observación directa, midiendo el volúmen excavado en un tiempo determinado.

El tractor excavando con una hoja del tipo recto o angulable puede dar distintas producciones dependiendo de las condiciones del trabajo que esté realizando y del tipo de material que esté moviendo.

En pendientes positivas tendrá menor rendimiento que si trabaja cuesta abajo. En zanjas su producción será mayor pues el material excavado no puede escurrirse por los lados. En acarreos largos habrá tendencia a perder volúmen excavado en el trayecto. En la tabla de la página número 18 se muestran las pendientes en las -- cuales pueden trabajar los tractores de carriles.

La calidad y granulometría del material que se excava influyen en la producción horaria, pues no es lo mismo manejar arena suelta o tierra vegetal que una roca bien o mal tronada.

El proyecto desde luego tiene una influencia definitiva en los resultados. Un tractor con hoja angulable cortando en balcón y desperdiciando el material tendrá probablemente ventaja sobre otra máquina excavando el mismo material en secciones de tipo mixto o en tramos compensados. Cada caso requiere de coeficientes de corrección que son consecuencia de la observación y experiencia y que de no aplicarse pueden dar lugar a errores en el cálculo de la producción y redundan en los costos analizados a priori.

Al manejar cantidades de obra debe aclararse si se trata de volumenes en banco, sueltos o compactos y aplicar los factores de conversión volumétrica correspondientes.

Operar con eficiencia un tractor nos dará máximo rendimiento y mínimo costo por lo que es fundamental que el trabajo de la máquina esté respaldado por una organización adecuada que aporte servicios de combustibles, lubricantes, mantenimiento, reparaciones y personal en forma oportuna. La máquina no puede trabajar por si misma, necesita forzosamente atención como todos los bienes de producción en instalaciones fijas.

APLICACIONES.-

Los tractores tienen diversas aplicaciones y aditamentos específicos para cada caso, entre los principales están:

- Aditamento frontal llamado hoja o dozer.
- Arado o desgarrador adaptado en la parte posterior del tractor.

El tractor puede utilizar varios tipos de hojas topadoras y en este caso se le conoce con el nombre de bulldozer:

1.- Recta, que se utiliza para excavar acarreando el material hacia adelante.

2.- Angulable, que puede inclinarse en relación al avance del tractor.

3.- En "U", que tiene una mayor capacidad puesto que los lados forman una caja para evitar que el material se escurra.

4.- Amortiguada, para empujar y resistir los impactos.

5.- Desgarradora, que permite una mayor penetración en el terreno.

Cada hoja tiene una función específica, sin embargo las más frecuentes son: la recta y la angulable. Esta última muy popular pues tiene una gamás más amplia de aplicaciones. Todas vienen equipadas con piezas de desgaste como son la cuchilla en la parte inferior y las puntas de extremo o "gavilanes". Estas piezas son las que inician el afloje de la excavación y pueden cambiarse cada vez que se requiera, en esta forma se protege la hoja que es un elemento caro.

La hoja se monta en un marco que está acoplado al tractor y puede controlarse mediante cables o sistemas hidráulicos. El control de cable, es más sencillo en su mantenimiento, pero el control hidráulico resulta superior pues permite aplicar -

una mayor fuerza de penetración con una fácil manejabilidad. La única desventaja del control hidráulico podría ser el costo de reparaciones por una mala operación - al encontrar el tractor dificultades en la excavación. Los fabricantes de tractores - también lo son de sus propias hojas.

En las páginas 22,23,24,25,26 y 27 se muestran las características de las hojas topadoras para tractores Caterpillar modelos D-9, D-8 y D-7.

Modelo		9A	9S	9U	9R	9C
Tipo		Angulable	Recta	En "U"	Desgarradora	Amortiguada
Peso de embarque sin control: Para usarse con Control Hidráulico 193	–lb	14600	14600	16200	18300	12000
	–(kg)	(6600)	(6600)	(7400)	(8300)	(5400)
Dimensiones principales: (Tractor y topador) Longitud (hoja recta)	–pies	23'3 1/4"	23'2 3/4"	24'2 3/4"	23'3"	22'8 1/2"
	–(mm)	(7100)	(7100)	(7400)	(7100)	(6900)
Longitud (hoja en ángulo)	–pies	26'3 7/8"				
	–(mm)	(8000)				
Ancho (hoja recta)	–pies	15'11 3/4"	14'5 3/8"	15'9"	14'4 1/2"	10'1"
	–(mm)	(4850)	(4350)	(4800)	(4360)	(3050)
Ancho (hoja en ángulo)	–pies	14'2"				
	–(mm)	(4300)				
Ancho (sólo con bastidor "C")	–pies	12'1"				
	–(mm)	(3700)				

Modelo		9A	9S	9U	9R	9C
Hoja:						
Longitud	–pies.....	15'11 3/4"	14'5 3/8"	15'9"	14'4 1/2"	10'1"
	–(mm) ...	(4850)	(4350)	(4800)	(4350)	(3050)
Altura	–pulg ...	51 1/4"	71 1/2"	71 1/2"	71 1/2"	60"
	–(mm) ...	(1300)	(1820)	(1820)	(1820)	(1520)
Descenso máximo por debajo del suelo	–pulg ...	23 1/2"	21 1/4"	21 1/4"	21 1/4"	20 3/4"
	–(mm) ...	(600)	(540)	(540)	(540)	(530)
Inclinación lateral máx.	–pulg ...	10"	37 1/4"	40 1/2"	37 1/4"	
	–(mm) ...	(255)	(950)		(950)	
Ajuste máx. del ángulo de ataque			8°	8°	8°	
Giro de la hoja (a cada lado).....		25°				
Accesorios:						
Protector de empuje–Bastidor en "C"		Sí	No	No	No	No
–Hoja		No	Sí	No	Sí	No
Peso de embarque (instalada)	–lb	5420	1550		1550	
	–(kg).....	(2460)	(700)		(700)	

Modelo		8A	8S	8U	8R	8C
Tipo		Angulable	Recta	En "U"	Desgarradora	Amortiguada
Peso de embarque sin control:						
Para usarse con Control Hidr.183, Serie B	–lb	11600	10900	12100	15400	8900
	–(kg)	(5300)	(4950)	(5500)	(7000)	(4050)
Control de Cable 128	–lb	10600	10000	11200		9400
	–(kg)	(4800)	(4550)	(5100)		(4250)
Dimensiones principales: (Tractor y topador)						
Longitud (hoja recta)	–pies	21'8"	21'9"	22'7"	21'9"	22'1"
	–(mm)	(6600)	(6650)	(6900)	(6650)	(67[illegible])
Longitud (hoja en ángulo)	–pies	24'8 1/2"				
	–(mm)	(7550)				
Ancho (hoja recta)	–pies	15'2"	13'1"	13'9"	13'4"	13'[illegible]
	–(mm)	(4600)	(4000)	(4200)	(4050)	(4[illegible]0)
Ancho (hoja en ángulo)	–pies	13'9"				
	–(mm)	(4200)				
Ancho (sólo con bastidor "C")	–pies	11'4"				
	–(mm)	(3450)				

Modelo		8A	8S	8U	8R	8C
Hoja:						
Longitud	–pies.	15'2"	13'1"	13'9"	13'4"	9'10 1/2"
	–(mm) . . .	(4600)	(4000)	(4200)	(4050)	(3000)
Altura	–pulg.	43 5/8"	53 1/2"	53 1/2"	53 1/2"	48 1/4"
	–(mm) . . .	(1110)	(1360)	(1360)	(1360)	(1230)
Descenso máximo por debajo del suelo	–pulg.	21 3/4"	18 3/8"*	18 3/8"*	18 3/8"	21"*
	–(mm) . . .	(550)	(470)	(470)	(470)	(530)
Inclinación lateral máx.	–pulg.	13"	34 1/2"	35 3/4"	23 3/8"	
	–(mm) . . .	(330)	(880)	(910)	(590)	
Ajuste máximo del ángulo de ataque			10°	10°		
Giro de la hoja a cada lado		25°				
Accesorios:						
Cilindro de Inclinación Inclin.lateral máx., hidr.	–pulg		41 3/4"	44"	23 3/8"	
	–(mm) . . .		(1060)	(1120)	(590)	
Protec. de empuje – Bastidor "C"		Sí	No	No	No	No
– Hoja		No	Sí	No	Sí	No
Peso de embarque (instalada)	–lb	5535	750		750	
	–(kg).	(2510)	(340)		(340)	
Dimensiones del cable:						
Diámetro	–pulg . . .	1/2"	1/2"	1/2"		1/2"
	–(mm) . . .	(12,7)	(12,7)	(12,7)		(12,7)
Longitud para usarse con el Control de Cable No. 128	–pies.	92'6"	92'6"	92'6"		92'6"
	–(m)	(28)	(28)	(28)		(28)

*No hay límite en las unidades de Control de Cable.

Modelo		7A	7S	7U	7R
Tipo		Angulable	Recta	En "U"	Desgarradora
Peso de embarque sin control: Para usarse con Control Hidráulico No.173	–lb	6700	7100	7900	9100
	–(kg)	(3050)	(3200)	(3600)	(4150)
Control de Cable No.127	–lb	6200	6600		
	–(kg)	(2800)	(3000)		
Dimensiones principales: (Tractor y hoja topadora) Longitud (hoja recta)	–pies	18'0"	17'4"	18'10"	17'4"
	–(mm)	(5500)	(5300)	(5750)	(5300)
Longitud (hoja en ángulo)	–pies	21'0"			
	–(mm)	(6400)			
Ancho (hoja recta)	–pies	14'0"	12'0"	12'8"	12'0"
	–(mm)	(4250)	(3650)	(3850)	(3650)
Ancho (hoja en ángulo)	–pies	12'10"			
	–(mm)	(3900)			
Ancho (sólo con bastidor "C")	–pies	10'3"			
	–(mm)	(3100)			

Modelo		7A	7S	7U	7R
Hoja:					
Longitud	–pies	14'0"	12'0"	12'8"	12'0"
	–(mm)	(4250)	(3650)	(3850)	(3650)
Altura	–pulg	38"	50"	50"	50"
	–(mm)	(960)	(1270)	(1270)	(1270)
Descenso máximo por debajo del suelo	–pulg	16 3/4"*	17 1/2"*	17 1/2"	17 1/2"
	–(mm)	(425)	(440)	(440)	(440)
Inclinación lateral máx.	–pulg	18 3/4"	22 1/4"	23 3/4"	21"
	–(mm)	(475)	(560)	(600)	(530)
Ajuste máximo del ángulo de ataque					
Giro de la hoja a cada lado		25°	9°	9°	
Accesorios:					
Cilindro de inclinación lateral Inclin. lateral máx., hidr.	–pulg	19"	28 1/2"	30 1/4"	21"
	–(mm)	(485)	(720)	(770)	(530)
Protector de empuje–Bastidor en "C"		Sí	No	No	No
–Hoja		No	Sí	No	Sí
Peso de embarque (instalada)	–lb	1030	650		650
	–(kg)	(470)	(295)		(295)
Dimensiones del cable:					
Diámetro	–pulg	1/2"	1/2"		
	–(mm)	(12,7)	(12,7)		
Longitud para usarse con el Control de Cable No. 127	–pies	72'	72'		
	–(m)	(22)	(22)		

*No hay límite en las unidades de Control de Cable.

El bulldozer tiene diversas aplicaciones y es una máquina muy eficiente para excavar. Tiene ciertas limitaciones, especialmente en la distancia de acarreo y en el nivel del piso de excavación. Lo más conveniente para una mayor producción - sería no acarrear, como una excavación en un camino de penetración que va en - ladera, desperdiciando el material, caso poco frecuente, pues los acarreos medios - de un bulldozer son del orden de 30 metros a 50 metros. La distancia máxima de -- acarreo aconsejable es de 100 metros. En este caso se aumenta mucho el tiempo del ciclo por la baja velocidad del tractor y disminuye el rendimiento por lo que resulta anti-económico acarrear a distancias mayores de 100 metros. El escurrimiento del material por los lados de la hoja puede ser otro factor que limite la distancia del - acarreo.

El bulldozer tiene varios usos:

- Desmonte, desenraíce.
- Limpia de sitios para construcción
- Construcción y mantenimiento de caminos de acceso.
- Despalme de bancos y arreglo del piso de los mismos.
- Afloje de material para cargadores frontales.
- Afine tosco de taludes.
- Formación de bordos con préstamo lateral.
- Relleno de zanjas.
- Empujador de motoescrepas.
- Auxiliar en diversos procedimientos de construcción.
- Excavación y acarreo hasta 100 metros.
- Extendiendo material en terraplenes y remolcando equipo de compactación.

La actividad más frecuente es la de excavar y acarrear en distancias cortas, pero de cualquier modo en los grandes proyectos de Ingeniería Civil, casi siempre la vanguardia de la maquinaria la forman los bulldozers y a la vez es la última máquina en dejar la obra pues realizan la limpia final y la conformación de los terrenos atacados. Existen otros aditamentos para los tractores con los cuales tienen más aplicaciones, como son los desgarradores para afloje de excavaciones, las plumas laterales para construcción de ductos, los cucharones para carga de materiales, remolcador de escrepas y otros, pero en estos casos su función no es de bulldozer.

La capacidad de la hoja topadora es de:

$$V = \frac{L\,h^2}{2\,tg\,x}$$

V = Capacidad de la hoja.

L = Longitud de la hoja.

h = Altura de la hoja.

X = Angulo de reposo del material.

Si el talud del material es 2:1, $tg\,x = 1/2$

y $V = L\,h^2$

Cuando se trabaja cuesta arriba el volúmen disminuye 4% por cada 1% de pendiente. Al ir cuesta abajo es al contrario. En distancias mayores de 30 metros el rendimiento disminuye 5% por cada 30 metros adicionales.

Un buen operador procura acarrear el material entre montones formados previamente a los lados para evitar pérdida de material por escurrimiento, trabajar cuesta abajo cuando sea posible y trabajar en las velocidades adecuadas para no dañar la máquina.

Para calcular la producción de las hojas topadoras pueden utilizarse los datos contenidos en las páginas 31, 32, 33, 34 y 35 . En la página No. 35 se muestra el factor de corrección por trabajo en pendientes.

Un aspecto que no debe descuidarse nunca es el mantenimiento y la buena lubricación de la máquina. Cambios de aceite y filtros a tiempo, engrase y limpieza diaria, mantenimiento preventivo y operativo oportuno aumentan la vida de la máquina, disminuyen los costos de operación y reparación y benefician la producción. No es necesario conocerlo todo, recurrir al distribuidor para que haga el servicio y capacite al personal es una política correcta. Una máquina en buenas condiciones puede trabajar un 50% a 100% más de horas efectivas al año que una máquina cuyas condiciones de mantenimiento sean ineficaces. El costo horario de una máquina bien vigilada es menor al de una máquina mal cuidada e indudablemente dará mayor rendimiento.

PRODUCCION CON HOJAS TOPADORAS
CALCULO SEGUN FORMULAS Y REGLAS

Se puede obtener la producción estimada de una hoja topadora utilizando las gráficas de producción de las siguientes páginas, como también los factores de corrección aplicables. Debe usarse la siguiente fórmula:

Producción (m^3 sueltos/hr) (yd^3 sueltas/hr) = Producción máxima x Factores de corrección

Las curvas de producción de las hojas topadoras dan los rendimientos máximos no corregidos para hojas rectas y universales, y se basan en las siguientes condiciones:

1. 100% de eficiencia (60 minutos/hora).
2. Tiempos fijos de 0,05 minutos en máquinas con Servo-Transmisión.
3. La máquina excava por 50 pies (15 m), y luego empuja la carga para arrojarla desde el borde de una escarpa.
4. Densidad de la tierra: 2300 lb/yd^3 mater. suelto (1370 kg/m^3 mater. suelto), y 3000 lb/yd^3 en banco (1790 kg/m^3 en banco). El material se expande 30% (factor volumét. de conversión es 0,769).
5. Coeficiente de tracción:
   a. Máquinas de carriles – 0,5 ó más.
   b. Máquinas de ruedas – 0,4 ó más*
6. Se utilizan hojas de control hidráulico.

Para estimar la producción en yd^3 en banco, debe aplicarse el adecuado factor volumétrico de conversión (sección de Tablas) a la producción corregida, la cual se obtiene como se ha indicado.

Producción (m^3 en banco/hr) (yd^3 en banco/hr) = (m^3 sueltos/hr) (yd^3 sueltas/hr) x Factor volumét.

*Se supone que el coeficiente de tracción es por lo menos 0,4. Aunque las malas condiciones del suelo afectan tanto a los vehículos de carriles como a los de ruedas – lo cual obliga a empujar cargas más pequeñas a fin de compensar la pérdida de tracción en el suelo – los efectos en los de ruedas son mucho mayores, y su producción disminuye en mayor grado. Aunque no hay reglas exactas para anticipar dicha reducción, una regla empírica indica que los topadores de ruedas tienen 4% de pérdida por cada centésimo de disminución, cuando el coeficiente de tracción baja de 0,40. Por ejemplo, si éste es de 0,30, la diferencia es 10 centésimos (0,10), y la producción sería del 60% (10 X 4% = 40% de disminución).

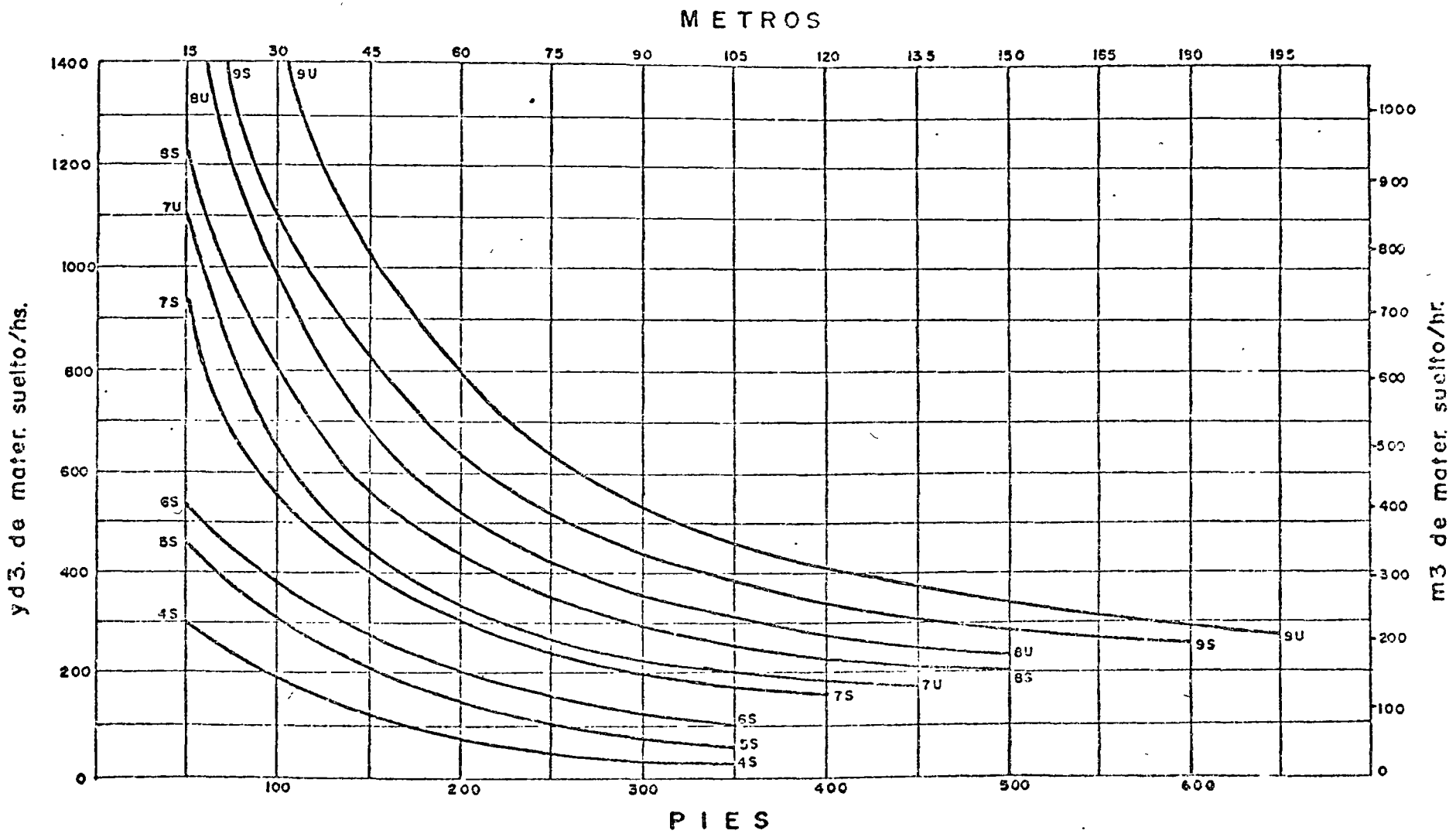
FACTORES DE CORRECCION

CORRECCIONES SEGUN LAS CONDICIONES DEL TRABAJO		Tractor de Carriles	Tractor de Ruedas
OPERADOR:	Excelente	1,00	1,00
	Bueno	0,75	0,60
	Deficiente	0-0,60	0-0,50
MATERIAL:			
1. Peso–factor de corrección:			
$\frac{3000\ lb/yd^3\ banco}{Peso\ efectivo/yd^3\ banco}$ ó $\frac{2300\ lb/yd^3\ sueltas}{Peso\ efectivo/yd^3\ sueltas}$			
2. Tipo–			
Material suelto amontonado . .		1,20	1,20
Difícil de cortar; congelado . .			
con cilindro de incl. lateral . .		0,80	0,75
sin cilindro de incl. lateral . .		0,70	––
hoja con control de cable . .		0,60	––
Difícil de empujar; se apelmaza (seco, material no cohesivo o material muy pegajoso) . .		0,80	0,80
Roca desgarrada o dinamitada . .		0,60-0,80	––
EMPUJE POR METODO DE ZANJA		1,20	1,20
EMPUJE CON DOS TRACTORES JUNTOS		1,15-1,25	1,15-1,25
VISIBILIDAD: polvo, lluvia, nieve, niebla u obscuridad		0,80	0,70
EFICIENCIA DEL TRABAJO:			
50 min/h		0,84	0,84
45 min/h		0,75	0,75
TRANSMISION DIRECTA (tiempo fijo de 0,1 min).		0,80	––
*HOJA:	Hoja angulable (A)	0,50-0,75	––
	Hoja amortiguada (C) . .	0,50-0,75	0,50-0,75
	Hoja con desgarradores (R).	1,00-1,50	––
	D5 de entrevía estrecha . .	0,90	––
	Material liviano hoja U (carbón)	1,20	1,20
	Hoja con caja (montones)	1,30	1,30

PENDIENTES: Véase la gráfica de factores de pendientes.

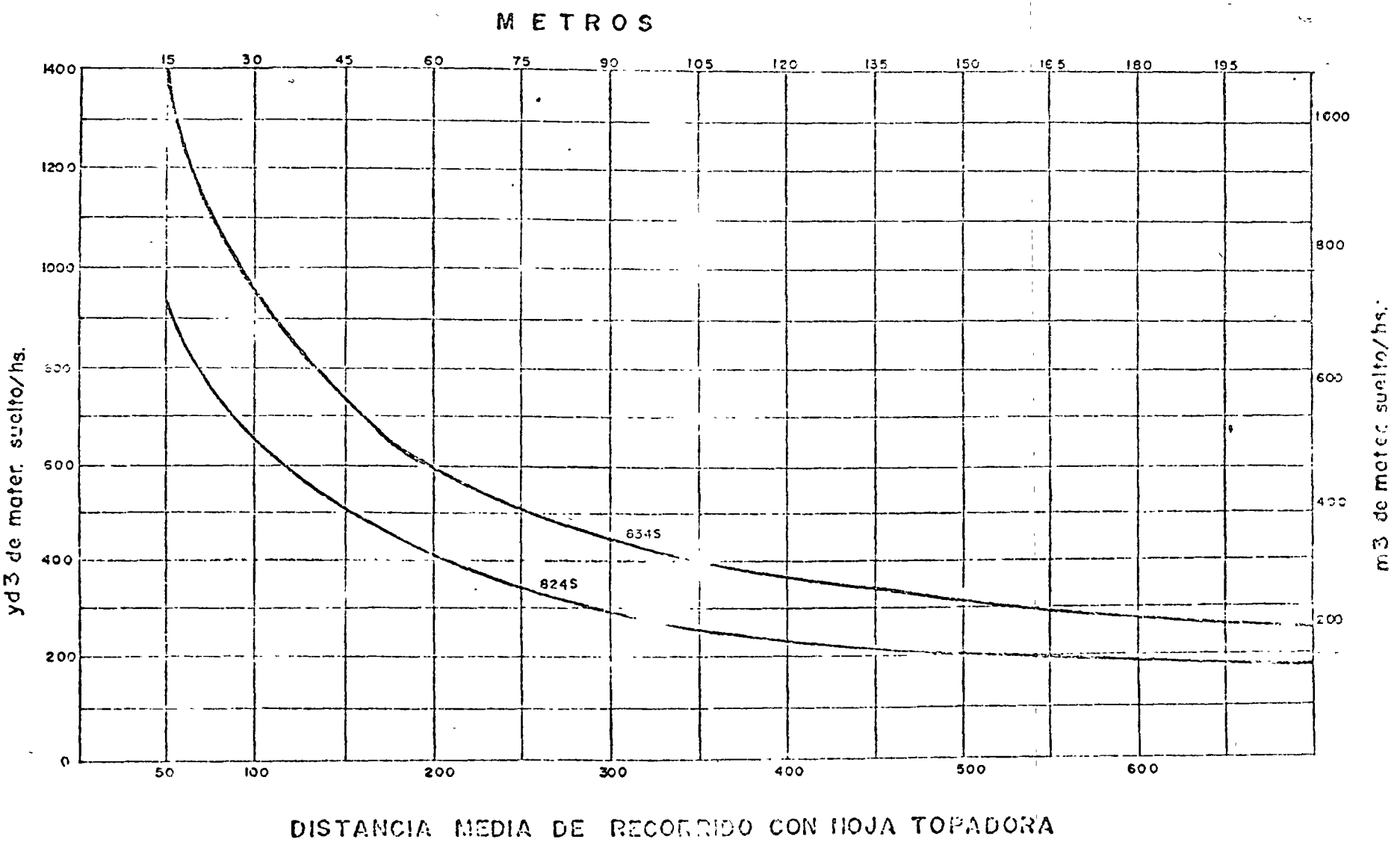
*NOTA: Las hojas angulables y las amortiguadas no se consideran implementos de producción. Según sean las condiciones del trabajo, la hoja A y la C rinden del 50 al 75% de las hojas rectas.
El objeto de las hojas con desgarradores es elevar la producción con materiales duros y aumentar la adaptabilidad de un tractor topador. En ciertas aplicaciones y condiciones de trabajo, a hoja R iguala o supera el rendimiento de la met

PRODUCCION ESTIMADA DE UN TRACTOR DE CARRILES CON HOJAS TOPADORAS UNIVERSALES Y RECTAS

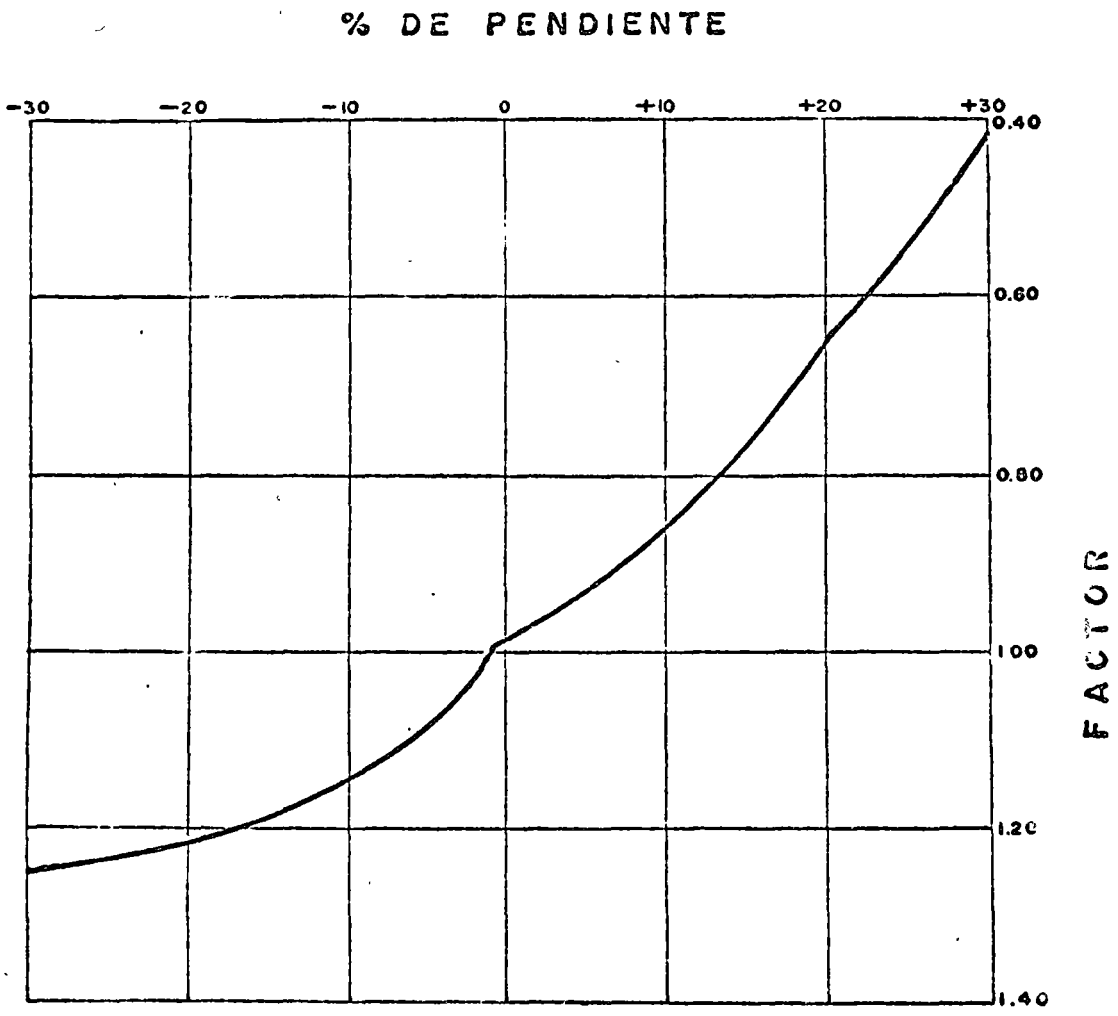


DISTANCIA MEDIA DE RECORRIDO CON HOJA TOPADORA

PRODUCCION ESTIMADA DE TRACTORES DE RUEDAS CON HOJA RECTA



FACTORES DE CORRECCION POR PENDIENTE



NOTA: (−) FAVORABLE
(+) DESFAVORABLE

Recientemente se está utilizando un método para el mantenimiento preventivo de los tractores que consiste en observar en un espectroscopio muestras de aceite obtenidas de los tractores. Estas muestras se toman con una jeringa, como si fueran muestras de sangre, se llevan al espectroscopio y se observa el contenido de residuos de metales o aleaciones de metales que se identifican con las distintas piezas del tractor. Si el residuo acusa un contenido superior a ciertos límites especificados se puede detectar cual es la pieza que debe sustituirse. En esta forma al cambiar una pieza oportunamente se evitan daños a otras partes del tractor, se hace la reposición oportuna eliminando así tiempos perdidos de operación.

En México la Caterpillar está dando este servicio en la Ciudad de Monterrey y es probable que proximamente se tenga el mismo servicio en la Ciudad de México.

DESGARRADORES

Otro aditamento muy útil de los tractores es el arado o desgarrador que en los últimos años ha venido a revolucionar la excavación en roca o de los materiales denominados como "C" ó "III", que normalmente requieren barrenación y uso de explosivos para su afloje pero que en muchos casos pueden atacarse con el uso del arado. Este es un implemento auxiliar pues de las tres actividades principales del movimiento de tierras que son: excavar, acarrear y colocar, solo realiza el afloje de la excavación.

El arado se acopla a la parte posterior del tractor y consiste en una viga horizontal la cual tiene en su extremo un vástago vertical y éste a su vez termina en su parte inferior en una punta llamada casquillo. Al penetrar el vástago con su casquillo en el terreno y ser jalados por la fuerza tractiva van rompiendo la estructura del material que se pretende excavar y logrando con esto el afloje requerido para que pueda cargarse mediante excavadoras frontales o motoescrepas o acarrearse con bulldozer, segun el procedimiento de construcción que se haya planeado de acuerdo con el proyecto.

El arado es un implemento muy antiguo que se utilizó principalmente para labores agrícolas, tirado por animales. Su aplicación en la industria de la construcción se inicia durante el presente siglo utilizando el tipo de control de cables, tirado por un tractor y que penetra en el terreno como consecuencia del peso propio del arado. El arado a base de controles hidráulicos, de más reciente diseño,

permite que la penetración esté provocada por el sistema hidráulico y por el peso del tractor.

Con el armado de tractores de mayor peso y potencia la acción de los desgarradores es más efectiva, pues el rendimiento depende fundamentalmente de esos dos factores.

Los desgarradores se fabrican de dos tipos: de bisagra y de paralelogramo, con uno o tres vástagos. Ambos tienen sus funciones específicas, pero en términos generales resulta más atractivo para los constructores el de paralelogramo equipado con un diente.

El de bisagra que puede ser de uno a tres dientes, tiene la desventaja de que al penetrar el vástago en el terreno modifica su angulo de inclinación. El de paralelogramo penetra conservando siempre el mismo angulo lo cual ofrece una mayor efectividad en el rompimiento del terreno. Este tipo de desgarrador puede realizar excavaciones a mayor profundidad y la distancia entre el vástago y el tractor aumenta, lo que permite desgarrar fragmentos de roca de mayor tamaño.

Anteriormente cuando el constructor se encontraba con el problema de excavar en roca, forzosamente tenía que recurrir al uso de equipo de barrenación y explosivos, en cambio actualmente con los arados, rocas con ciertas caracteristicas geológicas pueden atacarse en forma más económica, pues aparte del costo comparativo, se facilita su utilización al evitar una serie de recursos adicionales que requieren el uso de explosivos como llevar compresores y perforadoras con todo su equipo auxiliar, el personal , los riesgos y trámites correspondientes.

Antes de tomar la decisión del equipo por utilizar debe hacerse un cuidadoso análisis con objeto de ver cual resulta más conveniente, pero sobre todo tener alguna seguridad de que el material por excavar pueda desgarrarse. En algunos casos en donde la geología del proyecto le exige tendrán que usarse ambos procedimientos.

El arado tiene la ventaja de que acoplándose a un tractor, éste puede tener otros usos, como bulldozer o empujando máquinas.

Es fundamental conocer el tipo de material que se pretende excavar para decidir sobre el uso del arado. En términos generales la decisión no solo se apoya en la dureza de la roca sino en sus condiciones geológicas, pueden ararse si presenta las siguientes características:

- Fracturas y fallas.
- Planos laminados.
- Intemperización.
- Poca dureza.
- Grano grueso.
- Fragilidad
- Conglomerados empacados en materiales arcillosos.

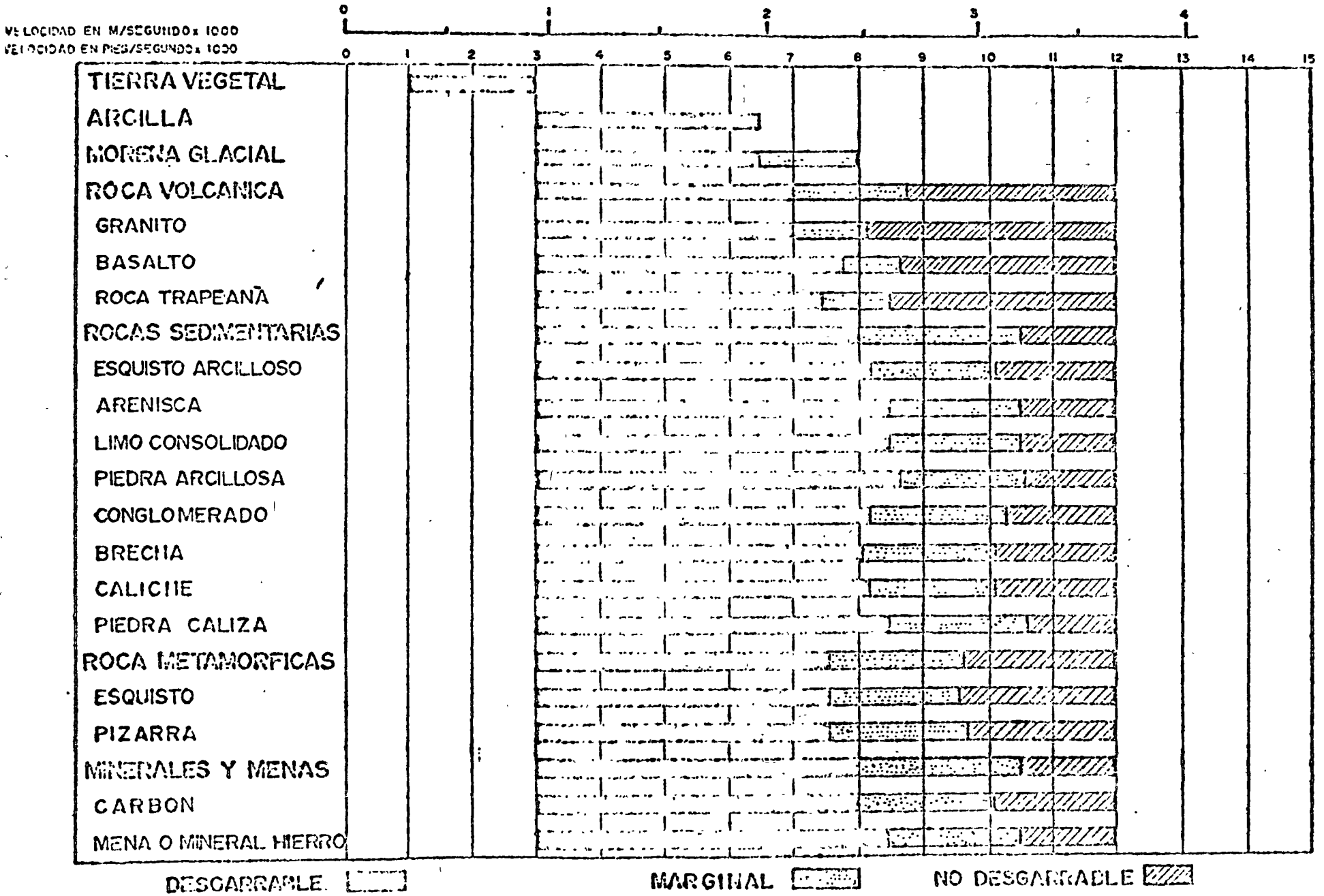
Lo anterior da un indicio de los materiales arables y deben confirmarse a través de exploraciones geológicas, muestras obtenidas mediante sondeos o la observación directa.

Ultimamente se aplica el sistema de refracción sismográfica, muy conveniente cuando se tiene bien definido el proyecto y localizados los sitios que pretenden explotarse. Se basa en que la velocidad de una onda sonora a través de un material compacto es mayor que a través de materiales suaves, de modo que las distintas velocidades sísmicas, definen ciertos límites dentro de los cuales los materiales son susceptibles a desgarrarse. Frecuentemente este sistema se complementa con -- perforaciones y observación directa, sin embargo, de aplicarse la refracción sismográfica deben analizarse con cuidado los resultados para evitar deducciones equivocadas o inciertas.

Se utiliza un aparato llamado geófono que consiste principalmente en un martillo que golpea una placa a diferentes distancias de un receptor, el cual mediante circuitos electrónicos señala el tiempo transcurrido, con lo que se obtienen las velocidades de las ondas sísmicas y se deduce el grado de consolidación de la roca. En las páginas números 41, 42 y 43 se presentan unas gráficas con los rendimientos de los tractores Caterpillar D9G, D8H y D7 equipados con desgarrador en función - de las velocidades sismicas en distintos tipos de materiales. Como se observa, a -- mayor potencia de tractor mayor rendimiento para los efectos de afloje mediante - arado. Para materiales suaves como tierras vegetales y las arcillas de baja velocidad sísmica es un desperdicio desgarrar, en cambio rocas volcánicas, sedimentarias o metamorficas son desgarrables hasta cierto límite según la velocidad de la onda sísmisa y esto puede redundar en menores costos de producción.

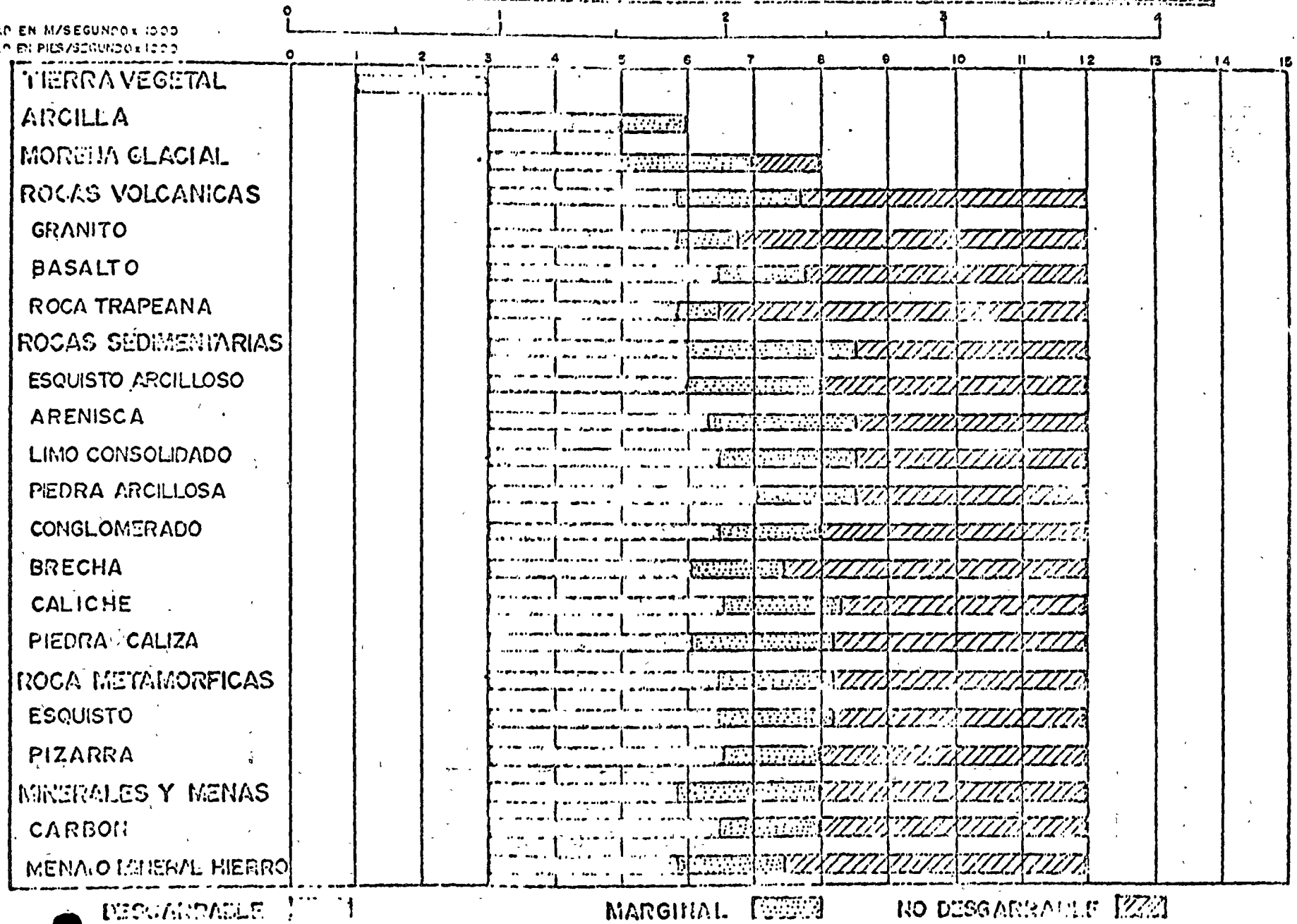
Rendimiento

RENDIMIENTO DEL DESGARRADOR NO. 9, SERIE D, DE UNO Y DE VARIOS VASTAGOS, EN TRACTOR D9G (385 hp) EN RELACION CON LAS VELOCIDADES DE LAS ONDAS SISMICAS



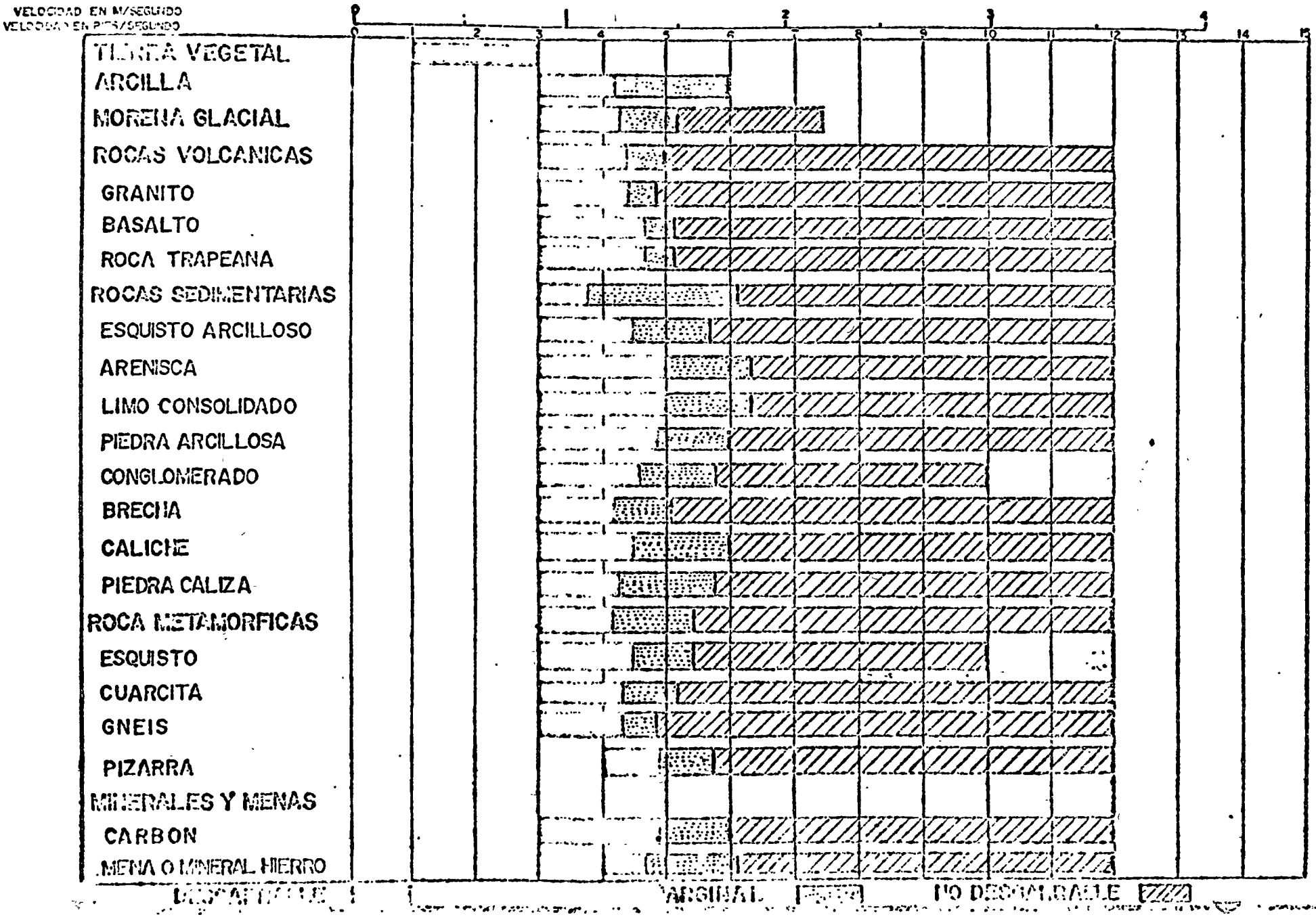
Rendimiento

RENDIMIENTO DEL DESGARRADOR NO. 8 SERIE D, DE UNO Y DE VARIOS VASTAGOS, EN TRACTOR D8H (270hp) EN RELACION CON LAS VELOCIDADES DE LAS ONDAS SISMICAS



Rendimiento

RENDIMIENTO DEL DESGARRADOR NO. 7 EN TRACTOR D7F (180hp) EN RELACION CON LAS VELOCIDADES DE LAS ONDAS SISMICAS



De no aplicarse sistemas como los anteriores para seleccionar el equipo - muchas veces el constructor en función de su propia experiencia define que -- materiales pueden atacarse con el arado. Pero siendo el arado un aditamento - que no limita la utilización del tractor, casi siempre se adquieren equipados - con desgarrador de cualquier tipo pues en caso de encontrarse materiales adecuados, se pueden aflojar sin tener la necesidad de recurrir a los sistemas convencionales de barrenación y uso de explosivos.

No debe olvidarse al analizar los costos comparativos que el aflojar roca - con explosivos actualmente resulta más económico con la aplicación de productos a base de nitrato de amonio.

Es frecuente que el constructor en muchas ocasiones no pueda definir fácilmente el tipo de arado que debe adquirir, pues la máquina que se va a utilizar puede trabajar en distintos proyectos y se presenta la duda de inclinarse por un arado tipo bisagra, tipo paralelogramo y de uno o tres dientes. Esto dependerá - de las características del material pues cada tipo de arado tiene su aplicación - propia, pero como se señaló anteriormente el de paralelogramo presenta muchas ventajas y mayor versatilidad. Un arado que trabaja con tres dientes, con mayor razon podrá rendir más con un solo diente; si el material es duro solo puede penetrar un diente. Si se tiene un arado de tres dientes podrán utilizarse todos o - trabajar solamente con uno, esto será siempre consecuencia de la experiencia y de la observación directa.

La longitud del vástago depende de la dificultad de ataque pero debe procurarse aprovecharla hasta donde sea posible, vigilando que no se rompan los vástagos. Ultimamente se ha diseñado un perno con controles hidráulicos que permite al operador del tractor ajustar la longitud necesaria sin moverse de su asiento y además los vástagos tienen una placa protectora para absorver los impactos de la roturación y con esto se evitan los rompimientos frecuentes.

Lo que más se desgasta al desgarrar roca son los casquillos, que se fabrican en tres tamaños: corto, intermedio y largo. Recomiendan los fabricantes usar el tipo de casquillo más largo posible siempre y cuando no se rompa. Esto nos lleva a tomar decisiones en función de resultados previos, pero lo importantes es evitar el rompimiento o desgaste prematuro de los casquillos pues encarecen el costo del desgarramiento.

La profundidad de penetración del vástago en las máquinas modernas puede ser hasta de 84 pulgadas, como cuando se requiere excavar en zanjas, pero esto significa un vástago con casquillos especiales y condiciones de uso rudo pues al aumentar la profundidad habrá tendencia a mayor desgaste y rompimiento de las piezas. Una penetración del órden de 30 ó 40 pulgadas es frecuente.

Los tractores sometidos a los trabajos de desgarramiento sufren deterioro en su sistema de tránsito por lo que es conveniente vigilar la correcta operación para disminuir hasta dónde sea posible los costos de reparación. Se recomienda el uso de zapatas de trabajo sobre roca de servicio extremo en lugar de usar zapatas anchas standard. Una mala operación disminuye los rendimientos y encarece los costos.

La velocidad de marcha al estar usando el arado es de 2 a 3 Km/hr., especialmente en el caso de encontrarse con materiales muy duros. De preferencia debe trabajarse cuesta abajo, sin embargo en ocasiones conviene trabajar cuesta arriba para que el peso del tractor permita una mayor penetración.

La distancia entre pasos del arado dependerá de las características de la roca y del sistema de carga del material. Si se usan motoescrepas es conveniente obtener tamaños adecuados para facilitar la carga. En caso de utilizar cargadores frontales o palas mecánica, esto permite tamaños mayores. Si el material aflojado se acarrea con bulldozer pueden modificarse aun más las distancias entre pasos. La realidad es que la separación entre cada paso del arado y la penetración del diente debe determinarse mediante tanteos sucesivos.

En la misma situación se encuentra la aplicación de uno o tres dientes, pues lo que busca el constructor es el máximo rendimiento, sin embargo la aplicación de un solo diente es más frecuente.

Los tractores que a su vez desgarren con el arado y empujen motoescrepas que están cargando el material, deben trabajar siempre en el mismo sentido para que puedan fácilmente ejercer ambas funciones.

Otras recomendaciones que señalan los fabricantes es la de aflojar en el sentido en que la estratificación del material facilite el desgarramiento y evitar que el diente penetre cuando el tractor está girando.

Cuando se encuentran materiales que oponen mucha resistencia al desgarre y previo análisis cuidadoso, pueden utilizarse dos tractores en tandem, el que va adelante equipado con el arado y el que va atras empujando al primero y aplicando el peso de su hoja topadora sobre el propio arado. En caso de aplicar este procedimiento los arados vienen equipados con un adaptador que recibe la carga horizontal y vertical del tractor empujador.

En las páginas 48, 49 y 50 se presentan las especificaciones de los desgarradores Caterpillar que se acoplan a tractores de carriles modelos D8 y D9. Existen otras marcas de arados que pueden adquirirse en el mercado y el propio fabricante del tractor lo es de este aditamento.

MODELOS ACTUALES CAT
ESPECIFICACIONES

DESGARRADORES – TRACTORES DE CARRILES	No. 9D	No. 9D	No. 9D	No. 8D
	Un vástago Desgarramiento Standard Profundo	Varios vástagos	Un vástago Desgarramiento Standard Profundo	Varios vástagos
Tipo	Ajustable	Ajustable	Ajustable (opción de ajuste manual o hidráulico)	Ajustable (opción de ajuste manual o hidráulico)
Modelo	D9G	D9G	D8H	D8H
Dimensiones principales – tractor y desgarrador				
Longitud, desgarrador alzado – pies y pulg	23'6"	21'11"	22'4"	20'9"
– (mm)	(7200)	(6700)	(6500)	(6300)
Longitud, desgarrador abajo – pies y pulg	24'11"	23'4"	23'7"	22'0"
– (mm)	(7600)	(7100)	(7200)	(6700)
Ancho máximo de desgarrador – pies y pulg	9'11"	9'11"	9'2"	9'2"
– (mm)	(3000)	(3000)	(2800)	(2800)
Viga:				
Longitud – pies y pulg	4'1"	9'5"	4'1"	8'3"
– (mm)	(1240)	(2850)	(1240)	(2500)
Sección – pulg	14" x 15"	14" x 15"	14" x 15"	12" x 12 1/2"
– (mm)	(355 x 380)	(355 x 380)	(355 x 380)	(305 x 320)
Espacio libre bajo la viga – levantada – pulg	72 1/4"	72 1/4"	65 3/4"	64"
– (mm)	(1840)	(1840)	(1670)	(1630)
en posición baja – pulg	9 1/4"	9 1/4"	16"	14"
– (mm)	(235)	(235)	(405)	(355)

MODELOS ACTUALES CAT
ESPECIFICACIONES

DESGARRADORES – TRACTORES DE CARRILES	No. 90		No. 90	No. 80		No. 80
	Un vástago Desgarramiento Standard	Profundo	Varios vástagos	Un vástago Desgarramiento Standard	Profundo	Varios vástagos
Vástagos (uno standard – otros dos optativos):						
Número de vástagos	1		3	1		3
Posiciones de los vástagos	4	6	2	4	6	2
Longitud con la punta –pulg	87"	109"	72"	87"	109"	65"
–(mm)	(2210)	(2750)	(1830)	(2210)	(2750)	(1650)
Sección –pulg	3 1/2" x 14"		3" x 13"	3 1/2" x 14"		3" x 13"
–(mm)	(89 x 355)		(76 x 330)	(89 x 355)		(76 x 330)
Espacio de centro a centro –pulg			53"			46"
–(mm)			(1350)			(1170)
Penetración máxima –pulg	55"	77"	40"	48"	70"	28"
–(mm)	(1400)	(1960)	(1020)	(1220)	(1780)	(710)
Longitud de las puntas –pulg	12"		12"	12"		12"
–(mm)	(305)		(305)	(305)		(305)
Espacio libre bajo la punta Vástago levantado –pulg	44 1/2"		33 1/2"	37 3/4"		32"
–(mm)	(1130)		(850)	(960)		(810)

MODELOS ACTUALES CAT
ESPECIFICACIONES

DESGARRADORES – TRACTORES DE CARRILES	No 90	No. 80	No. 80	No. 80
	Un vástago Desgarramiento Standard Profundo	Varios vástagos	Un vástago Desgarramiento Standard Profundo	Varios vástagos
Cilindros hidráulicos: Dos de doble acción, diám. y carrera				
Punta –pulg ..... –(mm).....	8.25" x 20.67" (210 x 525)	8.25" x 20.67" (210 x 525)	7.25" x 16.50" (184 x 420)	7.25" x 16.50" (184 x 420)
Levantamiento –pulg ..... –(mm).....	9.25" x 21.03" (235 x 530)	9.25" x 21.03" (235 x 530)	8.25" x 18" (210 x 455)	8.25" x 18" (210 x 455)
Ajuste total del vástago				
Hidráulico	33°	33°	28°	28°
Manual			10°	10°
Peso, con inclusión de un diente				
Instalado –lb ..... –(kg).....	13500 13900 (6100) (6300)	14500 (6500)	9700* 9900* (4400) (4500)	9300* (4200)
Peso de cada diente adicional				
Instalado –lb ..... –(kg).....		800 (365)		700 (320)
ACCESORIOS DEL DESGARRADOR–Puntas optativas:				
Longitud media –pulg ..... –(mm).....			13 1/2" (345)	13 1/2" (345)
Largas –pulg ..... –(mm).....	13 1/2" (345)	13 1/2" (345)	15 1/2" (395)	15" (395)
Extractor hidráulico de pasadores	Optativo Standard	ND	Optativo Standard	ND

ND = No disponible *Ajuste manual del vástago. El ajuste hidráulico aumenta el peso en 200 lb (91 kg).

RENDIMIENTO.-

La producción de un tractor aflojando material con un arado dependerá de la separación entre los pasos, profundidad del vástago y de la potencia de la máquina. Influye la velocidad de marcha pero como ya se indicó debe vigilarse cuidadosamente no exagerarla, pues puede dañar seriamente la máquina.

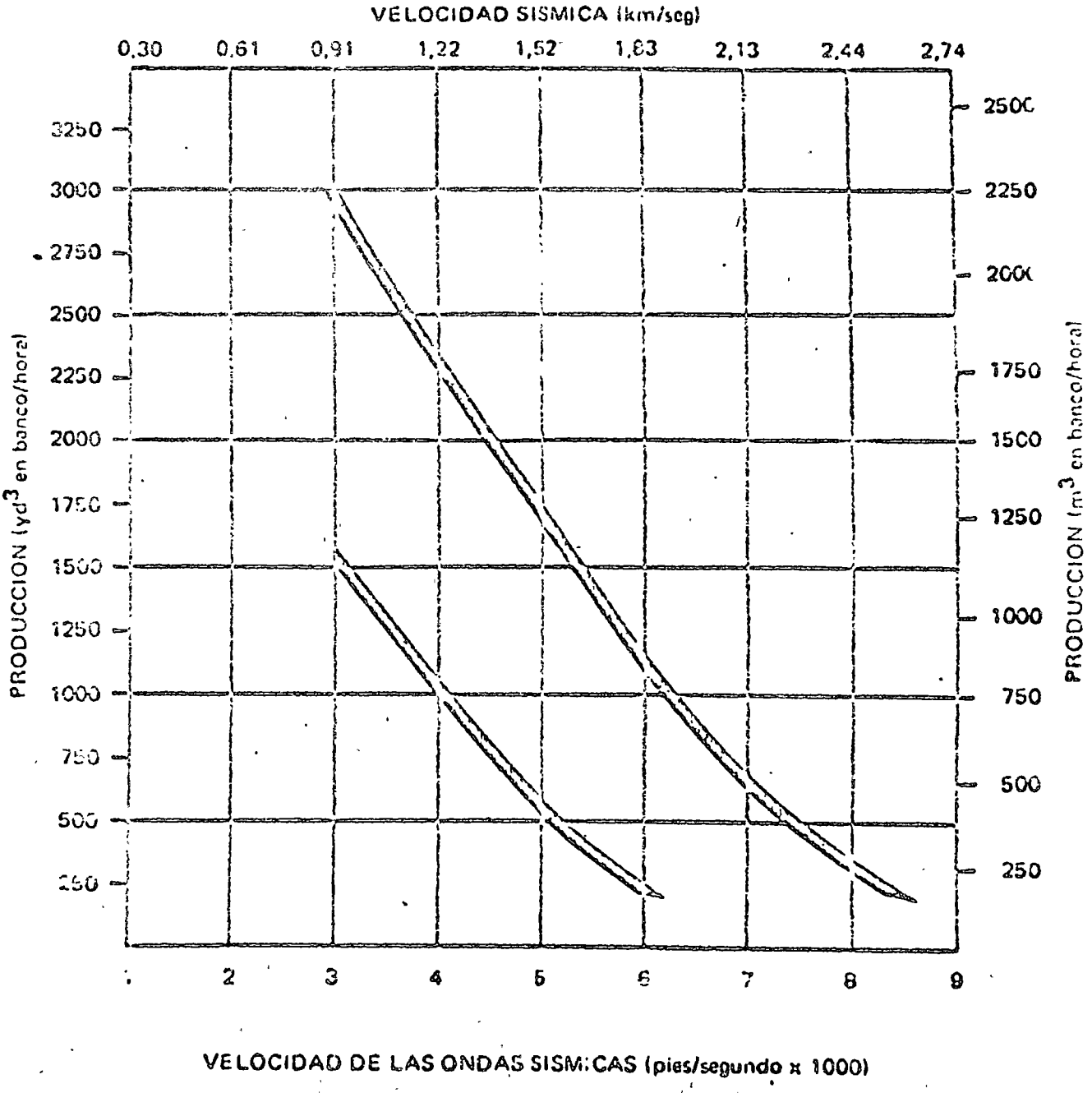
Para determinar la producción se puede aplicar la siguiente formula:

$$P = \frac{a \times h \times v}{n} \times f$$

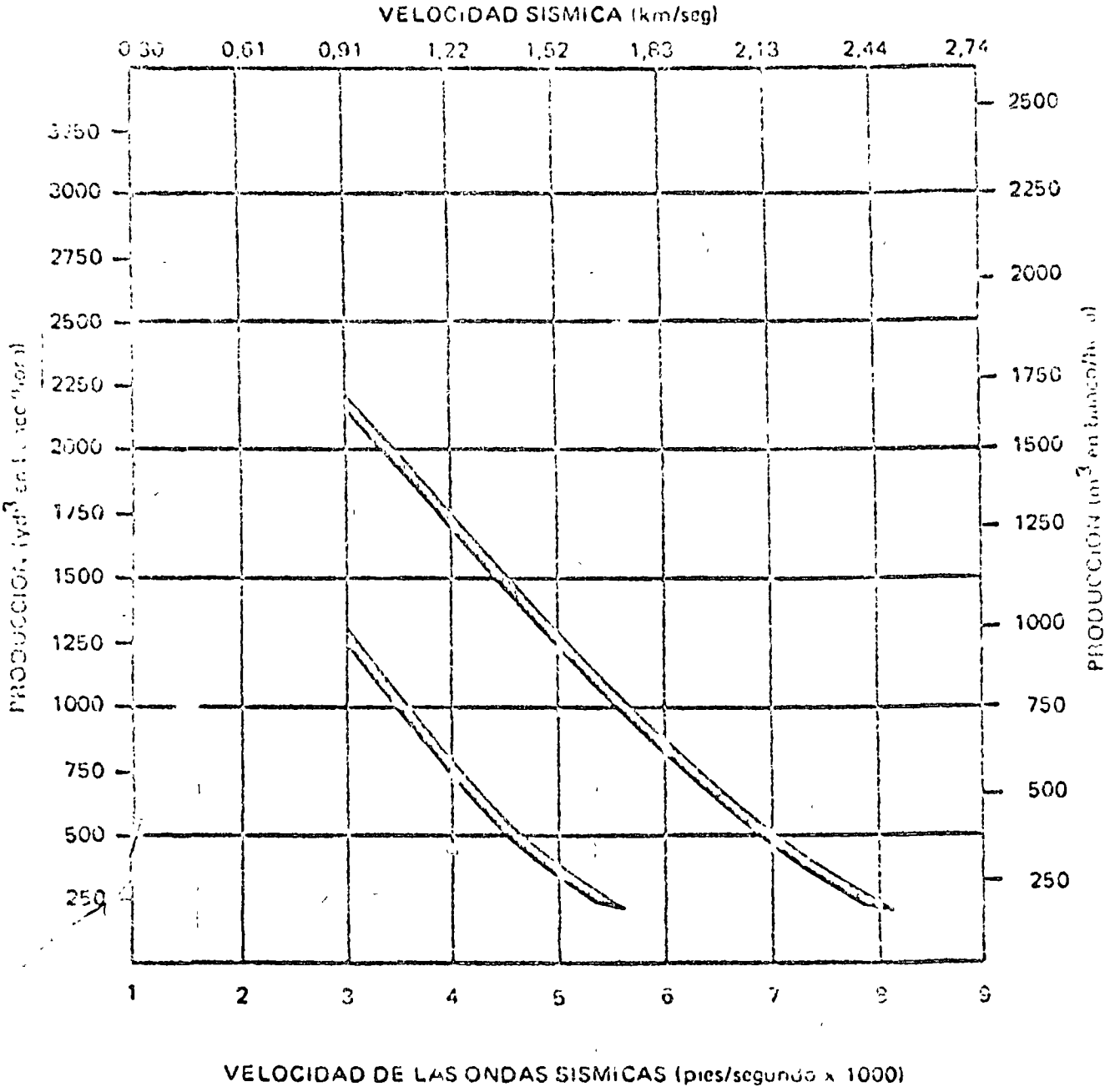
- P, es la producción en M3/hr.
- a, la separación entre pasos en metros.
- h, la penetración del vástago en metros.
- v, la velocidad en metros/hora.
- n, el número de pasos requeridos para aflojar el material.
- f, factor de corrección que se determina por observación directa según el tipo de material de que se trate.

En las páginas 52 y 53 se presentan las producciones estimadas de desgarradoras montando en tractores Caterpillar D9G y D8H. Representan condiciones ideales, por lo que su aplicación debe manejarse con cuidado y adaptándose al tipo de trabajo que se está realizando. Se considera en estas gráficas que las máquinas trabajan con una eficiencia de 100% y para velocidades sísmicas mayores de 6 000 pies/segundo debe reducirse la producción en un 25%. Es preferible usar la curva de menor producción y aplicar factores de corrección.

PRODUCCION ESTIMADA DE UN DESGARRADOR 9D montado en un D9G

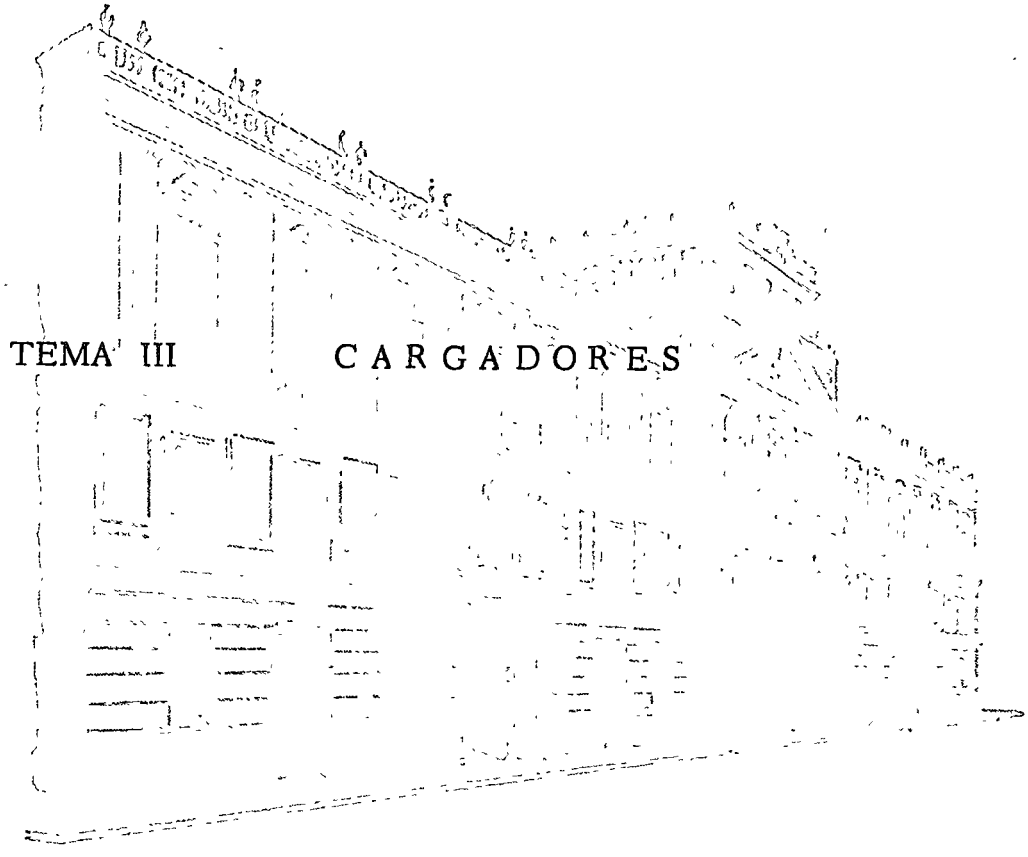


PRODUCCION ESTIMADA DEL DESGARRADOR 8D montado en tractor D8H



centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS



TEMA III CARGADORES

ING. CARLOS M. CHAVARRI M.

JUNIO-JULIO, 1977.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tel: 521-40-20

ORIGEN DE LOS CARGADORES

La evolución de tractores potentes para el movimiento de tierras y el manejo de otros materiales pesados se ha producido con tal rapidez que es imposible generalizar acerca de las mejoras adicionales que aún puedan conseguirse en este tipo de máquinas. En los pocos años transcurridos desde la segunda guerra mundial, el desarrollo de nuevos tipos de neumáticos, grupos motopropulsores, convertidores de par, transmisiones automáticas, reducciones por planetarios en las ruedas, materiales estructurales y diseño general del tractor han hecho una realidad tanto de los tractores de ruedas como de orugas que son en la actualidad adecuados virtualmente para todo tipo de trabajo intensivo realizable con tractor.

Originalmente los tractores cargadores sólo tenían movimiento de giro del bote y vertical a lo largo de un marco que le servía de guía al bote, que se colocaba en la parte delantera del tractor Cuando el bote estaba a nivel de piso, el tractor avanzaba hacia adelante y el bote se introducía en el material para cargar; después se subía el bote a base de cables y poleas accionadas por una toma de fuerza del motor del tractor, y con el bote en esta posición, el tractor se movía hasta colocarse con el bote en la parte superior del vehículo, que se deseaba cargar y se dejaba que el bote girara por el peso del material, y del bote mismo, aflojando uno de los cables de control. De este tipo de equipo quedan muy pocos trabajando pero fueron el origen de los actuales. Estas máquinas tenían embrague de fricción y ejes de tipo usado en automoción, apenas si podían realizar trabajos de carga de materiales sueltos.

El trabajo pesado, incluyendo la excavación de material en su estado natural, estaba reservado casi por entero a las excavadoras giratorias montadas sobre orugas.

Los tractores cargadores de hoy en día nacieron principalmente de las necesidades económicas de la vida. El constructor de carreteras, por ejemplo, se enfrentó con el uso de maquinaria que no se adaptaba al ritmo de aumento del costo de los trabajos. Acudió pues, a los fabricantes de maquinaria para la construcción; la necesidad inmediata era conseguir una máquina que excavara y cargara, es decir, un tractor cargador que proporcionase:

a) Mayor producción
b) Menor costo de funcionamiento
c) Mayor movilidad
d) Más facilidad de servicio

Para esto fue necesario desarrollar, motores más potentes, mejores transmisiones, componentes hidráulicos más eficaces, en el caso de cargadores con llantas éstas deberían de ser más grandes y con base más ancha, diseñadas para suministrar la tracción y flotación necesaria.

Todo el concepto de mover una amplia variedad de materiales, en mayores cantidades, a menor costo gracias a la velocidad, potencia y movilidad, operando eficazmente, y con una sola máquina, pasó de ser un proyecto para convertirse en un hecho tan pronto como los ingenieros desarrollaron los nuevos componentes.

El campo de aplicación de los tractores sobre ruedas se ha popularizado al resolverse paulatinamente el problema histórico de obtener en la barra de arrastre la potencia adecuada en las más variadas condiciones, problema que ha señalado durante mucho tiempo la división entre tractores de oruga y sobre neumáticos.

En el año de 1954, Clark Equipment Company, lanzó al mercado su primer tractor Michigan con tracción en las cuatro ruedas, convertidor de par, transmisión automática y reducciones planetarias en las ruedas, bajo la denominación de cargador modelo 75-A, el papel del tractor de ruedas en las tareas de movimientos de tierras y manejos de otros materiales pesados, se hallaba estrechamente limitado.

Al principio, en la línea de tractores cargadores, resultaba evidente que el eslabón más débil eran los organismos de transmisión de la fuerza motriz desde el motor hasta las ruedas. De hecho, para fabricar una línea de tractores cargadores que pudiese resistir las cargas de una ardua excavación y al mismo tiempo proporcionar otras características deseables, se hizo preciso proyectar piezas diseñadas exclusivamente para este tipo de máquina.

El convertidor de par remplazó al embrague convencional. Para excavar y cargar materiales compactos el convertidor suministra un par de torsión que varía en forma continua. A diferencia del embrague de fricción corriente, el convertidor de par tiene la capacidad de multiplicar la porción. El par de torsión suministrado se adapta automáticamente a la demanda de carga. Para aprovechar plenamente la potencia que se desarrolla mediante el conjunto motoconvertidor de par, se instaló un cambio automático de cuatro velocidades. Todos los ejes se montaron sobre rodamientos de bola y rodillos, de larga duración y funcionamiento suave. Los engranajes de toda la gama de velocidades hacia adelante y hacia atrás engranan en toma constante. Los embragues hidráulicos de acción rápida que controlan el par suministrado al árbol principal de transmisión se accionan con facilidad y precisión mediante la palanca de control situadas en la columna de dirección.

Los ejes motores, tanto el de dirección como el de carga y sus carcasas hubieron de fabricarse con aceros de la más alta resistencia, para que pudieran soportar las durísimas condiciones de trabajo inherentes a la utilización de las máquinas en los terrenos más accidentados.

En el eje motor de dirección la fuerza de accionamiento es transmitida por el árbol del eje al piñón planetario a través de una junta universal.

Ponemos de relieve los puntos que anteceden sencillamente porque fueron, y aún son, factores esenciales en el diseño de un tractor realmente funcional y adecuado para infinidad de aplicaciones. Gracias a esta tecnología avanzada han surgido nuevas oportunidades para la aplicación de motores mayores y más potentes, neumáticos y otros componentes de las eficientes máquinas que constituyen los tractores cargadores.

Los cargadores son equipo de excavación, carga y acarreo y por esta causa es más conveniente en algunos casos que la pala mecánica, pues en ésta es necesario el uso de camiones para el acarreo del material aunque sea a distancias cortas.

Cuando se comparan las palas mecánicas con los cargadores, se ve que una pala mecánica tiene una duración de vida de dos a tres veces mayor que un cargador, pero hay que hacer notar que la pala mecánica impone un gasto mayor de capital, amortización e intereses del capital invertido. Por otra parte el alto costo de transportación de esta maquinaria de una obra a otra es mucho mayor.

La movilidad del cargador es superior, pues éste puede moverse fuera del área de voladura rápidamente y con seguridad; y antes de que el polvo de la explosión se disipe el cargador puede estar recogiendo la roca regada y preparándose para la entrega de material.

El uso de cargadores da soluciones modernas a un problema de acarreo y carga de materiales, con la finalidad de reducir los costos y elevar la producción.

El objeto principal de este trabajo es evaluar el cargador frontal de hoy en día con relación al trabajo que realiza para la construcción.

CLASIFICACION DE LOS CARGADORES

Por conveniencia podemos clasificar a los cargadores desde dos puntos de vista: en cuanto a su forma de descarga y en cuanto al tipo de rodamiento.

A) Por la forma de efectuar la descarga se clasifican en.
   a) Descarga Frontal
   b) Descarga Lateral
   c) Descarga Trasera

Descarga Frontal

Los cargadores con descarga frontal son los más usuales de todos. Estos voltean el cucharón o bote hacia la parte delantera del tractor, accionándolo por medio de gatos hidráulicos

Su acción es a base de desplazamientos cortos y se usa para excavaciones en sótanos, a cielo abierto, para la manipulación de materiales suaves o fracturados, en los bancos de arena, grava, arcilla, etc. También se usa con frecuencia en rellenos de zanjas y en alimentación de agregados a plantas dosificadoras o trituradoras.

Una derivación de este tipo de descarga, es cuando se usa el cucharón tipo concha de almeja al que también se le llama bote de uso múltiple. Este se puede abrir en dos para cargar o descargar, además de que se puede usar como bote de descarga frontal.

El objeto de que el bote se abra es que, cuando el labio superior que es el que forma la caja del bote se separa de la parte vertical y ésta queda como cuchilla topadora, y se puede usar como tal, además de que cuando está cargando se pueden forzar ciertos materiales a entrar dentro de él al cerrar las dos partes del bote. En la parte trasera del cucharón, un par de cilindros hidráulicos de doble acción hacen que éste se abra o se cierre.

Descarga Lateral

Los de descarga lateral tienen un gato adicional que acciona al bote volteándolo hacia uno de los costados del cargador. Esto tiene como ventaja que el cargador no necesita hacer tantos movimientos, para colocarse en posición de cargar al camión o vehículo que se dese, sino que basta que se coloque al vehículo paralelo.

Desde luego este tipo es más caro que el de descarga frontal, y sólo se justifica su uso en condiciones especiales de trabajo, por ejemplo, en sitios donde no hay muchos espacios para maniobras, como en rezaga de túneles de gran sección, o en cortes largos de camino, ferrocarriles o canales.

Descarga Trasera

Los equipos de descarga trasera se diseñaron con la intención de evitar maniobras del cargador. En éstos el cucharón ya cargado pasa sobre la cabeza del operador y descarga hacia atrás directamente al camión o a bandas transportadoras o a tolvas, etc.

Estos equipos resultan sumamente peligrosos y causan muchos accidentes, porque los brazos del equipo y bote cargado pasan muy cerca del operador.

Algunos de estos equipos han sido diseñados con una cabina especial de protección, pero ésto resta eficiencia a la máquina porque reduce la visibilidad, además de que añade peso al cargador.

En realidad han sido desechados para excavaciones a cielo abierto y sólo se usa en la rezaga de túneles, cuya sección no es suficientemente amplia, para usar otro tipo de cargador.

A este equipo de descarga trasera diseñado especialmente para excavaciones de túneles, se les llama rezagadoras y hay algunas fábricas que se han dedicado especialmente a perfeccionarlos por lo que en muchas ocasiones resulta ser el equipo adecuado para cargar el producto de la excavación dentro de túneles. Vienen montados generalmente sobre orugas, aunque algunos pequeños vienen sobre ruedas metálicas que ruedan sobre una vía previamente instalada dentro del túnel. Es muy raro encontrar este equipo montado sobre llantas.

B) Clasificación por la forma de Rodamiento:
   a) De Carriles (orugas)
   b) De Llantas (neumáticos)

Las orugas son de calibre ancho para mejorar la estabilidad contra el volcamiento lateral cuando acarrean cargas pesadas.

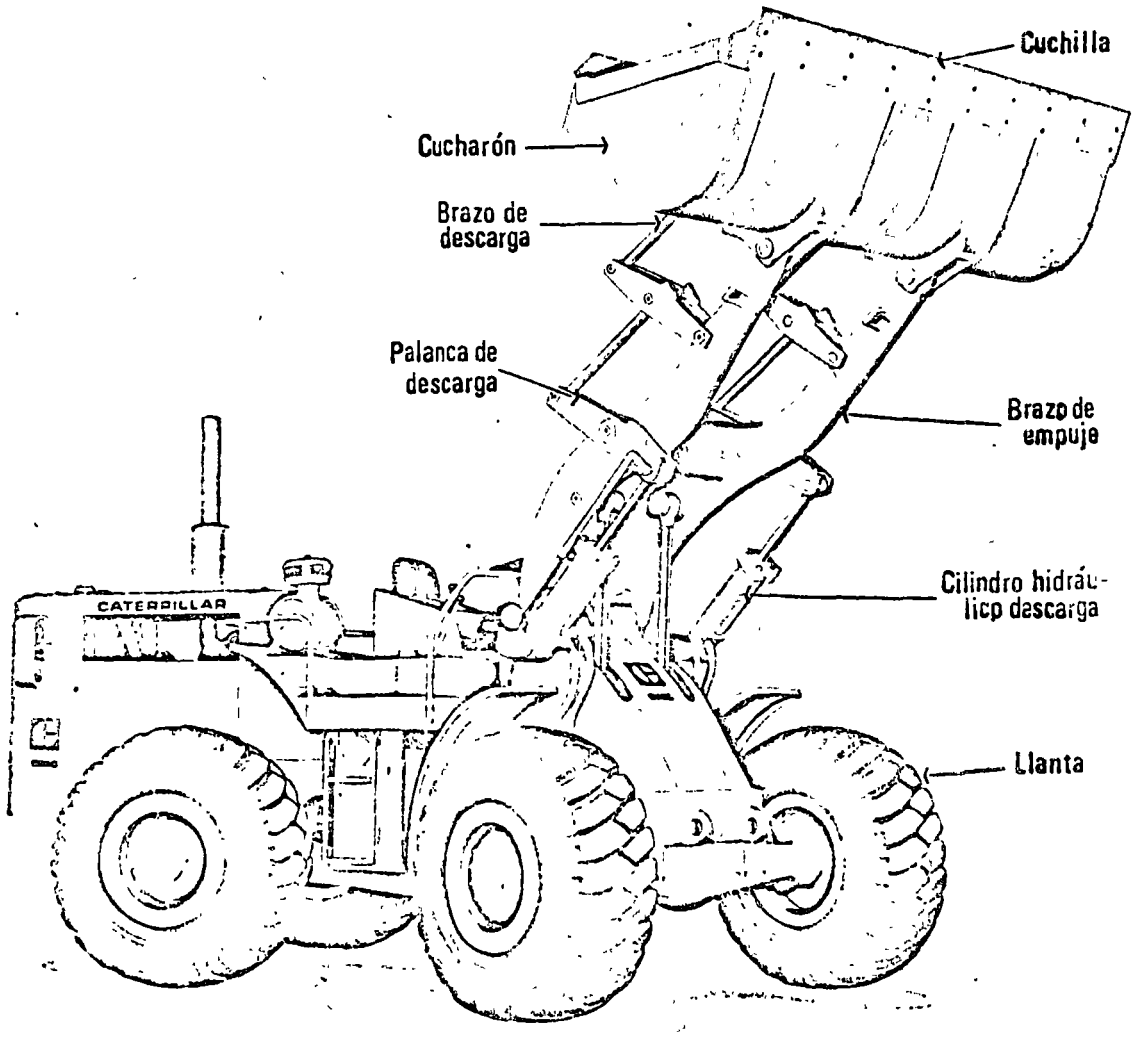
Los cargadores montados sobre llantas pueden ser de dos o cuatro ruedas motrices Generalmente se utilizan llantas muy grandes. Estas sirven para proporcionar una excelente flotación que les permite trabajar en la mayoría de los terrenos.

En el siguiente capítulo, se tratará con detalle los diferentes trabajos que pueden desarrollar tanto los cargadores montados sobre orugas, como los de llantas.

DESCRIPCION
DE
LOS
CARGADORES
FRONTALES

CARGADORES FRONTALES MONTADOS SOBRE NEUMATICOS

Los cargadores frontales montados sobre neumáticos, son equipos de excavación, carga y acarreo que tienen un cucharón o bote para estos fines y que se adaptan en la parte delantera de los tractores (Fig. 6).



Mediante la selección del convertidor de par, bombas, motores adecuados, ejes de transmisión, diferencial y reducciones planetarias perfectamente conjuntados para suministrar la máxima potencia utilizable con pérdidas por rozamientos mínimos, se pueden realizar las siguientes funciones:

1. Transmitir fuerza suficiente a las ruedas para proporcionar una acción de empuje adecuado al peso de la máquina.

2. Suministrar fuerza al sistema hidráulico que excavará, levantará y volcará las cargas adecuadas por anticipado.

Estas máquinas por tanto no son simples tractores equipados con componentes adecuados para la excavación y carga, sino que son máquinas básicamente proyectadas para excavar, elevar y cargar, cada uno de ellas formada por componentes estructurales, motrices y mecánicos, plenamente integrados y concebidos para trabajar conjuntamente.

NEUMATICOS

Si los motores y trenes de transmision han experimentado cambios lo suficientemente amplios para hacer posible la consecusión del moderno cargador, para trabajos intensivos, los neumáticos también han evolucionado. Los de base estrecha inflados a alta presión han sido sustituidos por neumáticos de amplia base, alto índice de tracción, gran flotación y larga vida en sercicio.

Quizás el resultado más significativo de las investigaciones sobre neumáticos, llevadas a cabo por fabricantes, es el desarrollo de neumáticos de gran base, sin cámara, especiales para el movimiento de tierra y para actuar sobre roca. Las presiones de inflado más bajas y las bases más amplias, han impulsado a una reconsideración de los conceptos de resistencia a la rodadura

Otro resultado de la investigación llevada a cabo con neumáticos de base ancha es el referente a la presión por pulgada cuadrada ejercida sobre el suelo por el neumático, que es aproximadamente igual a la presión de

inflado del neumático.

Se ha conseguido aún otra mejora que relaciona la duración de los neumáticos con la cantidad de lonas utilizadas en su fabricacion según las diversas condiciones de trabajo. Se ha demostrado mediante una gran cantidad de estudios efectuados sobre el terreno que, por ejemplo, un neumático del tipo que se utiliza en las máquinas para el movimiento de tierra, equipado con pocas lonas, suministra un área de apoyo superior.

En contra de la creencia popular de que los neumáticos de los cargadores se deterioran bajo condiciones de trabajo intensivo en proporción similar, e incluso superior a los de los neumáticos de las motoescrepas, la experiencia nos demuestra lo contrario. El armazón básico del neumático montado en un cargador se desgasta mucho más despacio, debido a que la cantidad de calor generada en el neumático es menor a la que se produce en el mismo neumático cuando este es utilizado en una motoescrepa. Esto es debido principalmente por que tanto la velocidad y distancia de acarreo de los cargadores, son menores que los de la motoescrepa.

El tractor básico del cargador se ha diseñado para permitir modificaciones en la distribución del peso, ya sea mediante el inflado de los neumáticos con agua o adición de contrapesos, por lo que se puede adaptar con mayor precisión a las diversas condiciones de trabajo.

Existe una gran variedad de tamaños de neumáticos, número de lonas y diseño de cubiertas adecuadas para su utilización en los cargadores, por lo que por considerarlo interesante anexamos la tabla que a continuación se muestra.

Dimensión Neumático	Número de lonas	Tipo de Neumático	Precio agosto-1975
23.5 x 25	20	L-3	26,538.00
	24	L-2	29,297 00
26.5x25	14	L-3	26,900 00
	16	L-3	32,552.00
29.5x25	22	L-4	46,285.00
29.5x29	22	L-3	47,967.00
	28	L-4	53,361.00
33.25x35	20	L-3	66,305.00
	25	L-3	77,738.00

L-2 Tipo de Tracción
L- 3 Para Roca
L-4 Para Roca (huella profunda)

A los neumáticos se les designan, generalmente por tres números visibles en la cara lateral por ejemplo, 23.5 x 25-20 indican: el primero la anchura nominal exterior en pulgadas, el segundo, el diámetro de la llanta en pulgadas y el tercero el número de lonas

Protección de los Neumáticos

Para aumentar la duración de las costosas llantas, se debe recomendar a los operadores que no acomoden las cargas mediante arrancones y frenajes bruscos, pues esta pésima costumbre, se traduce en severos impactos y frecuentemente causan la rotura del tejido de las lonas de los neumáticos.

La presión de aire apropiado, es base para la duración y el buen funcionamiento de estos equipos.

Cuando la superficie de rodamiento está compuesta de materiales

abrasivos y fragmentos de roca que puedan dañar a los neumáticos, es práctica recomendable proteger a éstos, por medio de accesorios que constan de zapatas y eslabones de acero (Fig. 7).

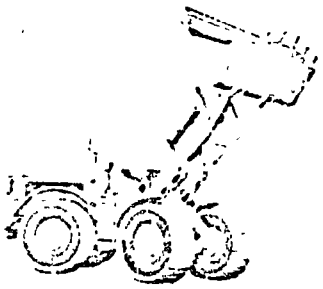


Fig. 7. Cargador Frontal con Cadenas amortiguadas.

Para resolver el problema de las cortaduras y daños por calentamiento de los neumáticos, en los cargadores de gran producción, se usa una llanta sin ceja (beadless), que consiste en un cinturón de montaje reemplazable, que está compuesto de zapatas de acero

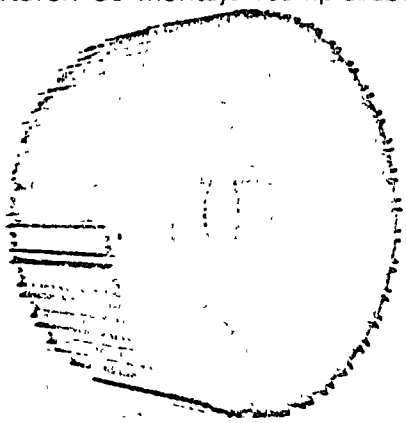


Fig. 8. Beadless

Este tipo de llantas se importan actualmente de Alemania pero está en proyecto fabricarlas en México.

Las ventajas principales que se obtienen al utilizar estas llantas son: su más larga duración y su más bajo costo de operación, para los usuarios.

MANDOS FINALES

Los cargadores montados sobre neumáticos pueden ser de dos o cuatro ruedas motrices.

Por las duras condiciones de trabajo los cargadores de dos ruedas motrices están siendo desplazados en el movimiento de tierra y ,su aplicación más bien es para fines agrícolas.

Los cargadores con tracción en las cuatro ruedas, puesto que aprovechan un mayor porcentaje de peso en la máquina comparado con los de tracción en un solo eje, realizan la acción de excavado y acarreo mucho mejor.

La mayoría de los cargadores de cuatro ruedas motrices se dirigen con las ruedas traseras. Sin embargo, los hay con dirección frontal e inclusive en las cuatro ruedas.

Algunos cargadores utilizan un mecanismo de dirección que hacen girar la mitad delantera del tractor, incluyendo el sistema articulado del tractor y el cucharón, alrededor de un pivote central (Fig. 9). Esto ofrece las mismas ventajas que los de dirección en las ruedas traseras, manteniendo el peso del cargador directamente detrás del cucharón y haciendo que todas las ruedas sigan el rastro del trayecto del cucharón. Además, permite que el cucharón gire antes de que vire el tractor, aumentando la facilidad de la colocación, tanto en el banco como sobre el camión, reduciendo de esta manera el tiempo consumido en la distancia de recorrido entre banco y el camión.

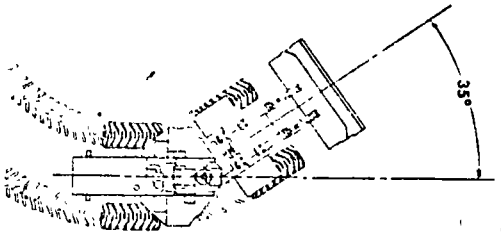


Fig. 9. Dirección de Bastidor

La fuerza de empuje describe la capacidad que tiene una máquina para hacer penetrar la cuchara en el material que se excave. La fuerza de

tracción útil disponible y las condiciones del terreno determinan la fuerza de empuje disponible. Si el operario de la máquina permite que patinen las ruedas, ello significa que se ha alcanzado la fuerza de empuje máximo y nada se consigue sino reducir la duración de los neumáticos. Puesto que el debido ajuste entre la unidad motriz y la máquina permite que el cargador haga patinar las ruedas en velocidad baja, cuanto mejores sean las condiciones del terreno, mayor esfuerzo tractor puede ser desarrollado para incrementar la acción de empuje.

El eje delantero del cargador es el que soporta los mayores esfuerzos resultantes de la excavación y el transporte de la carga.

El eje oscilante trasero se ha perfeccionado mediante el uso del sistema de dirección de doble émbolo accionado hidráulicamente, lo que proporciona al operario un manejo eficaz de la dirección con un mínimo esfuerzo. Ello permite la obtención de máxima maniobrabilidad y perfecto control del vehículo. El eje oscilante es especialmente valioso en terrenos accidentados, debido a que asegura la permanencia de las cuatro ruedas sobre el suelo con objeto de proporcionar el máximo esfuerzo de tracción.

SISTEMA DE FRENOS

Los cargadores cuentan con frenos de servicio y para estacionamiento. Los primeros son hidráulicos, con circuitos independientes para los ejes delantero y trasero; y están dotados de un sistema de alarma con objeto de que cuando se produzca algún fallo en cualquiera de los circuitos, entre en función el freno de emergencia de modo automático y se detenga la máquina. Los segundos, son de disco y se aplican manualmente.

Es importante hacer notar las ventajas que representa una adecuada conservación del sistema de frenos, ya que el costo tan elevado del equipo, nos obliga a ser muy cuidadosos en este renglón y si a eso aunamos la seguridad que representa para el personal que de alguna forma esté laborando cerca de la zona de maniobras de las máquinas, la buena conservación del sistema nos garantiza un manejo seguro y eficaz, tanto para el equipo como para el elemento humano.

CUCHARONES

Toca ahora hablar de los elementos básicos de carga, es decir, de los cucharones. Para ello, mencionaremos los diferentes tipos existentes en el mercado, concretándonos a continuación, a hacer una breve descripción de los mismos.

a) Bote Ligero
b) Bote Reforzado
c) Bote Super Reforzado con Dientes
d) Bote para Demolición
e) Bote Eyector de Roca
f) Bote de Rejilla.

a) Bote Ligero

Los equipos que únicamente van a cargar materiales sueltos y poco abrasivos tienen un bote ligero y en la parte extrema del labio inferior están reforzados por una cuchilla que es la que primero entra en el material que se va a mover (Fig. 10)

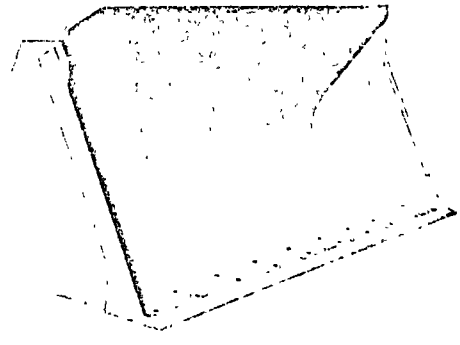


Fig 10. Bote Lig

b) Bote Reforzado

Cuando se necesita excavar además de cargar entonces el bote es un poco más fuerte que el anterior y viene equipado con una serie de puntas o dientes repartidos en el mismo sitio en que el anterior lleva cuchilla. Los dientes tienen por objeto facilitar la penetración del cucharón dentro del

material (Fig 11).

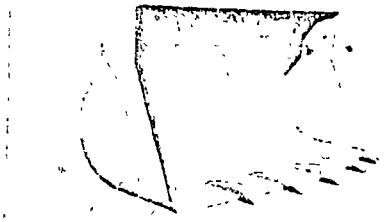


Fig. 11. Bote de Dientes para Excavar y Cargar.

Estos dientes están cubiertos por un castillo de acero especial, resistente a la abrasión y cuando sufren desgaste considerable se cambian por nuevos con objeto de proteger a los dientes y al bote mismo.

c) Bote Super Reforzado con Dientes

Cuando el material que se va a cargar es roca fragmentada o lajar entonces se debe usar un bote especial, super reforzado, que es igual al bote de excavaciones pero más fuerte (Fig. 12). Algunos botes para roca tienen su borde inferior en forma de "V" y no llevan dientes sino cuchilla (Fig. 13).

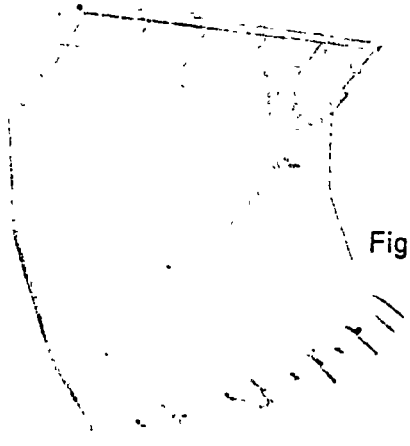


Fig. 12. Bote Super Reforzado

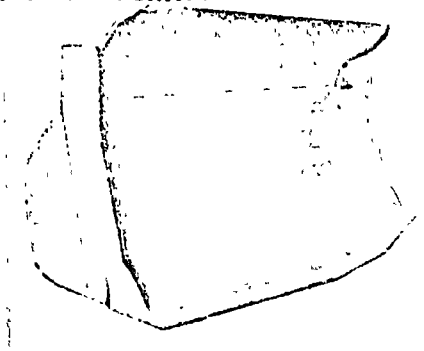


Fig. [illegible] roca con borde inferior en "V"

d) Bote para Demolición

Este tipo sirve para cargar desechos y escombros de forma irregular, para esto cuenta con una mandíbula con fuerza hidráulica cuyos bordes son dentados (Fig. 14). Las planchas laterales son desmontables para mejor agarre de materiales grandes.

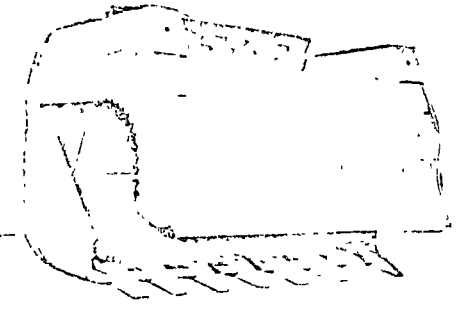


Fig. 14. Bote para Demolición

e) Bote Eyector de Rocas

El eyector es utilizado para descargar el material que se encuentra en el bote, ya que éste avanza hasta el extremo delantero, por esta causa es posible regular la eyección del material a fin de situar bien la carga y minimizar los choques en la caja del camión. La cuchilla en "V" truncada facilita la penetración y la carga (Fig 15).

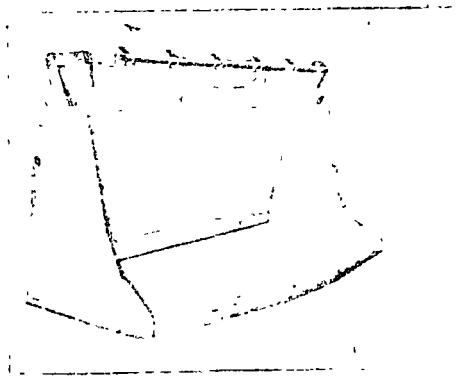


Fig. 15. Bote Eyector de Roca

f) Bote de Rejilla

Se utiliza para el manejo de roca suelta. Las aberturas del fondo permiten que el material indeseable caiga a través de éstas (Fig. 16).

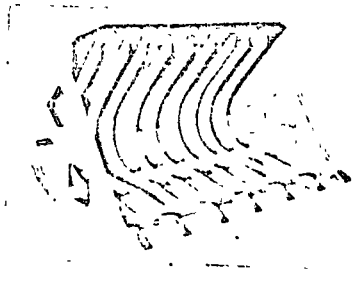


Fig. 16. Bote de Rejilla

Los fabricantes además de estos tipos hacen otros según las necesidades del cliente.

Capacidades

La resistencia mecánica de toda la máquina y en particular de los componentes de los brazos y la cuchara, ha de ser suficiente para soportar las tremendas fuerzas que se desarrollan durante esta parte del ciclo de trabajo del cargador. Probablemente de ninguna otra parte del diseño básico del cargador, tienen los fabricantes tantas opiniones diferentes, como en el método de construir las piezas que componen el conjunto de brazos-cuchara, para mejor resistir las cargas de choque de excavación, elevación, acarreo y volteo. Cuanto menor sea el número de puntos articulados, palancas acodadas y elementos de conexión, mayor será el período de tiempo que puede esperarse que el mecanismo brazo-cuchara funcione sin fallas estructurales.

Intimamente ligado a lo anterior esta la capacidad de los botes los cuales varían con la potencia del tractor, el uso al que se destine y también debe relacionarse al tamaño de las unidades de transporte. Por lo que si se desea adaptar uno de estos equipos a un tractor, es conveniente consultar los catálogos correspondientes, porque cada equipo ha sido diseñado para un tractor determinado, y lo anterior por lo general no será posible, ya que estos equipos vienen adaptados al tractor que corresponde desde la fábrica; pero vale la pena tenerlo en cuenta, pues una mala adaptación puede costar mucho dinero y ser infructuosa.

Las capacidades más usuales de los botes varía de 1/2 a 5 yd^3, aunque actualmente hay fábricas que están haciendo equipos más grandes, que pueden dar magníficos resultados en determinados trabajos, de los que más adelante se hablará.

SISTEMA HIDRAULICO

El conjunto brazo-cuchara de los cargadores, se acciona por medio de un sistema hidráulico, que está formado por una bomba que recibe movimiento del motor del tractor, un depósito general de aceite, una red de circulación cerrada del fluido, los correspondientes pistones y los controles instalados al alcance del operador en el puesto de mandos en el propio tractor.

Casi en todos los cargadores son dos pares de gatos los que se accionan, sirviendo uno de los pares para subir y bajar el equipo, mientras que el otro para accionar el cucharón en sus movimientos de excavación y volteo.

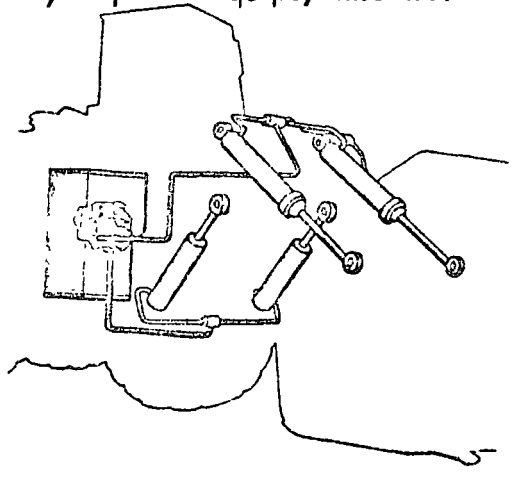


Fig. 17. Sistema Hidráulico

El tamaño de los cilindros, la presión hidráulica y la longitud de los brazos de palanca mediante los cuales se transmite la fuerza hidráulica, nos determina la fuerza de ruptura que puede ser desarrollada en el borde de ataque de la cuchara.

Los cilindros de elevación proporcionan la fuerza suficiente para elevar una carga capaz de hacer bascular la máquina sobre su eje delantero, cuando la cuchara se encuentra situada en su posición de máximo alcance hacia adelante. Esta carga se define como carga de vuelco.

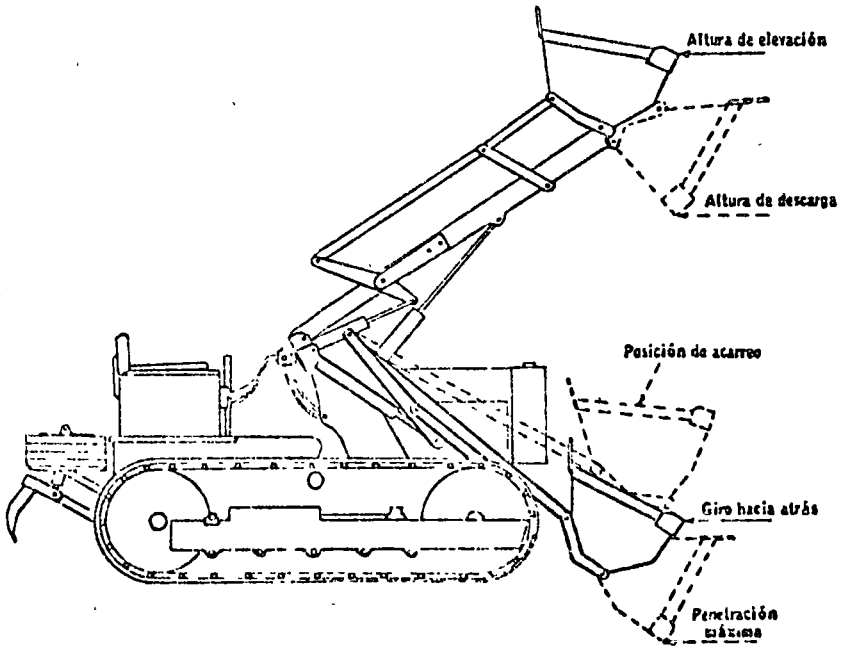
El mismo efecto se puede conseguir sujetando el borde de ataque de

la cuchara, mediante algún objeto fijo haciendo que la máquina bascule sobre su eje delantero, aplicando la fuerza de ruptura disponible. Puesto que no se puede realizar prácticamente ningún trabajo con la máquina, cuando uno de los ejes está levantado sobre el suelo, la fuerza de ruptura o capacidad de elevación que exceda del punto de carga de vuelco no tiene significado práctico alguno.

Como es lógico suponer otra bomba hidráulica independiente a la del sistema de carga y descarga de material, permite en todo momento accionar la dirección del cargador. Este sistema de dos bombas proporciona rendimientos óptimos cuando la máquina se encuentra debidamente conjuntada con el convertidor de par y con la adecuada selección de marchas.

CONTROLES AUTOMATICOS

Algunos cargadores tienen el mecanismo de descarga dispuesto de tal



Si no se desea esta inclinación hacia atras, el operador puede usar el control de descarga para contrarrestarla. Además algunos tipos o marcas de cargadores están dotados de unos interuptores especiales automáticos, que se accionan con el pie, para detener la elevación a la altura máxima o en algún otro punto elegido y para regresar el cucharón al ángulo de excavación después de la descarga, teniendo como ventaja estos dispositivos que permiten al operador utilizar ambas manos sobre los controles del cargador mientras maniobra.

MOTOR

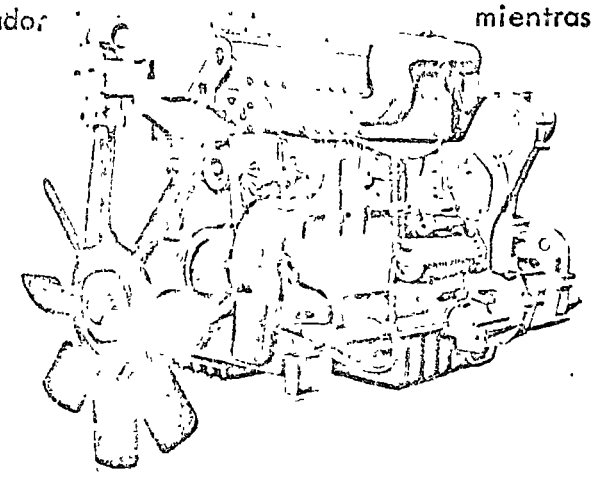


Fig. 19.Motor Caterpillar de Diesel D343 (988)

El puesto del operario por lo general se encuentra en la parte delantera del cargador pues ésto permite una visibilidad máxima de la zona de trabajo y mejor distribución del peso, debido al efecto contra-pesante del motor. Se dispone igualmente de mejor accesibilidad para el servicio, puesto que el motor se encuentra alejado de los mecanismos de carga.

El motor de los cargadores por lo general es de diesel, con potencias que varían de 80 a 570 H.P., de cuatro tiempos y de cuatro a ocho cilindros, todo esto dependiendo de las características de cada cargador.

Las marcas de los motores que se usan con más frecuencia son caterpillar, Cummins y General Motors.

Una de las funciones del motor de un cargador, es proporcionar la potencia necesaria para generar fuerza hidráulica para el movimiento del bote y la dirección. Hasta el 35% de la potencia del motor en H.P. es recomendable para satisfacer a ésta. La otra función es transmitir fuerza suficiente a las ruedas para proporcionar una acción de empuje adecuado, para que se cumpla, nunca se debe hallar en la barra de tiro, menos del 65% restante, deducida la fuerza de arrastre del vehículo; siendo ésta la fuerza requerida para mover el vehículo durante el transcurso de la prueba con la transmisión en punto muerto, expresándose en libras e incluye como variables mecánicas los rozamientos en los cojinetes de las ruedas, en el engranaje diferencial y otras fricciones, el esfuerzo requerido para "flexionar" los neumáticos, para compactar o desplazar el material sobre el que avanza la máquina y la tracción necesaria para remontar las irregularidades de la superficie.

CARGADORES FRONTALES MONTADOS SOBRE ORUGAS

Al conjunto formado por el tractor de orugas y el equipo se le llama cargador frontal, tractor pala y más comúnmente traxcavo, que es la degeneración del nombre de un modelo de una marca determinada, pero que en México se ha generalizado y se le nombra así a la de todas las marcas (Fig. 20).

En cuanto al sistema hidráulico, controles automáticos, cucharones y

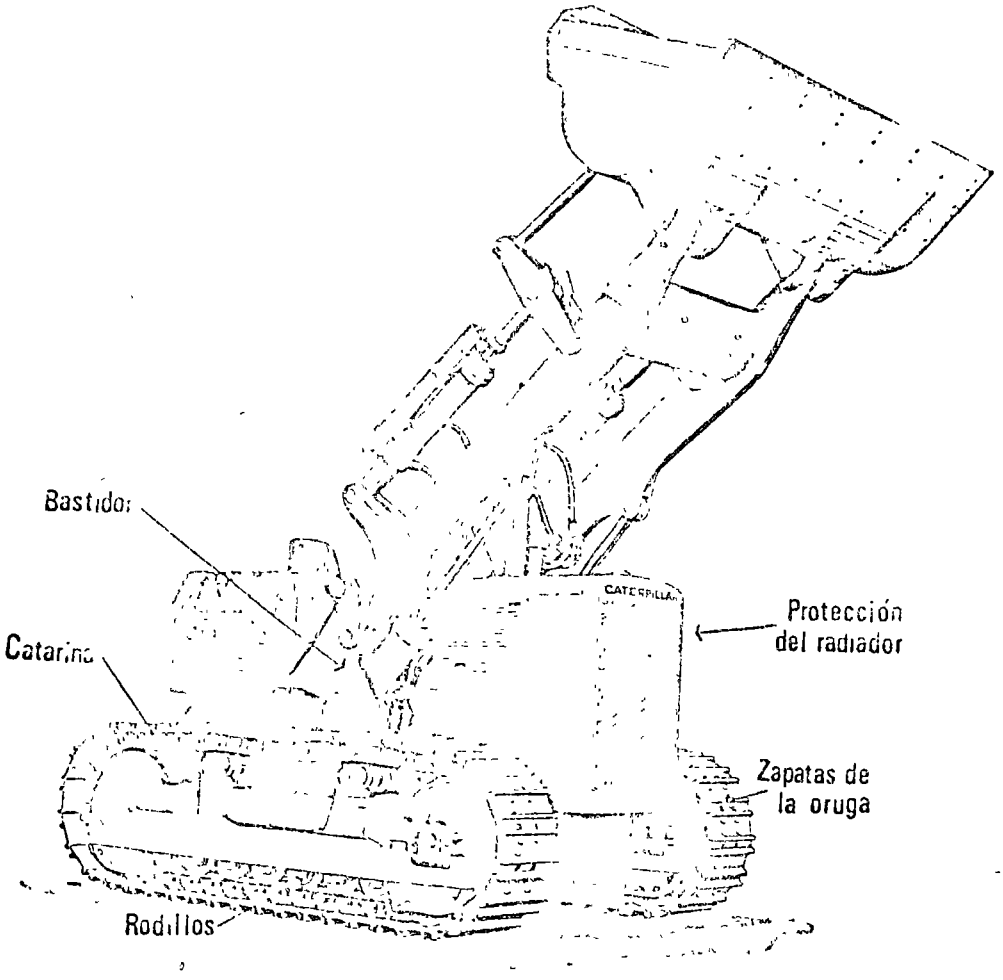


Fig 20. Cargador Frontal sobre Orugas

motor, se rigen en forma general bajo el mismo principio que los cargadores montados sobre neumáticos ya descritos anteriormente. Por esa razón en adelante se describirán solamente las diferencias más significativas.

ORUGAS

El sistema de tránsito de estos cargadores consta de cadenas formadas por pernos y eslabones, a las cuales se atornillan las zapatas de apoyo. Estas cadenas se deslizan sobre rodillos, conocidos comúnmente como roles. En el extremo posterior de la cadena se encuentra la catarina que es un engranaje propulsor que trasmite la fuerza tractiva (Fig. 21).

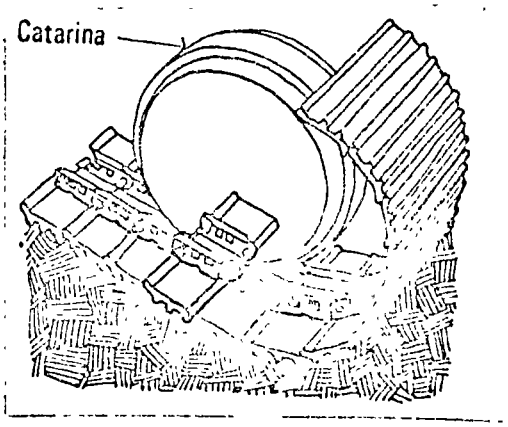


Fig. 21. Sistema de Tránsito

Un adecuado ancho y largo de las orugas es necesario para la estabilidad contra el volcamiento lateral cuando acarrean cargas pesadas.

Estos tipos de cargadores tienen una conexión rígida entre el bastidor de las orugas y el bastidor principal, pues de esta manera se mejora la estabilidad (Fig. 22).

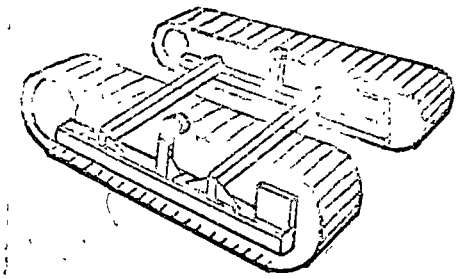


Fig. 22. Conexión Rígida entre Bastidores.

El tipo de zapatas de las orugas utilizadas, tienen una influencia considerable en la técnica de excavación.

En ocasiones se utiliza la zapata lisa para no deteriorar la superficie de trabajo, pero ésta tiene el inconveniente de que patinan bastante sobre muchos suelos e impide que toda la potencia de la máquina se aplique al trabajo.

Cuando por condiciones de trabajo se necesita que el cargador gire muy frecuentemente, se usan zapatas con garra pequeña de 1/2" a 3/4" aproximadamente. Este tipo de zapata proporcionan mejor tracción que las lisas pero aún patinarán con facilidad en condiciones resbalosas.

A medida que la zapata con semigarra se desgasta, las cabezas de los pernos de sujeción quedan expuestas y se desgastan y las orillas de las zapatas se debilitan de manera que pueden doblarse. Su vida puede prolongarse soldando una tira de aleación a lo largo de la barra central. Un cargador soldado de esta manera podrá tener buena tracción, pero puede producir una marcha molesta sobre terrenos duros.

Las zapatas lisas o de semigarra no son adecuados para trabajar en terrenos lodosos, ya que se hacen tan resbalosos que proporcionan poca tracción y no sujetan tablones u otros objetos colocados debajo de ellas para ayudar a salir de los agujeros. También permiten que la máquina se deslice cuesta abajo cuando trabaja sobre un talud lateral.

La garra grande da muy buena tracción pero presenta dificultad en el pivoteo o giro. También hacen a la máquina muy susceptible a dar tirones y somete a ésta y al cucharón a impactos y sobrecargas que pueden acortar la vida del cucharón.

Para condiciones especiales pueden sujetarse garras sobre las zapatas regulares. Las garras pueden colocarse en sólo seis u ocho zapatas de las orugas uniformemente espaciadas de cada lado para el trabajo en lodo.

DIRECCION

La dirección de los cargadores montados sobre orugas se maneja por medio de un sistema de tres pedales (Fig. 23).

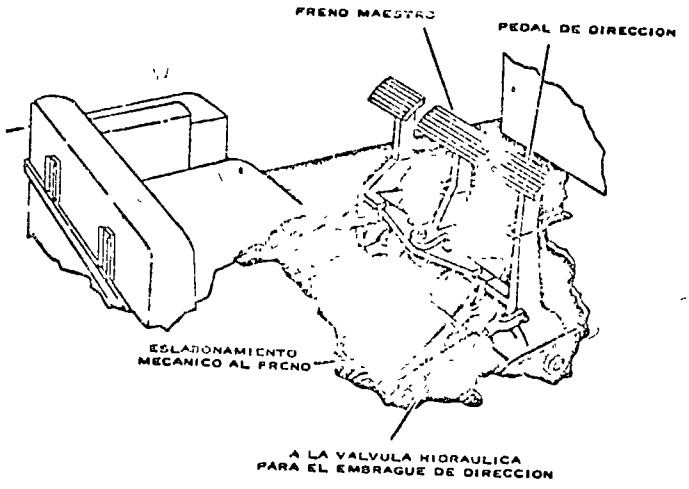


Fig. 23. Sistema de Dirección

Mediante éstos se hacen todos los giros y paradas. Para soltar el embrague de la dirección, a fin de hacer un giro lento, se oprime hasta la mitad el pedal de la derecha o de la izquierda. Cuando se requiere un giro más cerrado, se oprime el pedal hasta el fondo. El pedal del centro frena también ambos carriles, pero no suelta los embragues y puede fijarse como freno de estacionamiento. Los embragues de la dirección se enfrian con aceite y tienen varios discos para servicio pesado.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DOS TIPOS DE CARGADORES

Los cargadores frontales montados sobre neumáticos, se puede utilizar con ventajas en los siguientes casos:

a) Cuando sea importante el acarreo de material en tramos cortos.

b) Cuando los puntos de trabajo están diseminados.

c) Cuando los materiales están sueltos y pueden atacarse facilmente con el cucharón.

d) [illegible] el uso de orugas sea perjudicial al terreno o por no [illegible] las [illegible] nes de tipo legal

e) Cuando los materiales abrasivos provoquen desgaste excesivo en las orugas, siempre que los neumáticos resistan las condiciones de trabajo.

f) Donde el terreno es duro y seco.

h) El radio de giro es mucho mayor que el de orugas, de manera que se requiere más espacio para maniobrar.

i) La presión sobre el suelo es aún mucho mayor que los de orugas, pero el efecto de compactación de las llantas y las vueltas más graduales le hacen posible trabajar fácilmente en suelos arenosos que se partirían bajo las orugas, causando un excesivo desgaste a éstas.

j) En superficies, resbalosas pueden ocasionar la pérdida, tanto de la tracción como de la precisión de la dirección.

Una de las características de estos tipos de cargadores, es que da una mayor facilidad de desplazamiento y por ésto, se obtiene mayor rendimiento a distancias considerables de acarreo, en comparación con los de orugas.

Los cargadores frontales montados sobre orugas se pueden utilizar con ventajas en los siguientes casos:

a) En terrenos flojos donde el área de apoyo de las orugas aseguran un movimiento adecuado y una estabilidad correcta.

b) Cuando las condiciones del terreno ó las pendientes exijan buena tracción y amplia superficie de apoyo.

c) Donde no hay necesidad de hacer movimientos frecuentes y rápidos.

d) Cuando los materiales son duros y no pueden excavarse fácilmente.

e) En donde los fragmentos de roca pueden dañar los neumáticos.

g) En trabajos que requieren volúmenes pequeños.

Por su diseño los cargadores sobre orugas, pueden salvar las irregularidades del terreno y su característica principal es su buena tracción, su baja velocidad y su limitación a distancias cortas de acarreo.

TIPOS DE CARGADORES EN EL MERCADO ACTUAL FABRICADOS EN MEXICO

En el mercado se encuentran varios provedores que distribuyen cargadores tanto de carriles como de neumáticos, de distintos tipos y tamaños, que pueden tener características especiales que los hacen más o menos populares entre el gremio de constructores, pero quizá los factores que más influyan para adquirir una determinada marca, sea la oportunidad, la existencia, facilidad de pago, precio, posible valor de rescate, pero muy especialmente el servicio de refacciones y mantenimiento que ofrezca la casa vendedora.

El gobierno ha establecido una serie de medidas, estímulos y facilidades tendientes a procurar que parte de los bienes intermedios y de capital que actualmente se importan, sean sustituidos por productos fabricados en el país. Algunos de estos productos se fabrican en México pero no en las cantidades suficientes, para poder conciderar que un determinado cargador sea conciderado 100% de fabricación nacional.

A fin de proteger a la Industria Nacional productora de maquinaria, comprometidas ante el Gobierno a programas de fabricación, las importaciones de bienes de capital (maquinaria, refacciones, piezas etc.) están controladas por los Comités Consultivos para la importación de la

Secretaría de Industria y Comercio, integrada por representantes gubernamentales y de la iniciativa privada.

Los principales productos que hace la Industria Nacional para el ensamblaje de un cargador, entre otros, son: filtros, mangueras, sellos, bandas, balatas, carcasas, motores y baleros.

Para que un cargador sea considerado de fabricación Nacional, deberá de contener cuando menos el 51% de conjuntos básicos. Estos conjuntos son los siguientes:

a) Chasis o estructura principal
b) Motor
c) Convertidores o transmisiones
d) Mandos finales
e) Sistema eléctrico en general
f) Sistema hidráulico.

En México la industrialización ha seguido el proceso tradicional de los países de menor desarrollo. Esto se puede constatar en las tablas que a continuación presentamos de algunos modelos de cargadores frontales, que existen en el mercado actual en el mundo, en la cual, una minoría son de fabricación Nacional.

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	Articulado*	Grados máximos de articulación	Capacidades de carga basadas en		Capacidad de cazo estándar		Altura máxima de descarga a 45°	Altura máxima de descarga a 45°	Alcance máx. carga en la altura máx. 45°		Longitud total carga en el suelo		Altura total carga en el suelo		Anch. basa en el nivel superior de las ruedas traseras		Distancia entre los ejes
				yd³	m³	yd³	m³	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
Allis Chalmers	840	Y	40	1.25-1.75	955-1.34	1.5	1.2	1.2	2844.8	39	990.6	208.75	5302.75	124	3149.6	67	1702.8	96
-	940	Y	40	1.5-2	1.15-1.53	1.75	1.34	112	2844.8	39	990.6	212	5384.8	122.5	3111.5	72	1828.8	96
Aveling Barford	TS200	N	-	1.5-3	1.15-2.3	2	1.5	104	2641.6	38.5	977.9	225	5714.4	83	2235.2	79	2006.6	87
-	TS230	Y	-	1.75-3.5	1.34-2.7	2.5	1.9	104	2641.6	38.5	977.9	228	5791.2	88	2235.2	79	2006.6	87
-	TS250	N	-	2.5-5	1.9-3.8	3.5	2.7	114	2895.6	40	1016	255	6477	77	1955.8	81	2057.4	96
-	TS500	Y	40	3-7	2.3-5.4	5	3.8	122	3098.8	55	1397	332	8432.8	114	2895.6	115.5	2933.7	135
Drey	540	N	-	1-2	764-1.5	1.25	955	-	-	-	-	224	5689.6	108	2743.2	66	1676.4	81
-	544	N	-	1-2	764-1.5	1.25	96	-	-	-	-	274	5689.6	108	2743.2	65	1676.4	81
-	546	N	-	1-2	76-1.5	1.25	96	-	-			274	5689.6	108	2743.2	91	2311.4	91
-	562	N	-	2.25-4	1.7-3.1	2.5	1.9	116	2910.4	37	939.8	242	6146.8	113	2870.2	81	2057.4	99
-	566	N	-	2.75-4	1.7-3.1	2.5	1.9	116	2910.4	37	939.8	242	6146.8	113	2870.2	81	2057.4	99
Case	W14	Y	60	1.25-1.75	95-1.3	1.25(D)	96	109.5	2781.3	30	762	218	5435.4	123	3124.2	68	1727.2	100
-	W14H	Y	80	1.25-1.75	95-1.3	1.5(D)	1.15	106.5	2705.1	32	812.8	220	5588	123	3124.2	68	1727.2	100
-	W18	Y	60	1.25-2	1.15-1.5	1.75(D)	1.34	109	2768.6	35.5	901.7	233	5920.6	124	3149.6	73	1854.2	108
-	W20	Y	80	1.75-2.5	1.34-1.9	2(D)	1.5	106.5	2705.1	38	965.2	243	6172.2	181.5	4610.1	73	1854.2	108
-	W26B	Y	80	2.5-5	1.9-3.8	3(D)	2.29	119	3022.6	38.5	977.9	298	7571.4	206	5232.4	87	2209.8	127
Caterpillar	910	Y	35	1-1.25(D)	8-1(D)	1.25(D)	1(D)	97	2460	34	863	216	5490	107	2720	82	2083	97
-	920	Y	35	1.5-1.75(D)	1.15-1.35(D)	1.5(D)	1.15(D)	109	2770	29	740	225	5715	123	3100	85	2160	109
-	930	Y	35	1.75-2.25(D)	1.34-1.7(D)	2(D)	1.53(D)	112.5	2860	31.6	803	238	6045	126	3200	89	2260	109
-	950	Y	35	2.25-3.5(D)	1.72-2.7(D)	2.5(D)	1.9(D)	111	2820	29	740	243	6170	124	3150	95	2410	115
-	955C	Y	35	3-4.5(D)	2.3-3.45(D)	3.5(D)	2.69(D)	118	3000	31	790	269	6830	134	3400	105.5	2680	127
-	955B	Y	35	4.5-5.5(D)	3.45-4.2(D)	4.5(D)	3.45(D)	126	3200	44	1120	323	7620	142.5	3620	114.5-121	2910-3070	130
- PI	933	Y	35	6-7(D)	4.6-5.4(D)	6(D)	4.6(D)				-	336	8534	145	3700	125.5	3200	140
- PI	992B	Y	35	10(D)	7.65(D)	10(D)	7.65(D)	161	4500	66	1680	420	10.668	177(BB)	4500(BB)	155	3940	170
Clark	35	N	N/A	1-2	76-1.5	1.25	955	102(AA)	2590.8(AA)	25(AA)	635(AA)	202	5130.8	118(BB)	2997.2(BB)	67	1702.8	83.5
- EM	45B	Y	35	1.5-2	1.15-1.5	1.5	1.15	109(AA)	2768.6(AA)	28(AA)	711.2(AA)	225	5715	119.2(BB)	3027.7(BB)	69	1752.6	91.5
-	55A	Y	35	2-3.5	1.5-2.7	2	1.5	108(AA)	2743.2(AA)	31.5(AA)	802.6(AA)	265	6731	137(BB)	3480(BB)	74.5	1892.3	110
- EM	75B	Y	35	2.5-4	1.9-3.1	2.5	1.9	108(AA)	2743.2(AA)	34(AA)	863.6(AA)	264	6705.6	131(BB)	3327.4(BB)	77	1955.8	112
- EM	125B	Y	35	3.5-5	2.7-3.8	3.5	2.7	119.5(AA)	3035.3(AA)	37.5(AA)	952.5(AA)	297	7543.8	136(BB)	3505.2(BB)	88	2235.2	129
- EM	175B	Y	35	4.5-6	3.4-4.6	5	3.8	119(AA)	3022.6(AA)	52(AA)	1320.8(AA)	316	8026.4	150(BB)	3810(BB)	89	2260.6	135
- EM	275B	Y	35	6.5-8	5-6.1	7	5.4	125.5(AA)	3187.7(AA)	53.25(AA)	1352.6(AA)	349	8864.5	159(BB)	4038.6(BB)	105.5	2679.7	146
-	475B H(DD)	Y	35	10-18	7.6-13.8	10	7.6	192(AA)	4876.8(AA)	61(AA)	1549.4(AA)	471	11.963.4	194(AA)	4927.6(AA)	114	2895.6	182
- PI	475B	Y	35	10-20	7.6-15.3	12	9.2	163.8(AA)	4160.5(AA)	68.7(AA)	1745(AA)	470.3	11.945.0	193.4(BB)	5004.8(BB)	114	2895.6	182
-	675	Y	35	24	18.3	24(FF)	18.3(FF)	204(FF)	5182(FF)	92(FF)	2337(FF)	607(FF)	15.418(FF)	256(GG)	6502(GG)	160	4064	221.5
John Deere	JD544B	Y	80	1.5-3	1.15-2.3	2	1.5	105	2667	35.8	904.2	232	5892.8	124(E)	3149.6(E)	88	2235.2	96.5
-	JD644B	Y	80	2.5-4.5	1.9-3.4	3	2.29	108	2743.2	37.5	952.5	259	6578.6	124(E)	3225.8(E)	100	2540	104
Eaton	YALE1700	Y	35	1.75-2.5	1.3-1.9	2.01	1.5	112	2844.8	34	863.6	251.5	6388.1	125.5	3187.7	90.5	2298.7	106
-	YALE1900	Y	35	2.3	1.5-2.3	2.25	1.7	109	2768.6	35	914.4	251.5	6388.1	125.5	3187.7	95	2413	106
-	YALE2000	Y	40	2.5-4	1.9-3	2.5	1.9	114	2895.6	38	965.2	265	6731	133	3378.2	95	2413	118
-	YALE2500	Y	40	3.25-5	2.5-3.8	3.25	2.5	122	3098.8	39	990.6	297	7543.8	139	3530.6	113	2870.2	128
-	YALE3000	Y	40	3.75-5.5	2.9-4.2	3.75	2.9	124	3149.6	42	1066.8	301	7645.4	139	3530.6	113	2870.2	128
-	YALE4000	Y	40	4-5	3-3.8	4.5	3.4	126	3200.4	39	990.6	325	8255	138	3505.2	126	3200.4	138
-	YALE5000	Y	60	6-7.5	4.6-5.7	6	4.6	129	3276.6	45	1143	340	8636	152	3860.8	134	3403.6	144
Ezico TMD	911LHD	Y	45	1.2	764-1.5	1	764	38	965.2	21.25	539.8	181	4597.4	44(F)	1117.6(F)	48	1219.2	60
-	911ELHD	Y	45	1-2	764-1.5	1	764	38	965.2	21.25	539.75	181	4597.4	44(F)	1117.6(F)	48	1219.2	60
-	912ELHD	Y	45	2	1.5	1.5	1.15	72	1828.8	41.6	1057.3	313.75	7969.3	63-78(I)	1600-1981(I)	60-84	1524-2134	85
-	913LHD	Y	45	3	2.3	3	2.3	57	1447.8	34	863.6	304	7721.6	60(F)	1524(F)	72	1828.8	114
-	915CLHD	Y	45	4.4	3.4	5	3.8	65-68	1651-1727	67	1701.8	370	9398	69(F)	1752.6(F)	95	2413.4	-
-	919LHD	Y	-	9	6.9	9	6.9	60	1828.4	-	-	-	-	78	1981.2	96	2438.4	144
-	920C	Y	40	10	7.6	10	7.6	78	1981.2	148	3759.2	442	11,226.8	78(F)	1981.2(F)	120	3048	150

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	DATOS DE FUNCIONAMIENTO: Distancia entre los ejes	Peso standard en funcionamiento		Mounting stand (Volume basis de los neumáticos)	Carga de inclinación		Carga de inclinación en la articulación		Fuerza de separación funcionamiento		Inclinación máx. para salida de carro	Distancia mínima del suelo		Cuerpo de dom. (dimensiones de diseño, caso particular)		MOTOR: Marca	Modelo
		mm	lb	kg		lb	kg	lb	kg	lb	kg	Deg	in	mm	in	mm		
Allis Chalmers	840	2433 4	15 550	7044 2	N	11 090	5023 9	8890	4027 2	13 300	6024 9	55	15	381	-	-	PERKINS	4 248
-	940	2438 4	17 650	7995 5	N	12 566	5691 7	10 690	4842 6	14 470	6523 2	55	15 2	386 1	-	-	A C	25 CIMARRH
Ansing Barford	TS200	2209 8	20 850	9445 1	N	13 500	6115 5	N/A	N/A	-	-	43	16 5	419 1	121	3073 4	FORD	2715F
-	TS230	2209 8	21 070	9544 7	N	15 000	6795	15 000	6795	15 000	6795	43	14 5	368 3	246	6248 4	LEYLAND	401
-	TS250	2438 4	30 000	13 590	N	21 000	9513	21 000	9513	N/A	N/A	40	16	406 4	300	7620	LEYLAND	680
-	TS500	3505 2	50 872	23 045	N	36 353	16 467 9	31 725	14 371 4	N/A	N/A	43	19	482 6	275	6985	CUMMINS	NTAA855C310
Bray	540	2057 4	15 183	6877 9	N	9000	4077	N/A	N A	12 500	5662 5	48	16 75	425 5	234	5943 6	PERKINS(A)	4 236
-	544	2057 4	15 939	7220 4	N	9000	4077	N/A	N/A	12 500	5662 5	48	16 75	425 5	171	4343 4	PERKINS(A)	4 236
-	845	2057 4	15 917	7220 4	N	9000	4077	N A	N/A	12 500	5662 5	48	16 75	425 5	234	5943 6	PERKINS(B)	F 354
-	867	2286	25 000	11,375	N	15 500	7021 3	N/A	N/A	17 000	7701	45	17 5	444 5	295	7493	LEYLAND(C)	LE 401
-	868	2286	25 000	11 325	N	15 500	7021 5	N/A	N/A	17 000	7701	45	17 5	444 5	180	4572	LEYLAND(C)	LE 401
Case	W14	2540	14 500	6569 5	N	10 733	4862 1	9132	4136 8	14 022	6352	45	16	406 4	340 8	8656 3	CASE	A33HD
-	W14H	2540	15 734	7127 5	N	11 920	5399 8	10 920	4945 8	12 361	5599 5	45	16	406 4	340 8	8656 3	CASE	A33HDD
-	W18	2743 2	19 030	8620 6	N	12 730	5766 7	11 228	5086 3	20 100	9105 3	45	15 5	393 7	396	10 058 4	CASE	A40 BD
-	W20	2743 2	21 107	9561 5	N	15 250	6903 3	13 550	6138 2	19 800	8969 4	45	15 5	393 7	396	10 058 4	CASE	A40 BD
-	W26B	3225 8	33 045	14 963 4	Y	25 810	11 691 9	22 750	10 305 8	27 100	12 276 3	46	16	406 4	471 6	11 978 6	CASE	A45BDT
Caterpillar	910	2340	13 400(II)	6100(II)	-	9050(II)	4100(II)	8500(II)	3850(II)	10 000(JJ)	4530(JJ)	-	16	381	186	4720	CAT	3204
-	920	2540	17,400(KK)	7830(KK)	-	11 930(KK)	5400(KK)	10 920(KK)	4950(KK)	17 670(JJ)	8010(JJ)	-	13 2	335	205	5210	CAT	3104
-	930	2750	19 050(LL)	8750(LL)	-	13 620(LL)	6230(LL)	12 500(LL)	5666(LL)	19 190(JJ)	8810(JJ)	-	13 69	348	220	5590	CAT	3114
-	950	2960	24 200	11 000	-	16 500	7483	15 420	6990	22 930(JJ)	10 400(JJ)	-	15	381	229	5800	CAT	3116
-	950C	3100	33 500	15 200	-	24 580	11 140	22 520	10 260	28 680(JJ)	13 000(JJ)	-	15 6	397	249	6300	CAT	3126
-	980B	3300	49 700(MM)	22 500(MM)	-	33 920(MM)	15 380(MM)	30 860(MM)	13 990(MM)	35 780(JJ)	16 230(JJ)	-	16-20 8	405 528	293	7310	CAT	3126
- PI	988	3550	67 900	30 800	-	40 240	18 250	36 430	16 540	47,220(JJ)	21 420(JJ)	41	22 5	570	286	7264	CAT	D 343
- PI	992B	4320	133 200(NN)	60 420(NN)	-	92 790(NN)	42 080(NN)	83 900(NN)	38 050(NN)	81 060	36 770	-	23	583	350	8890	CAT	D348
Clark	35	2120 9	12 590	5628 7	N	8415	3911 9	N/A	N/A	9100	4122 3	40	17(AA)	431 8 (AA)	367 9(AA)	9345 2(AA)	GM	3 53
-	45B	2501 9	17 830	8078 9	N	12 088	5475 9	11 078	5018 5	15 030	6808 6	42 6	16(AA)	406 4(AA)	440 4(AA)	11 186(AA)	GM(C)	4 53
-	55A	2794	22 300	10 101 9	N	14 420	6532 3	13 370	6033 9	18 250	8267 3	45	14(AA)	355 6	419 2	11 155 7	GM(CC)	4 53N
-	75B	2944 8	27 020	12 240	N	19 000	8607	17 700	8018 1	18 900	8561 7	40	14 5(AA)	368 3(AA)	492(AA)	12 436 5(AA)	GM(CC)	47 4N
-	125B	3251 2	38 000	17 218	N	25 780	11 678 3	23 180	10 500 5	30 100	13 635 3	45	16(AA)	406 4(AA)	549(AA)	13 945(AA)	GM(CC)	4L 71N65
-	175B	3429	51 300	23 219	Y	34 730	15 732 7	31 450	14 251 4	34 000	15 402	45	20(AA)	508(AA)	579(AA)	14 706 5 AA)	GM	6L 71N
-	275B	3708 4	76 885	34 829 9	Y	46 800	21 200	43 400	19 660	51 000	23 103	44	20(AA)	508(AA)	654(AA)	16 611 6(AA)	CUMMINS	NTA855 C
-	475B H(DD)	4522 8	154 000	69 783 2	Y	101 400	45 934 2	88 700	40 181	105 200	47 655 8	40	22 3(AA)	565 4(AA)	810(AA)	20 572 6 AA)	CUMMINS	KTA 1150 C700
- PI	475B	4622 8	156 020	70 677	Y	99 600	45 118 8	90 000	40 770	99 500	40 543 5	46	22 3(AA)	566 4(AA)	813(AA)	20 650 AA)	CUMMINS	KTA 1150 C700
-	675	5676 9	381 475	172 808	N	181 400	82 174	162 100	73 431	148 290	67 135	42	35(AA)	965 2(AA)	1041(AA)	26 441(AA)	2 CUMMINS	2KTA 1710 C635
John Deere	JD544B	2400 3	21 850	9 898 1	Y	16 085	7286 5	13 900	6305 8	15 660	7094	42	14 5	369 3	332	8432 8	DEERE	6 5414
-	JD544B	2541 6	28 280	12 810 5	Y	22 470	10 156 3	19 160	8 679 5	21 345	9669 3	42	17 7	436 9	370	9398	DEERE	[illegible]
Eaton	YALE1700	2697 4	18 045	8174 4	N	13 366	6054 8	12 163	5509 8	20 300	9195 8	40	15	381	230	5842	PERKINS	[illegible]
-	YALE1900	2692 4	19 350	8783 7	Y	14 962	6777 8	13 616	6168 1	20 535	9302 4	40	15	381	232 9	5905 5	PERKINS	F 354
-	YALE2000	2946 4	26 000	11 778	N	19 380	8779 1	17,112	7751 7	25 800	11 687 4	40	16	406 4	228	5791 2	CUMMINS	4 BT3 C
-	YALE2500	3200 4	35 100	15 900 3	N	24 960	11 306 9	21,800	9875 4	38 000	17 214	40	16	406 4	257	6400 8	GM	6L 71N
-	YALE3000	3251 2	39 130	17 728	N	28 650	12 978 5	25 000	11 325	39 200	17 757 8	40	16	406 4	256	6502 4	CUMMINS	4BT3 C
-	YALE4000	3505 2	46 500	21 064 5	N	37 068	16,791 6	32 791	14 827 1	38 241	17,323 2	40	15	381	259	6832 6	GM	8L 71N65
-	YALE5000	3759 2	68 800	31 186 4	N	45 578	20 645 9	40 298	18 230 9	51 000	23 103	40	18	457 2	305	7747	CUMMINS	NT855C
Elmco TMD	811LHD	1524	9000	4077	N	7000	3171	-	-	8000	3624	-	7 625	193 7	222	5639 8	DEUTZ	F3L 912W
-	812LHD	1524	9000	4077	N	8000	3171	-	-	8000	3624	-	7 625	193 7	222	5638 0	ELECTRIC	TEFC
-	812LHD	2413	20 100	9105 3	N	12 000	5436	-	-	12 000	5436	-	10 375	263 5	330	8382	DEUTZ	F6L 912W
-	813LHD	2635 8	28 000	12 694	N	-	-	-	-	18 000	8154	-	12	304 8	397	9257 8	CAT	3104NA
-	815LHD	-	41,500	18 799 5	N	24 000	10 872	-	-	29 000	13 137	-	12 375	314 3	485	12 319	DEUTZ	F8L 714
-	815LHD	3357 8	66,000	29 938	N	-	-	-	-	45 000	20 385	-	-	-	579	14 706 6	DEUTZ	F12L-714
-	820C	3810	92 000	41,876	N	47 600	21 582 8	-	-	55 000	24 924	-	15	381	600	15 240	CAT	1693TA

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fabrica	Modelo	MOTOR: Potencia SAE neta hp rpm	Combustibles	Numero de cilindros	Embolada Cilindrada cu in	Embolada Cilindrada litros	Numero de ciclos	Capac. de tanque de combustible US gal	Capac. de tanque de combustible Imp gal	Capac. de tanque de combustible Litres	NEUMATICOS STANDARD: Dimensiones	Lonas	Tipo	TRASMISION: Tipo	Trasmision hacia adelante No de velocidades	Trasmision hacia adelante Velocidad MPH	Trasmision hacia adelante Velocidad Km/h	Trasmision retrocesos No de velocid.	Trasmision retrocesos Velocidad máx MPH	Trasmision retrocesos Velocidad máx Km/h
Allis Chalmers	840	73/2700	D	4	248	4	4	30	25	113.7	16.9X24	10	R-4	CS PS	3	0-8.7	0.30	3	0-18.7	0.30
-	940	90/2500	D	6	301	4.9	4	30	25	113.7	15.5X2[illegible]	8	L-2	CS PS	3	0-19.3	0.31	3	0-19.3	0.31
Ansing Darford	TS200	132/2500	D	6	380	6.2	4	36	30	136.3	17.5X25	12	L-3		4	3.7 24	6-3[illegible].6	4	3.7 24	6.3[illegible].6
-	TS230	145/2400	D	6	401	6.6	4	36	30	136.3	17.5X25	14	L-3	PS	4	3.7 24	6.3[illegible].6	4	3.7 24	6.3[illegible].6
-	TS250	202/2200	D	6	677	11.1	4	45.6	38	172.6	18.[illegible]X25	12	L-3	PS	4	3.4 25	5.4 [illegible]	4	3.5 25.5	5.6 41
-	TS500	-	D	6	855	14	4	103.7	86	390.6	26.5X25	12	L-3	PS	4	3.6 23	5.8 37	4	3.5 23	5.8 37
Bray	540	88/2800	D	4	235	3.9	4	26.4	22	99.9	14.00X24	8	EARTHMOVER	PS	4	5-24.6	8-39.6	4	5-24.6	8-39.6
-	544	88/2800	D	4	236	3.9	4	26.4	22	99.9	14.00X25	8	EARTHMOVER	PS	4	5-24.6	8-39.6	4	5-24.6	8-39.6
-	546	110/2500	D	6	254	4.2	4	26.4	22	99.9	14.00X24	8	EARTHMOVER	PS	4	5.5-28	8.3 45	4	5.5 28	8.9 45
-	562	149.5/2600	D	6	339	6.5	4	36	30	136.3	16.00X24	12	EARTHMOVER	PS	4	5-24.5	8-39.6	4	5-24.5	8-39.6
-	566	149.5/2600	D	-	339	6.5	4	36	30	136.3	18.00X24	12	EARTHMOVER	PS	4	5-24.5	8-39.6	4	5-24.5	8-39.6
Case	W14	83/2200	D	4	336	5.5	4	38	31.7	144	13.00X24	8	G-2	PS PL SS	4	0-25	0-40.2	2	0-9	0-14.5
-	W14H	83/2200	D	4	336	5.5	4	38	31.7	144	15.5X25	10	L-2	PS PL SS	4	0-25	0-40.2	2	0-9	0-14.5
-	W18	103/2200	D	6	401	6.6	4	50	41.7	189.4	14.00X24	10	G-2	PS PL SS	4	0-25.5	0-41	2	0-9.5	0-15.3
-	W20	103/2200	D	6	401	6.6	4	50	41.7	189.4	17.5X25	10	L-2	PS PL SS	4	0-25	0-40.2	2	0-9	0-14.5
-	W25B	165/2200	D	6	504	8.3	4	82	68.3	310.6	23.5X25	12	L-2	PS PL	3	0-29.7	0-48.1	3	0-30.8	0-49.6
Caterpillar	910	-	D	4	318	5.2	-	31	25.8	117	15.5X25	8	TR	PL PS	3	4.15	6.5 24.1	2	[illegible].6	10.6
-	920	-	D	4	425	7	-	39	32.5	148	OPT	OPT	G-2 L-3 L-2	PS	4	4.27.2	6.4 43.7	3	6.5 14.6	7.9 23.5
-	930	-	D	4	425	7	-	39	32.5	148	OPT	OPT	G-2 L-3 L-2	PS	4	4.2 25.8	6.9 [illegible].5	3	5.1 15.1	8.2 24.3
-	950	-	D	4	425	7	-	53	44.2	201	OPT	OPT	L-3 L-2	PS	4	4.4 2[illegible]	7.1 [illegible]	4	5.2 27.4	8.5 43.5
-	966C	-	D	6	639	10.5	-	65	54.2	246	OPT	OPT	L-2 L-3	PS	4	4.8 20.6	7.7 38	4	5.[illegible]	9.2 45.1
-	980B	-	D	6	638	10.5		95	79.2	360	OPT	OPT	L-3 L-4 L-5	PS	4	4.1 26.7	6.5 43	3	5.3 17	8.5 27.4
-	988	-	D	6	893	14.6	-	130	108.3	420	29.5X29	22	L-3 L-4 L-5	PL PS	3	3.8 19	6.1 30.6	3	3.8 19	6.1 30.6
-	992B	-	D	12	1786	29.3	-	275	229	1040	OPT	OPT	L-4 L-5	PL PS	3	6.5-22.3	7.2 35.5	3	4.9 25	7.9 40.2
Clark	35	68/2200	D	3	159.2	2.6	2	29	23.3	106	14.00X24	8	G-2	CS PS	4	4.23.2(AA)	6.4 37.2 (AA)	4	4.23.2(AA)	6.4-37.2 (AA)
-	15B	95/2200	D	4	212	3.5	2	45	37.5	170.5	13.00X24	10	G-2	CS PS	3	4.1-18.6	6.6 29.9	3	4.1 18.6	6.6 29.9
-	55A	136/2500	D	4	212.3	3.5	2	70	58.3	265	17.5X25	12	L-3	CS PS	3	4.1 19	6.6 30.6	3	4.1 19	6.6 30.6
-	75B	142/2300	D	4	284	4.7	2	70	58.3	265	20.5X25	12	L-3	CS PS	4	3.8 20.5	6.1 33	4	3.8 20.5	6.1 33
-	125B	212/2300	D	6	425.6	7	2	75	62.5	283.9	23.5X25	16	L-3	CS PS	4	3.7 20.3	6.3 27	4	3.7 20.3	6.3 27
-	175B	273/2100	D	8	567.4	9.3	2	116	95.7	439	26.5X25	20	L-3	CS PS	4	4.22	6.4 35.4	4	4.22	6.4 35.4
-	275B	342/2300	D	8	855	14	4	165	137.5	624.5	29.5X29	22	L-4	CS PS	4	3.6-19.3	5.8 31	4	3.6-19.3	5.8 31
-	475B H(DD)	612/2000	D	12	1710	28	4	275	229.2	1040.9	37.25X35	36	L-5	CS PS	4	3.4 18.3	5.5 29.5	4	3.4 18.3	5.5 29.5
-	475B	612/2000	D	12	1710	28	4	275	229.2	1040.9	37.25X35	35	L-5	CS PS	4	3.4 18.3	5.5 29.5	4	3.4 18.3	5.5 29.5
-	675	2X533/2100	2 D	2X12	2X1710	2X28	4	500	416.7	1832.5	50.5X51	2X20	L-5	CS PS	4	3.7 16.3	5.9 26.2	4	3.7 16.3	5.9 26.2
John Deere	JD544B	105/2700	D	6	414	6.8	4	40	33.3	151.5	17.5X25	12	L-2	PL PS SS	4	0-25	0-40.2	2	0-10	0-16.1
-	JD544B	145/2200	D	6	531	8.7	4	56	46.7	212.2	20.5X25	12	L-2	PL PS SS	4	0-[illegible]	0-41.5	2	0-10.2	0-16.4
Eaton	YALE1700	104/2500	D	6	354	5.8	4	37	30.8	140.2	14.00X24	12	G-2	PS	3	3.5-[illegible]	6.3 29.3	3	3.9 18.2	6.3 29.3
-	YALE1900	104/2500	D	6	354	5.8	4	37	30.8	140.2	17.5X25	12	L-2	PS	4	3.4 [illegible]	5.5-31.9	4	3.4 19.8	5.5 31.9
-	YALE2000	165/2500	D	8	555	9	4	55	45.8	208.4	18.00X24	12	G-2	PS	4	3.9 22.8	6.3 36.4	4	3.9-22.8	6.3 36.4
-	YALE2500	182/2300	D	8	426	7	2	80	66.7	303	23.5X25	12	L-2	PS	4	3.7-21	6-33.8	4	3.7 21	6-33.8
-	YALE3000	228/2300	D	8	903	14.8	4	80	66.7	303	23.5X25	16	L-2	PS	4	4.21.2	6.4 34.1	4	4.21.2	6.4 34.1
-	YALE4000	260/2100	D	8	568	9.3	2	103	85.8	390.7	26.5X25	14	L-2	PS	4	4.1 21.2	6.5-34.1	4	4.1 21.2	6.6-34.1
-	YALE6000	309/2100	D	6	855	14	4	110	91.7	415.7	29.5X29	22	L-3	PS	4	4.2 20.9	6.8 33.6	4	4.2 20.9	6.8 33.6
Ensco Thio	911LHD	38/2300	D	3	160	2.6	4	10	8.3	37.9	825X15	14	SPECIAL	H	(G)	0-5	0-8	(G)	0-5	0.8
-	911ELHD	30/1800	(H)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	825X15	14	SPECIAL	H	(G)	0-5	0-8	(G)	0-5	0.8
-	912BLHD	77/2300	D	6	344.83	5.7	4	40	33.1	151.5	12.00X24	16	E-3	PS	2	0-6	0-9.7	2	0-6	0.9.7
-	913LHD	110/2200	D	6	425	7	4	50	41.7	189.4	17.5X25	14	E-3	PS	3	2.2 12	3.5-18.1	3	2.2 10	3.5-18.1
-	915CLHD	174/2300	D	8	774	12.7	4	75	62.5	284	18.00X25	24	E-3	PS	4	3.75-14	6-22.5	4	3.75-14	6-22.5
-	919LHD	270/2300	D	12	1159	19	4	125	104.2	473.5	24.00X25	24	E-3	PS	4	-	-	4	-	-
-	9200	400/2100	D	6	893	14.9	4	195	158.3	719.8	29.5X29	54 22(J)	L-5	PS	4	3.6-18.4	6.1 29.6	4	3.6 18.4	6.1 29.6

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	Articulado	Grados máximos de articulación	Capacidad de carga nominal		Capacidad de carga estándar		Altura máxima de descarga a 45°	Altura máxima de descarga a 45°		Alcance máx. carga en la altura máx. 45°		Altura total carga en el pivote		Altura total carga en el pivote		Anchura total sobre cubiertas		Distancia entre ejes
				yd³	m³	yd³	m³	m	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	
Erickson	Eric LV-G	N	-	278 815	212 623	-	-	80	2032	17.5	444.5	113.75	2889.3	84.25	2140	58	1473.2	34	
-	Eric LVW G	N	-	.278-815	.212 623	-	-	80	2032	17.5	444.5	113.75	2889.3	84.25	2140	58	1473.2	34	
-	Little Eric	N	-	272 37	17 283	-	-	72.25	1835.2	20	508	99	2493.7	72.5	1841.5	45	1143	31	
Ford	A52	Y	90	1.5 2	1.15-1.5	1.5	1.15	110	2794	34	863.6	224	5689.6	113	3378.2	83.5	2120.9	103	
-	A54	Y	90	2.2 75	1.5-2.1	2	1.5	110.5	2806.7	36	914.4	257	6527.8	132	3352.8	87.5	2222.5	111	
-	A66	Y	90	2.3	1.5-2.3	2.5	1.9	110	2794	35	889	259	6578.6	137	3479.8	91.5	2324.1	111	
International Harvester	H 50C	N	-	1.5 3.5	1.2 2.7	1.5	1.2	105	2667	37	939.6	212.25	5403.9	87.25	2215.2	90.25	2292.4	86	
-	H-61E	Y	35	1.5 3.5	1.15 2.7	2	1.5	102.5	2603.5	47.5	1206.5	235	5969	121.5	3086.1	92	2337.2	100	
-	H-65C	Y	35	2.5 4.5	1.9 3.4	2.5	1.9	111.5	2832.1	41	1041.4	255.5	6352.7	125	3251.2	96	2438.4	1.6	
-	H 80B	Y	35	3.6	2.3 4.6	3.5	2.7	112.5	3035.3	47	1193.8	285.5	7150.1	137.5	3397.9	107	2717.8	117	
-	H 90E	Y	35	4.7	3.5 4	4	3	114.5	2908.3	46	1168.4	283.75	7207.3	132	3352.8	113.5	2882.9	127	
-	H-100C	Y	40	4.5 5.5	3.4 4.2	4.5	3.4	124	3149.6	58	1473.2	328	8331.2	150	3810	126	3200.4	140	
-	560	Y	35	6.5-12	4.97 9.2	6.5	4.97	149	3784.6	52.5	1333.5	357	8743.8	159.5	4051.9	133	3378.2	155	
-	H 400C	Y	40	11	8.4	11	8.4	160	4064	73	1828.8	433	10.997.2	180	4572	159	4038.6	180	
-	3850	N	-	1.25-1.5	955 1.15	1.25	955	102	2590.8	43	1092.2	207	5257.8	115.5	2933.7	68.5	1739.9	76	
Lorry	415DT	N	-	5-625	382 478	625	478	94	2387.6	33	838.2	184	4673.6	57.5	1460.5	64.91	1648.2311	81	
Massey Ferguson	MF11	N	-	1.3 2	1.1.5	1.3	1	110	2794	34	863.6	198	4775.2	112	2844.8	66	1676.4	82	
-	MF33	N	-	1.2	764 1.5	1.375	1.05	109.5	2781.3	29.375	746.1	212.5	5397.5	115	2921	70.5	1790.7	83.5	
-	MF44B	Y	70	2.3	1.5-2.3	2	1.5	108	2743.2	33	838.2	259	6578.6	125	3175	72.5	1841.5	105	
-	MF55	Y	76	2.5	1.5-2.7	2.5	1.9	103	2616.6	38	965.2	263	6680.2	134	3403.6	78	1981.2	110	
-	MF66	Y	80	3.5-4	2.7 3	3.5	2.7	109	2768.6	38	965.2	309.5	7632.7	133.7	3394.6	85	2159.4	110	
-	MF77	Y	80	4.5 5	3.4 3.8	4.5	3.4	118.5	3009.9	45	1143.2	322.5	8191.5	102.75	2609.9	88	2235.2	118	
-	MF88	Y	80	5.5-6	4.2 6.1	6	4.6	129	3276.6	50	1270	354.5	9004.3	107.5	2730.5	99	2514.6	145	
Marathon Le Tourneau	L-700A	Y	45	10-30	7.6 22.9	15	11.5	197	4826.8	98	2489.2	576	13.106.4	192	4876.8	139.5	3543.3	216	
Mafbro	Mast H 4000	Y	45	75-2.5	57.2-1.9	1.25	96	108	2743.2	38.5	977.9	227	5765.8	110.5(E)	2806.7(E)	68.5	1739.9	96	
-	Mast H 5000	Y	49	.75-2.5	57.2-1.9	1.75	1.3	109	2743.2	38.5	977.9	230	5842	110.5(E)	2806.7(E)	68.5	1739.9	96	
-	Mast H 7000	Y	45	1-3	764 2.3	2	1.8	108	2743.2	41	1041.4	235	5969	110.5(E)	2806.7(E)	68.5	1739.9	95	
-	Mast H 10.000	Y	45	2.4	1.5.3	3	2.3	109	2743.2	43.75	1111.3	262	6654.8	110.5(E)	2805.7(E)	68.5	1739.9	120	
Melroe	M 371Bobcat	N	(Z)	185-.407	141 311	185	141	71@37°	1801.8@37°	11.5@37°	292.1@37°	92	2336.8	72	1828.8	35	889	28	
-	M 610	N	(Z)	37-.87	28 67	.37	28	80.2@38°	2184.8@38°	17.5@38°	190.5@38°	107	2717.8	82	2082.8	53.5	1359.9	35	
-	M 700	N	(Z)	37 87	28 67	37	28	87@36°	2209.8@36°	16.5@36°	419@36°	111.5	[illegible]	81	2108.2	53.5	1359.9	35	
-	M 975	N	(Z)	1.2	764 1.5	1.25	955	94	2387.6	28	711.2	150.25	3816.4	91.5	2324.1	83.2	2114.6	45	
Karl Schaeff	SKL500	Y	40	75-1.125	6.85	.75	6	95	2400	-	-	173	4400	95	2400	[illegible]	1750	76	
Terex	72 21	Y	30	2.3	1.5 2.3	2	1.5	105	2667	24	609.6	225	5715	123	3124.2	78	1981.2	96	
-	72 31	Y	30	2.5 5	1.9 3.8	2.5	1.9	120	3048	27	685.8	247	6273.8	125	3175	82	2082.8	92	
-	72 41	Y	30	2.5-5	1.9 3.8	3	2.3	120	3048	41	1041.4	253	6426.2	125	3175	83	2108.2	101	
-	72 51	Y	30	3.5 6	2.7 4.6	3.5	2.7	122	3098.8	38	965.2	264	6705.6	133	[illegible]	86	2184.4	108	
- PI	72-71	Y	40	6.5 7	4.97 5.4	6.5	4.97	147	3733.8	50	1270	325	9804.4	168	4114.3	107	2717.8	140	
- PI	72 81	Y	40	9 10	6.9 7.6	9	6.9	159	3911.6	64	1625.6	476	10.820.4	166	4216.4	110	2794	165	
Terex Scotland	72 [illegible]	Y	20	1.5 2.5	1.15-1.9	1.5	1.15	108	2743.2	36	914.4	216	5486.4	91	2311.4	74	1879.6	93	
Thomas	S 5750	N	-	2-4	153-.37	.2	153	72	1828.8	14	355.6	96.25	2444.8	75.5	1917.7	35	889	32	
-	S 51200	N	-	4-6	306 611	4	306	78	1981.2	13	330.2	112	2844.8	61	1549.4	58.5	1485.9	35	
-	S 51700	N	-	5-1	.382 764	.5	.382	79	1981.2	13	330.2	112	2844.8	61	1549.4	58.5	1485.9	35	
-	S/S22500	N	-	.5-1	.382 764	.5	.382	79	1981.2	13	330.2	122	3098.8	61	1549.4	58.5	1485.9	35	
-	S/S22500	N	-	6-1	.922 764	1	.382	79	1981.2	13	330.2	122	3098.8	61	1549.4	58.5	1485.9	35	
Volvo	BM541	N	-	1.3 3.8	1-3	1.3	1	116	2946.6	29.5	749.3	216.5	5500	104	2641.6	71.5	1816.1	93.5	
-	BM641	N	-	1.7 5.2	1.3-4	1.7	1.3	122	3099.8	30	762.0	228	5791.2	109.8	2789.9	75	1905	80	
-	BM846	Y	40	1.8 5.5	1.4 5	2.1	1.6	116	2946.6	61	1549.4	256	6502.4	110	2794	77	1955.8	106	
-	BM1240	Y	40	2.1 7.1	1.6-7	2.1	2.1	118.5	3010	41.5	1054.1	268	6807.2	120	3048	77	1955.8	116	
-	BM1641	Y	37.5	3.3-10.4	2.5-11	3.2	3.2	114.5	2908.3	47	1193.8	310.6	7889.7	123	3200.4	81	2311.4	135.8	

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	MOTOR: Potencia SAE neta hp/rpm	Combustible	Número de cilindros	Cilindrada cu in	Cilindrada litros	Número de ciclos	Capac. del tanque de combustible US gal	Capac. del tanque de combustible Imp ga	Capac. del tanque de combustible Litros	NEUMÁTICOS STÁNDARD: Dimensiones	Lonas	Tipo	TRANSMISIÓN: Tipo	Transmisión hacia adelante Nº de velocidades	Transmisión hacia adelante Velocidad máx MPH	Transmisión hacia adelante Velocidad máx km/h	Transmisión retrocesa Nº de velocidades	Transmisión retrocesa Velocidad máx MPH	Transmisión retrocesa Velocidad máx km/h
Erickson	Eric LV G	30/2800	G	4	107.7	1.8	4	10	8.3	37.9	7.50X15	6	LUG	H	-	0-6.7	0-10.1	-	0-6.3	0-10.1
-	Eric LVW G	40/2800	G	4	103.7	1.7	4	10	8.3	37.9	7.50X15	8	LUG	H	-	0-6.3	0-10.1	-	0-6	0-10.1
-	Lm'n Eric	25/3800	G	2	60	98	4	8	6.7	30.3	5.00X15	4	SPECIAL	H	-	0-5.5	0-8.8	-	0-5.5	0-8.8
Ford	A62	(M)	D	4	256	4.2	4	40	33.3	151.5	15.5X25	12	L 2	PS PL SS	4	0-23	0-37.2	2	0-7.4	0-11.9
-	A64	(M)	D	6	401	6.6	4	50	41.7	189.4	17.5X25	12	L 2	PS PL SS	4	0-21	0-33.8	2	0-8	0-12.9
-	A65	(M)	D	6	401	6.6	4	50	41.7	189.4	20.5X25	12	L 2	PS PL SS	4	[illegible]	0-33.8	2	0-8	0-12.9
International Harvester	H 50C	93/2300	G	6	301	4.9	4	42	35	159.1	13.[illegible]	8	G 2	PS	3	3.3-[illegible]	5.2-3.4	4	4.63-23	7.7-[illegible]
-	H 50E	100/2500	D	6	360	5.9	4	50	41.7	189.4	15.5X25	12	L 2	PS	3	5.7-[illegible]	8.4-4	3	5.8-33	9.3-53
-	H-60C	147/2[illegible]	D	6	414	6.8	4	64	53.3	242.5	17.5X25	12	L 2	PS SS CS	3	3.9-7.5	6.3-12	3	4.7-26.2	7.6-42.2
-	H-80B	184/2[illegible]	D	6	466	7.6	4	78	65	295.5	20.5X25	12	L 3	PS SS CS	3	4.22	6.4-10.6	3	4.7-26.5	7.6-42.6
-	H 90E	230/2500	D	6	573	9.4	4	97	80.8	367.5	23.5X25	12	L 3	PS CS	4	4.6-22	7.4-51.5	4	4.6-12	7.4-5.5
-	H-100C	290/2100	D	6	817	13.4	4	115	95.8	435.7	26.5X25	14	L 3	PS CS	4	4.7-22.8	7.5-43.7	4	4.7-30.3	7.7-47.6
-	560	380/2200	D	6	817	13.4	4	155	129.2	587.2	29.5X29	22	L-4	PS	3	4.6-22.2	7.7-[illegible]	3	4.6-27.2	7.7-35.7
-	H-400C	580/2100	D	12	1710	28	4	250	208.3	947	65.4X35	30	L-4	PS CS	2	0.7-2.4	1.1-3.4	2	0.7-2.4	1.1-3.4
-	3550	90/2350	G	6	263	4.3	4	31	25.8	117.4	14.9X24	8	R 4	PS	4	0.21	[illegible]	2	0-7.1	0-11.4
Long	445DT	45/2400	D	3	142.8	2.3	4	14.25	11.9	54	13.6X[illegible](S)	6	R 1	HD	5	1.4-14.4	2.3-23.4	5	1.43-4.5	2.3-23.4
Massey Ferguson	MF11	74/2300	D	4	248	4	4	36	30	136.4	14.0X24	8	R-4	CS HS	4	1.95-20.6	3.2-33.5	4	1.95-20.3	3.1-32.7
-	MF33	74/2300	D	4	248.2	4.1	4	37	30.8	140.7	13.0X24	8	G 2	CS	4	4.24	6.4-39.6	4	4.24	6.4-39.6
-	MF44B	93/2300	D	6	354	5.8	4	51	42.5	193.2	17.5X25	12	L 2 L 3	CS	4	4.24	6.4-39.6	4	4.24	6.4-39.6
-	MF55	138/2250	D	8	510.7	8.4	4	73	60.8	276.6	17.5X25	12	L 2	PS	4	3.21	4.8-30.0	4	3.21	4.8-30.0
-	MF65	175/2200	D	6	318	5.2	2	75	62.5	284.2	23.1X[illegible]	12	L 2 L 3	PS	3	[illegible]	6.2-31.6	3	2.5-21.3	4.[illegible]
-	MF77	228/2[illegible]	D	6	851	14	4	95	79.2	359.9	25.5X[illegible]	30	L 2	PS	4	2.21-[illegible]	3.2-3.3	4	2.2-24.4	3.5-40.9
-	MF[illegible]	300/2[illegible]	D	6	8[illegible]	14	4	120	100	454.6	29.5X[illegible]	22	L 2	PS	4	2.[illegible]	3.5-47.5	4	2.4-[illegible]	3.4-43.9
Marathon Le Tourneau	L 750A	700/2100	D	16	1136	18.6	2	336	280	1272.9	37.5X[illegible]	36	L 5	E	(G)	0-12.25	0-27.8	(G)	0-12.25	0-[illegible]8
Mattco	Mast H 4000	100/2500	D	8	363	6	4	30	25	113.6	13.[illegible]X24	8	EARTHMOVER	PS	4	0.25	0.40.2	4	0.[illegible]	0.4[illegible].2
-	Mast H 5000	108.5/2500	D	6	380	6.2	4	30	25	113.6	14.00X24	8	EARTHMOVER	PS	4	0.25	0.40.2	4	0.[illegible]	0.4[illegible].2
-	Mast H 7000	108.5/2500	D	6	380	6.2	4	30	25	113.6	14.00X24	12	EARTHMOVER	PS	4	0.25	0.43.2	4	0.2[illegible]	0.4[illegible]
-	Mast H 10 000	150/2400	D	6	363	0	4	30	25	113.6	17.[illegible]X25	18	EARTHMOVER	PS	4	0.25	0.4.2	4	0.25	0.4.2
Melroe	M 371 Bobcat	13/3000	G	1	31.27	5	6	5.5	4.6	20.8	5.10X12	4	BAR LUG	CC	2	0.3.7	0-6	2	0.[illegible]	0.6
-	M-610	30/2800	G	4	107.7	1.8	4	11	9.2	41.7	7.00X15	6	NYLON	VS	(G)	0-6.6	0.10.6	(C)	0.6.6	0.10.6
-	M 700	30/2800	G	4	107.7	1.8	4	12.3	10.4	47.4	7.00X15	6	STEEL CAP	H	2	0-7	0-11.3	2	0-7	0-11.3
-	M 915	82/2[illegible]	D	4	276	4.5	4	33	27.5	125	15X19.5	12	DUPLEX	H	2	0.8.7	0.14	2	0.8.7	0.14
Ram Schaeff	SYL500	-	D	3	172.7	2.83	-	-	-	-	12.5X18	8	7CSGripe	HOD	2	0-12.4	0.20	2	0-12.4	0.20
Terex	72 21	-	D	3	213	3.5	2	50	41.7	189.4	17.5X25	12	L 2	PL PS	2	0-17.4	0.28	1	0.6	0.9.7
-	72 31	-	D	4	284	4.7	2	50	41.7	189.4	20.5X25	12	L 2	PS	2	0-20.6	0-33.2	1	0.7.4	0.11.9
-	72-41	-	D	4	284	4.7	2	50	41.7	189.4	20.5X25	12	L-2	PL PS	3	0-25.7	0.43	3	0.27.5	0.44.3
-	72 51	-	D	6	426	7	2	75	62.5	284.2	23.5X25	12	L 2	SS PL PS	2	0.22	0.35.4	1	0-8.5	0.13.7
-	72 71	336/2300	D	6	568	9.3	2	145	121.7	553	29.5X29	22	L-4	PL PS	3	0.20.8	0.33.5	3	0-20	0-32.2
-	72 81	434/2100	D	12	852	14	2	200	166.7	757.7	33.25X35	26	L-4	SS PS PL	3	0.15	0.24.1	3	0-17	0.27.4
Terex Scotland	72 11	86/2500	D	0	330	5.4	4	36	30	136.3	13.00X24	8	G 2	PL PS	2	0.7	0.11.3	1	0.9.5	0.15.3
Thomas	S/S/90	18/3000	G	2	53.9	88	4	10	8.3	37.9	5.00X15	4	-	H	-	0-4.8	0.7.7	-	0.4.8	0-7.7
-	S/S1200	30/2800	G	4	107.7	1.8	4	21.8	18	81.8	7.00X15	6	-	H	-	0-5	0.9.7	-	0-6	0.9.7
-	S/S1750	37/2400	G	4	154	2.5	4	21.8	18	81.8	7.00X15	6	-	H	-	0-10	0-16.1	-	0-10	0-16.1
-	S 522500	42/3000	D	4	108	1.8	4	21.8	18	81.8	7.00X15	6	-	H	-	0-10	0-16.1	-	0-10	0-16.1
-	L 522500	37/2400	G	4	154	2.5	4	21.8	18	81.8	10X16.5	8	-	H	-	0-10	0-16.1	-	0-10	0-16.1
Volvo	BM641	60/2300	D	4	256	4.2	4	29	24.2	110	12.4X24(S)	12(S)	R-4	PS	-	18.6	29.9	4	18.6	29.9
-	BM841	112/2400	D	6	313	5.1	4	37	30.8	140	14.9X24(S)	12(S)	R-4	PS	4	16.4	26.4	4	16.4	26.4
-	BM846	115/2400	D	6	313	5.1	4	51	42.5	193.1	20.5X25	12	L 2	PS	4	18.6	29.9	4	18.6	29.9
-	BM1240	180/2500	D	6	409	6.7	4	61	50.8	231	20.5X25	18	L-2	PS	4	26	41.8	4	26	41.8
-	BM1541	240/2200	-	9	588	9.6	4	85	54.2	246.1	23.5X25	16	L 2	PS	4	26	41.8	4	26	41.8

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	Distancia entre los ejes (mm)	Peso estándar en funcionamiento (lb)	Peso estándar en funcionamiento (kg)	Máquina estándar (N/Sí) sobre ruedas neumáticas	Carga de inclinación (lb)	Carga de inclinación (kg)	Carga de inclinación en la articulación máx. (lb)	DATOS DE FUNCIONAMIENTO: Carga de inclinación en la articulación máx. (kg)	Fuerza de excavación (empujamiento) (lb)	Fuerza de excavación (empujamiento) (kg)	Inclinación más para atrás del cazo (Deg)	Distancia en vuelo del suelo (in)	Distancia en vuelo del suelo (mm)	Carga de inclinación máxima de giro a la altura del pivote (in)	Carga de inclinación máxima de giro a la altura del pivote (mm)	MOTOR: Marca	MOTOR: Modelo
Erickson	Eric LV-G	863 6	3700	1676 1	N	1960	887 9	N/A	N/A	2900	1313 7	-	9	152 4	73	1854 2	WISCONSIN	ZH40
-	Eric LVW-G	863 6	3700	1676 1	N	1960	887 9	-	-	2900	1313 7	-	6	152 4	73	1854 2	FORD	V4104
-	Little Eric	7874	2900	1313 7	N	1500	679 5	N/A	N A	1600	724 8	-	6 5	165 1	62	1574 8	CHAN	NHC
Ford	A52	2616 2	18 900	8561 7	N	14 000(K)	6342(K)	12 050(K)	5459 7(K)	17 000(L)	770[illegible](L)	51	15 5	393 7	358	9093 2	FORD	256-T
-	A64	2813 4	23 460	10 627 4	N	17 300(K)	7835 9(K)	14 950(K)	6727 1(K)	20 500(N)	9467 7(N)	50	18	406 4	395	10 [illegible] 4	FORD	401 D
-	A66	2819 4	28 300	12 82[illegible]	N	21 800(K)	9875 4(K)	19 700(K)	8871 1(K)	23 [illegible](P)	10 419(P)	50	18	457 2	4[illegible]	[illegible]	FORD	401 T
International Harvester	H 50C	2164 4	17 450	7904 9	N	11 571	5241 7	11 571	5241 7	21 521	9749	41	19 6	497 8	252	6[illegible]	IH	D 301 (D)
-	H 50E	2540	21 040	9531 1	N	14 880	6740 6	13 380	6061 1	21 345	9667	43	14 5	372 8	207 5	5270 1	IH	D 350
-	H-65C	2743 2	28 485	12 903 7	N	20 702	9379	16 637	8442 6	34 333	15 552 9	40	15 4	391 2	240	6 [illegible]	IH	DT 4 4
-	H-80D	2971 8	33 679	15 256 6	N	23 6[illegible]	10 715 2	21 535	9741 8	28 506	12 007 2	44	13 9	353 1	24	6121 4	IH	DT 466
-	H-90E	3043	39 589	17 933 8	N	28 612	12 961 2	25 800	11 637 4	30 947	14 025 8	43	16 5	419 1	255 5	6519 9	IH	D-T 570B
-	H-100C	3556	46 843	21 219 2	N	35 027	15 867 2	29 773	13 427 2	36 338	16 451 1	45	23 25	590 8	356	8[illegible] 4	IH	DT 8-70
-	560	3931	79 210	35 887 1	N	52 207	23 649 8	46 936	21 284 7	64 [illegible]	29 074	45	20 5	521 3	316	8026 4	IH	DT 8-70
-	H-400C	4577	129 532	58 678	N	87 733	39 741 7	74 570	33 780	65 000	29 [illegible]	45	18 5	470	354(P)	9245 6(P)	CUMMINS	VT 1710-C
-	3850	1930 4	12 610	5712 3	N	9000	4077	N/A	N A	8[illegible]	29 [illegible]	60	[illegible]	281	440	11 176	IH	C 253 (D)
Long	445DT	2057 4	8705	3037 4	Y	5480	2482 4	N/A	N A	4450	2[illegible]	25	18 3	464 8	309	7849 6	UTB	D 115
Massey Ferguson	MF11	2082 6	14 500	6[illegible]	N	8 [illegible]00	3674	6700	2468 6	10 000	4[illegible]	47	15	381	156	3962 4	PERKINS	A4 248
-	MF33	2120 9	15 300	6330 2	N	8700	3850 5	N/A	N A	14 300	6[illegible] 3	44	16	406 4	154	3[illegible]	PERKINS	A4 248
-	MF40	2632 4	20 270	9150 6	N	13 500	6115 5	12 000	5438	16 100	7293 3	43	14 5	369 3	212	5384 8	PERKINS	A6 354 3
-	MF55	2794	26 260	11 895 8	N	16 500	7474 5	15 500	7021 5	25 000	11 325	45	16 25	412 8	210	5334	PERKINS	[illegible]
-	MF65	3302	34 100	15 447 3	N	25 450	11 528 9	22 000	9966	30 190	13 676 1	43 5	15 4	391 2	232	5892 8	GM	[illegible]
-	MF77	3505 2	42 18	19 107 5	N	30 500	13 816 5	27 000	12 231	39 [illegible]	17 802 9	42	18	457 2	244 5	6210 3	CUMMINS(T)	[illegible]
-	MF88	3708 4	60 000	27 180	N	42 000	19 076	3[illegible]	17 032 8	61 000	27 633	41	17 5	444 5	236	6755 4	CUMMINS(J)	[illegible] 310
Marathon Le Tourneau	L 700A	5485 4	180 000	81 540	N	117 000	53 001	105 000	[illegible] 555	115 000	52 095	50	19	482 6	2[illegible]	6955 2	DETROIT(V)	[illegible]
Marbro	Mastiff 4000	2438 4	14 000	6142	N	8000	3624	6400	2903(X)	10 800	4892 4	57	15 25	387 4	3[illegible]	8026 4	FORD	2713E
-	Mastiff 5000	2438 4	16 500	7474 5	N	10 000	4530	8200	3714 8	15 600	7066 8	57	15 25	387 4	3[illegible]	8026 4	FORD(X)	2714E
-	Mastiff 7000	2433 4	18 500	8380 5	N	14 000	6342	11 500	5209 5	15 600	7066 8	57	15 25	387 4	3[illegible]	8026 4	FORD(X)	2714E
-	Mastiff 10 000	3048	21 000	9513	N	20 000	9060	16 400	7429 2	22 800	10 378 4	57	15 25	387 4	3[illegible]	9601 2	FORD(V)	2704E T
Melroe	M-371Bobcat	711 2	1900	860 7	N	1158	524 6	N/A	N/A	1095	495	24	4 75	120 7	1[illegible]	2743 2	KOHLER	K 321 S
-	M 510	889	3810	1725 9	N	2350	1064 6	N/A	N/A	1850	838 1	25	8	203 2	130	3302	WISCONSIN	AH40
-	M 700	889	4230	1916 2	N	2500	1132 5	N/A	N A	1950	883 4	26	8	203 2	130	3302	WISCONSIN	AH40
-	M 975	1143	11 870	5377 1	N	7400	3357 2	N A	N A	6250	2849 4	25	9	228 6	182	4622 8	DEERE	4 276
Karl Schaeff	SKL 510	1940	8278	3750	-	5000	2265	-	-	5300	2700	35	19(HH)	4[illegible](I)	155	3900	DEUTZ	F3L912
Terex	72 21	2438 4	21 700	9830 1	N	15 400	6[illegible] 6 2	14 000	6342	20 100	9105 3	45	12	304 8	452	11 481 8	DETROIT	3-71N
-	72 31	2514 6	28 100	12 729	N	19 800	8969	18 000	8154	26 900	12 185 7	47	12	304 8	450	11 466	DETROIT	4 71N
-	72-41	2565 4	31 200	14 134	N	21 800	9875 4	19 400	8789	26 000	11 778	40	12	304 8	472 1	11 99[illegible]	DETROIT	4 71N
-	72-51	2743 2	36 100	16 353	N	15 400	6976 2	14 000	6342	20 100	9105 3	45	12	304 8	451 9	11 4[illegible] 8	DETROIT	6 71N
-	72 71	4064	76 250	34 541 3	N	52 100	23 601	44 900	20 340	65 800	29 807	40	18	457 2	503 1	14 4[illegible]	DETROIT	8V 71T
-	72 81	4191	111 400	50 505	N	78 400	35 515	63 700	31 574	61 100	27 678	44	18	457 2	5[illegible] 1	15 0[illegible]	DETROIT	12V-71T
Terex Scottish	72 11	2352 2	16 500	7474 5	N	10 450	4733 9	9300	4212 9	15 700	7595	47	13	4[illegible] 4	3[illegible]	9[illegible]	G M BEDFORD	370
Thomas	S 5700	812 8	3400	1540 2	N	1400	634 2	N/A	N/A	1500	679 5	25	5 75	146 1	97	1447 8	WISCONSIN	TJD
-	S/S1200	889	5600	2536 6	N	2400	1087 2	N/A	N A	2800	1268 6	28	8	203 2	73	1854 2	WISCONSIN	VH4D
-	S/S1700	889	6750	3057 8	N	3400	1540 2	N/A	N/A	3000	1359	28	8	203 2	73	1854 2	WISCONSIN	VG4D
-	S/S2250	889	7800	3442 8	N	4500	2039 5	N/A	N/A	3100	1404 3	28	8	203 2	73	1854 2	PERKINS	4 108
-	S/S2500	889	7500	3397 5	N	4500	2039 5	N A	N/A	3100	1404 3	28	8	203 2	73	1854 2	WISCONSIN	VG4D
Volvo	BM541	2375	17 300	7847 7	N	7240	3284	-	-	9300	4219 4	44	14	355 6	444	11 278	VOLVO	D 42
-	BM541	2438 4	21,700	9843	N	9450	4300	-	-	12 100	5488 5	45	15 5	393 7	844	11 278	VOLVO	D 50
-	BM543	2652 4	22 000	9979	N	13 750	6235 9	12 100	5488 5	17 000	7711 1	43	19	482 6	350	8905	VOLVO	D 50B
-	BM640	2695 6	26 500	12,000	N	18 050	8187 3	16 000	7257 6	19 150	8685 3	43	17 5	444 5	613	10 499	VOLVO	D-70B
-	BM1641	3467 1	37 400	16 964	-	25 800	11,703	23 600	10 705	27 600	12 51[illegible]	4[illegible]	15 5	393 7	520	13 206	VOLVO	TD-100

PI	-	Se puede Importar
EM	—	Ensamblado en México
*N	—	No
Y	—	Si
†N	—	No
Y	—	Si
**	—	La estabilidad de la máquina depende del tamaño de llantas, balasto en llantas traseras, o de accesorios utilizados
±D	—	Diesel
G	—	Gasolina
¤CP	—	Cara de laminación transversal
OPT	—	Opcional
TR	—	De tracción
¤A	—	Automática
CC	—	De embrague tipo convencional
CS	—	Contraeje
E	—	Eléctrica
GD	—	De engranajes
H	—	Hidrostática
HS	—	DE varvén hidráulico
L	—	De cierre
PL	—	Planetaria
PS	—	De cambio automático
SA	—	Semiautomática
SS	—	De cambio suave
VS	—	De poleas variables

Todo item N/A — No aplica

(A) Modelo Ford 2711-E disponible como opción
(B) Modelo Ford 2713-E disponible como opción
(C) Modelo Perkins T6,354 disponible como opción
(D) Cangilón para uso general.
(E) Con cabina
(F) Solamente máquina
(G) Infinitamente variable
(H) Motor eléctirco
(I) Adelante—frente al operador
(J) Frente, trasero
(K) Con llantas normales, balasto con llantas traseras, cangilón normal, cabina, combustible y 175 lbs (79 kg) por operador
(L) Al cangilón: Levantamiento = 16,200 lbs. (7338 6 kg)
(M) Todavía no se encuentra disponible
(N) Al cangilón levantamiento = 18,800 lbs (8516.4 kg)
(P) Al cangilón levantamiento = 22.500 lbs. (10,193 kg)
(Q) Modelo D-282 diesel también disponible
(R) Por fuera de cangilón.
(S) Llantas traseras
(T) Modelo GMC 6V-71-N también disponible
(U) Modelo GMC 8V-71-N también disponible
(V) Modelo Cummnis VTA-1710-C también disponible.
(W) Sin extra balasto
(X) Modelo Perkins 6 354 también disponible.
(Y) Perkins T6,354 también disponible. Ambos modelos con turbina.

(Z) Dirección de largueros —
(AA) Con llantas normales
(BB) Con llantas normales y techo de protección
(CC) Modelo Cummins también disponible
(DD) Con brazos de alta elevación opcionales.
(EE) Cangilón de canto derecho
(FF) Con llantas normales y dientes de cangilón
(GG) Con llantas normales, techo de protección y lámparas inundantes
(HH) Bajo articulación
(II) Incluye tanque lleno, operador, cangilón y llantas 15.5 x 25 — 8PR
(JJ) Medido 3 pulgadas (102 mm) detrás de junta de arista cortante, con espiga de cangilón como pivote
(KK) Incluye llantas 15.5 x 25 — 12 PR con 846 lbs (382 kg) de solución $CaC1_2$ en llantas traseras
(LL) Incluye llantas 17.5 x 25 — 12 PR con 1182 lbs (540 kg) de solución $CaC1_2$ en llantas traseras
(MM) Incluye llantas 25.5 x 25 — 20 PR con 3038 lbs (1380 kg) de solución $CaC1_2$ en llantas traseras
(NN) Incluye cabina estándar y llantas 38.00 x 39-30-PR con 7880 lbs. (3570 kg) de solución $CaC1_2$ en llantas traseras.

CARGADORES DE ORUGA

FUNCIONAMIENTO (en todos los aspectos)

Fabricante	Modelo	Capac. estándar del cazo SAE (rasante)		Capac. estándar del cazo SAE (sobrecargado)		Peso del cazo estándar con dientes		Anchura del cazo estándar		Altura de descarga a 45°		Alcance a 45°		Alcance a 45°		Long. total cazo en el suelo		Altura total cazo levantado		Anchura exterior de los cilindros		Peso en funcionamiento, equipo estándar		Carga de vuelco hacia SAE, equipo estándar		Fuerza de excavación del cazo (rompimiento)
		yd³	m³	yd³	m³	lb	kg	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	lb	kg	lb	kg	lb
J I Case	350	686	525	75	573	650	293 4	63	1600 2	96	2438 4	33	965 2	156	3962 4	155	3937	60	1524	10 600	4808	-	-			5100
-	450	800	612	1	765	775	351 5	67 8	1722 1	98	2489 2	36 75	933 5	160	4064	162	4114 8	64	1625 6	13 900	6305	-	-			7500
-	850	1 178	901	1 375	1 1	1345	610 1	76 5	1943 1	98 5	2501 9	46 5	1181 1	180	4572	168 5	4280	67	1701 8	18 900	8572 9	11 000	4993 5			11 000
-	1150B	1 52	1 2	1 75	1 3	1745	791 5	81 2	2062 5	104	2641 6	54	1371 6	189	4800 6	184	4673 6	77	1955 8	24 800	11 249	16 700	7575			18 400
-	1450	1 85	1 4	2 25	1 7	2305	1045 5	88	2235 2	115	2921	66	1676 4	206 5	5245 1	202	5130 8	81	2057 4	31 320	14 206 5	18 700	8436 8			27 100
Caterpillar	PI 931	87(D)	67(D)	1(D)	8(D)	730	340	-	-	8(C)	2440(C)	17	810	153	3890	8(D)	2440(D)	70 5	1790	15 300(E)	6900(E)	9100(E)	4127(E)			13 700
-	PI 941B	1 24(D)	95(D)	1 5(D)	1 15(D)	-	-	-	-	102	2590	51(F)	1300(F)	168	4520	173 5	4410	73	1860	22 500	10 200	12 530	5730			14 350
-	PI 955L	1 69(D)	1 29(D)	2(D)	1 53(D)	-	-	88 5(I)	2250(I)	114	2900	63(F)	1600(F)	195	4950	195	4950	85(J)	2160(J)	30 200	13 700	18 650	8460			23 170
-	PI 977L	2 33(D)	1 79(D)	2 75(D)	2 1(D)	-	-	98(I)	2490(I)	126	3200	72(F)	1830(F)	221	5610	213	5410	94	2390	42 500	19 300	24 710	11 210			34 200
-	PI 983	3 74(D)	2 85(D)	4 5(D)	3 5(D)	-	-	120 5(I)	3060(I)	144	3650	85(F)	2160(F)	267	6780	245	6200	114	2900	71 600	32 500	48 680	22 080			43 850(M)
John Deere	JD350B	632	483	75	573	775	351 5	66	1676 4	98	2489 2	30	762	144 5	3670 3	154 3	3919 7	60	1524	12 400	5624 6	7150	3243 2			12 100
-	JD450C	1 05	803	1 25	956	995	451 8	72 25	1835 2	103	2616 2	33	838 2	160 25	4070 4	170	4318	66	1676 4	16 700	7575	9200	4173			14 350
-	JD555	1 052	804	1 25	956	995	451 8	72 25	1835 2	103	2616 2	33	838 2	160 25	4070 4	170	4318	66	1676 4	18 255	8280 3	10 650	4828			15 750
Eimco TMD	630	-	-	3	2 55	-	-	54	1371 6	22 28 5	559 724	-	-	112	2844 8	80 127	2032 3226	54	1371 6	10 350	4695	-	-			-
-	632	-	-	785	6	-	-	74	1879 6	36	914 4	-	-	147	3733 8	126 5	3213 1	54	1371 6	12 500	5669 9	-	-			5300
Internacional Harvester	SKE 75	68	52	75	573	650	294 8	66 5	1689	99 7	2507	29 4	747 8	154 6	3928 8	175	4445	62	1574 8	12 350	5600	7500	3402			10 300
-	100E	92	703	1 13	8 4	760	344 8	68 5	1739 9	97	2463 8	31 7	805 2	156	3962 4	160 5	4076 7	65	1651	15 481	7020 1	9067	4112 7			15 144
-	FN 125E	1 12	856	1 38	1 1	940	426 4	71 6	1818 6	103 5	2629 9	38 2	970 3	164 75	4184 7	171 5	4355 1	68	1727 2	18 655	8461 8	11 328	5137 4			18 859
-	175C	1 72	1 3	2	1 5	1892	858 2	86	2184 4	134	3403 6	60	1524	194 5	4940 3	180	4572	81	2057 4	28 890	13 104	19 110	8668 2			25 370
-	250C	2 25	1 7	2 75	2 1	2330	1057	95	2438 4	129	3276 8	69	1752 6	225	5715	211	5359 4	94	2387 6	43 360	19 6[illegible]	29 609	13 430			38 225
JCB	110	1 25	956	1 5	1 2	1070	485 3	80	2032	100	2540	45	1143	203	5156 2	168	4267 2	69	1752 6	20 763	9418	10 976	4978 6			13 000
Massey Ferguson	MF200	625	478	75	573	455	206 4	62	1574 8	99 5	2527 3	30	762	152	3860 8	139 5	3543 3	60	1524	10 375(B)	4706(B)	6500	2948 4			7000
-	MF300	1 125	860	1 25	956	1215	551	77	1955 8	96 5	2451 1	37	939 8	154	3911 6	151	3835 4	72	1828 8	19 711	8940 8	12 570	5701 7			18 500
-	MF400	1 5	1 2	1 625	1 2	1765	800 6	80	2032	100	2540	33	838 2	208	5282 4	183	4775 2	75	1905	24 950	11 322	17 360	7874 4			15 410
-	MF500B	2	1 5	2 25	1 7	1910	8[illegible]4	60	2032	102	2590 8	35	889	180	4572	151	3851 4	82	2082 8	36 5[illegible]	16 570	19 840	8999 3			19 840

CARGADORES DE ORUGA

Fabricante	Modelo	Fuerza de separación del cazo rompimiento	Inclinación posterior a nivel del suelo	Angulo máximo de inclinación del cazo	Distancia mínima de la máquina al suelo		Motor										Carriles									Transmisión Tipo
							Marca	Modelo	Potencia SAE neta hp	Número de cilindros	Embolada Longitud		Capac. del tanque de combustible			No. de zapatas en cada lado	Ancho de las zapatas standard		Carrera standard de los cilindros		Presión en el suelo zapata standard		Ancho de las cintas disponibles		
		kg	Deg	Deg	in	mm			hp rpm		cu in	litres	US gal	Imp gal	Litros		in	mm	in	mm	psi	kg/cm²	in	mm	
JJ Case	350	2404	40	110	11	279.4	CASE	G188D	39/2000	4	188	3.1	18	13.3	68.5	33	12	304.8	43	1092.2	-	-	12.14	304.8 355.6	GD
-	450	3402	40	110	12	304.8	CASE	G188D	51/2000	4	183	3.1	20	16.1	75.9	36	12	304.8	52	1320.8	-	-	12.14	304.8 355.6	PS
-	650	4989.5	40	105	10	254	CASE	A331BD	72/2000	4	301	4.9	36	30	136.4	39	13	330.2	54	1371.6	-	-	13.14	330.2 355.6	PS
-	1150B	8346	40	103	13	330.2	CASE	A451BD	100/2100	6	451	7.4	52	43.3	197.5	41	15	381	62	1574.3	-	-	15.16	381 406.4	PS
-	1450	12 292	40	106	15	381	CASE	A504BDT	130/2100	6	504	8.3	65	54.2	246.4	33	15	381	66	1676.4	-	-	15.16	381 406.4	PS
Caterpillar	931	4850	-	-	13.7	348	CAT	3204	62/2700	4	318	5.2	30	25	114	35	12	305	55	1420	-	-	-		PL PS
-	941B	8510	-	74	15(G)	380(G)	CAT	D330	80/2000	4	425	7	42	35	159	35	13	330	60	1523	-	-	-		PS PL
-	955L	10 500	-	75	15.75(G)	400(G)	CAT	D340	100/2185	4	425	7	66	55.7	252	41	15	380	66	1680	-	-	-		PL PL
-	977L	15 540	-	75	19(G)	485(G)	CAT	D333	190/1950	6	633	10.5	100	83.3	378.7	41	17	455	76	1930	-	-	-		PS PL
-	983	19 890(M)	-	76	23.5(G)	600(G)	CAT	D343	275/2400	6	893	14.6	135	112.5	510	42	22	560	92	2340	-	-	-		PS PL
John Deere	JD350	5488.5	40	70	13.25	336.6	JOHN DEERE	JD3152	42/2500	3	152	2.5	22	18.3	83.2	33	12	304.8	48	1219.2	7.2	49.7	12	304.8	DT PL
-	JD450C	6513.8	40	70	14.25	362	JOHN DEERE	JD4219	65/2400	4	219	3.6	31	25.8	117.3	37	14	355.6	58	1473.2	7.6	53.8	14	355.6	PS
-	JD555	7144	40	70	14.25	362	JOHN DEERE	JD4276	72/2200	4	276	4.5	31	25.8	117.3	37	14	355.6	52	1320.8	8.5	59.8	14	355.6	PS
Eimco TVD	630	-	-	-	8	152.4	EIMCO	271	27/2200	5	-		-		-	25	9	228.6	45	1143		-	9	228.6	[illegible]
-	632	2404	-	-	8	152.4	EIMCO	271	27/2200	5	-	-	-		-	28	9	228.6	45	1143			9	228.6	[illegible]
International Harvester	500E 75	4672	40	-	13.1	332.7	INTERNATIONAL	D 155	45/2500	3	155	2.5	27.5	22.9	104.1	35	12	304.8	52	1320	7.5	52.4	13.14	[illegible]	[illegible]
-	100E	5667.2	38.5	60.3	12.8	325.1	INTERNATIONAL	D 239	65/2400	4	239	3.9	30	25	113.7	37	12	304.8	52	1320.8	9	62.1	12.13	[illegible]	PS CS
-	125E	6554.3	38.5	60.9	15	381	INTERNATIONAL	DT 239	78/2500	4	239	3.9	38	31.7	144.1	36	13	330.2	54	1371.6	9.6	66.2	13.14	330.2 356	PS CS
-	175C	11 303	48.5	58.1	17.75	450.9	INTERNATIONAL	DT 466	130/2400	6	466	7.6	60	50	227.3	39	15	381	66	1676.4	11.1	76.5	15.16	381 406.4	PS CS
-	250C	17 339	49	61.1	18.3	469.9	INTERNATIONAL	DVT 573B	190/2400	6	573	9.4	86	71.5	325.5	43	18	457.2	76	1930.4	11.3	77.9	18	457.2	PS CS
JCB	110	5895.7	40	75	15	381	PERKINS	4.248	71/2250	4	248	4.1	46	38.3	174.1	37	13	330.2	56	1422.4	9.45	65.2	13	330.2	HY PL
Massey Ferguson	MF290	3115.2	45	54	10.5	266.7	PERKINS	A3.152	44/2250	3	152.7	2.5	11.1	9.3	42.3	36	12	304.8	48	1219.2	8.7	46.2	12	304.8	CS HY
-	MF300	6391.5	45	57	15	381	PERKINS	A4.248	63/2100	4	248	4.1	28.8	23.8	108.2	37	14	355.6	58	1473.2	8.3	60.7	14	355.6	PS
-	MF400	8999	41	56	12.5	317.5	PERKINS	A6.354	85/2200	6	354	5.8	30	30	136.4	37	15	381	60	1524	9.4	64.8	15	381	CS HY
-	MF500	6999.3	41	62	13	330.2	PERKINS	AVB-510	125/2100	8	510.71	8.4	55	45.8	208.2	40	15	381	66	1676.4	13.1	90.3	15.16	381 406.4	PS

Fabricante	Modelo	TRASMISIÓN				SISTEMA HIDRÁULICO						
		Convertidor de fuerza de tracción†	Embrague del motor†	Velocidad máx trasmitida hacia adelante		Capacidad del sistema			Presión máx de trabajo		Tipos de bombas†	Numero de bombas
				MPH	km/h	U.S. gal	imp gal	Litres	psi	kPa		
J I Case	350	Y	N	4 85	7 8	8	6 7	30 5	2000	13,790	G	1
-	450	Y	N	7 2	11 6	7 5	6 3	28 6	2000	13,790	G	1
-	850	Y	N	6 5	10 5	6 6	7 2	32 7	1850	12,755	G	1
-	1150B	Y	N	6 2	10	15	12 5	56 8	2000	13,790	G	1
-	1450	Y	N	5 5	8 9	22	18 3	83 2	2500	17,237	G	1
Caterpillar *	931	-	-	6 9	11 1	13	10 8	49 2	-	-	G	-
- *	941B	Y	-	5 5	8 9	21	17 5	79 5	-	-	V(H)	-
- *	955L	Y	-	5 6	9	37(K)	30 8(K)	140(K)	-	-	V(H)	-
- *	977L	Y	-	5 8	9 3	36 5(L)	30 4(L)	138(L)	-	-	V(H)	-
- *	983	-	-	6 3	10 1	38(L)	31 7(L)	144(L)	-	-	-	-
John Deere	JD350B	N	Y	1.4-6 5	2 3-10 5	12 5	10 4	47 3	2250	15,513	G	1
-	JD450C	N	Y	1.3-6 7	2 1-10 8	12 25	10 2	46 4	2250	15,513	G	1
-	JD555	Y	N	5 63	9 1	12 25	10 2	46 4	2250	15,513	G	1
Eimco TMD	630	N	N	0-1 5	0-2 4	-	-	-	-	-	-	-
-	632	N	N	0-1 5	0-2 4	15	12 5	56 8	1250	8618 5	G	1
International Harvester	500E-75	Y	N	5.9	9 5	17	14 2	64 6	2250	15,513	G	1
-	100E	Y	N	5.28	8 5	15 4	12 8	58 2	2150	14,824	G	1
- F N	125E	Y	N	5 32	8.6	15	12 5	56 8	2150	14,824	G	1
-	175C	Y	N	5 2	8 4	24	20	90 9	1900	15,100	G	1
-	250C	Y	N	5 28	8 5	28	23 3	105 9	2000	13,789 5	G	1
JCB	110	N	N	5 5	8 9	84	70	318 2	2500	17,237	G	1
Massey Ferguson	MF200	N	N	1 7-5 7	2 7-9 2	11.1	9.3	42 3	2150	14,824	G	1
-	MF300	Y	N	2.17-4 04	3 5-6 5	8	6.7	30 5	2150	14,824	G	1
-	MF400	Y	N	2 17-3 95	3 5-6 4	27	22 5	102 3	2200	15,169	G	1
-	MF500B	Y	N	2 64-5 28	4 3-8 5	28 6	23 8	108 2	2000	13,790	G	1

PI — Se puede Importar
EM — Ensamblado en México
FN — Fabricación Nacional.
*AMD — Motor neumatico
CS — Contraeje
CD. — De engranajes
HY — Hidrostática
PL — Planetaria
PS — De cambio automático
PSR — De reversor automático
N — No
Y — Si
G — De engranajes
V — De paletas

Todo item N/A — No aplica.

(A) — Altura de paso de la máquina
(B) Peso de embarque
(C) A plena elevación
(D) Cangilón para uso general
(E) Incluye tanque lleno, 170 lbs. (77 kg) por operador, protectores inferiores, y de rodillos de orugas, dientes de cangilón, iluminación, gancho de tracción, y techo de protección.
(F) Con 7 pies (2130 mm.) de paso.
(G) De la cara de zapata
(H) Sistema hidráulico del cangilón
(I) A arista cortante
(J) Por fuera de tapas del árbol de catalina
(K) Controles de cangilón, incluyendo tanque y tuberías hidráulicas.
(L) Controles de cangilón
(M) Medido 4 pulgadas (102 mm) detrás de junta de arista cortante con espiga de cangilón como pivote.

RENDIMIENTO

En el movimiento de tierras lo que más nos interesa es minimizar los costos de producción, es decir obtener el costo más bajo posible por unidad de material movido.

Se entenderá por rendimiento al volumen de material movido durante la unidad de tiempo. Este depende de numerosos factores como son:

a) Capacidad del cucharón y su posibilidad de llenado
b) Tipo de material
c) Altura del terreno a excavar y la altura de descarga
d) La rotación necesaria entre la posición de excavación y descarga
e) La habilidad del conductor
f) La rapidez de evacuación de los materiales
g) Características de la organización de la empresa
h) Capacidad del vehículo o recipiente que se cargue

El rendimiento aproximado de un cargador se puede valorar de las siguientes formas:

A) Por observación directa
B) Por medio de reglas y fórmulas (teórico)
C) Por medio de tablas proporcionadas por el fabricante

A) Cálculo del Rendimiento de un Cargador por medio de Observación Directa.

La obtención de los rendimientos por observación directa es la medición física de los volúmenes de materiales movidos por el cargador,

durante la unidad horaria de trabajo, cronómetro en mano.

Con este método se obtienen los rendimientos reales, sin embargo, este sistema requiere de contar con la máquina en el frente de trabajo, por esta razón no es posible usarlo para tomar una decisión de compra. Este método nos proporciona un medio objetivo de comparación entre el rendimiento real y el rendimiento teórico.

B) Cálculo de Rendimiento de un Cargador por medio de Reglas y Fórmulas.

El rendimiento aproximado de un cargador por medio de este método puede estimarse del modo siguiente:

Se calcula la cantidad de material que mueve el cucharón en cada ciclo y ésta se multiplica por el número de ciclos por hora. De esta forma se obtiene el rendimiento horario.

$$m^3/\text{Hora} = m^3/\text{Ciclo} \times \text{Ciclos/Hora}$$

La cantidad de material que mueve el cucharón en cada ciclo es la capacidad nominal del cucharón afectada por un factor que se denomina "Factor de Carga", expresado en forma de porcentaje, que depende del tipo de material que se cargue. Este factor de llenado o de carga debe tomarse muy en cuenta pues el cucharón no se puede llenar al ras más que en los terrenos ligeros en condiciones óptimas En terrenos pesados especialmente arcilla, el cucharón sólo se llena parcialmente, mientras que en materiales rocosos el llenado es aún más imperfecto.

$$m^3/\text{Ciclo} = \text{Capacidad nominal del Cucharón} \times \text{Factor de Carga}$$

El factor de carga se puede determinar empíricamente para cada caso en particular o sea por medio de mediciones físicas, o tomarse de los manuales de fabricantes, por ejemplo, tenemos los siguientes valores, tomados de un fabricante:

MATERIAL SUELTO	FACTOR DE CARGA
Agregados húmedos mezclados	95 - 100 %
Agregados uniformes hasta de 1/8"	95 - 100 %
Agregados de 1/8" a 3/8"	85 - 90 %
Agregados de 1/2" - 3/4"	90 - 95 %
Agregados de 1" - o más	85 - 90 %
MATERIAL DINAMITADO	
Bien fragmentado	80 - 85 %
De fragmentación mediana	75 - 80 %
Mal fragmentado	60 - 65 %

Para determinar el número de ciclos/Hora en la operación de un cargador, se debe determinar la eficiencia de la operación o sea los minutos efectivos de trabajo en una hora y éste dividido entre el tiempo en minutos del ciclo total

$$\text{Ciclos/Hora} = \frac{\text{Minutos Efectivos por Hora}}{\text{Tiempo total de un Ciclo (minutos)}}$$

La eficiencia de la operación o sea los minutos efectivos de trabajo en una hora, depende de las condiciones del sitio de trabajo y las características de la organización de la empresa. Se puede estimar de la forma siguiente:

Condiciones del sitio del trabajo.	Caracreristicas de la Organización							
	Excelente		Buenas		Regular		Malas	
	%	Min/Hr.	%	Min/h	%	Min/H	%	Min/H
Excelentes	84	50.4	81	48.6	76	45.6	70	42,0
Buenas	78	46.8	75	45.0	71	42.6	65	39.0
Regular	72	43.2	69	41.4	65	39.0	60	36.0
Malas	63	37.8	61	36.6	57	34.2	52	31.2

El tiempo total de un ciclo está compuesto por el tiempo del ciclo básico más el tiempo del ciclo de acarreos.

El tiempo del ciclo básico incluye, el tiempo de carga, descarga, cambios de velocidades, el ciclo completo del cucharón y el recorrido mínimo.

El ciclo básico lo podemos tomar en forma teórica de estadísticas de varias obras o de recomendaciones de fabricantes. Estos nos dicen que el tiempo del ciclo básico es del orden de 20 a 25 segundos y que se ve afectado por diversos factores que se han estimado aproximadamente como sigue:

MATERIAL	Segundos que deben añadirse (+) o restarse (-) del tiempo del ciclo básico.
De diversos tamaños	+ 1.2
Hasta de 1/8"	+ 1.2
De 1/8" a 3/4"	- 1.2
De 3/4" a 6"	0.0
De 6" ó más	+ 1.8 y más
En el banco o fragmentado	+ 2.4 y más

MONTON	
Apilado con trasportador o tractor a 3 mts. o más	0.0
Apilado con trasportador o tractor menos de 3 mts.	+ 0.6
Descargado de un camión	+ 1.2

DIVERSOS	Segundos que deben añadirse (+) o restarse (-) del tiempo del ciclo básico
Posesiones en común de camiones y cargador	- 2.4
Operación continua	- 2.4
Operaciones intermitentes	+ 2.4
Tolvas o camiones pequeños	+ 2.4
Tolvas o camiones endebles	+ 3.0

El ciclo de acarreo, es el tiempo que requiere la máquina en transportar el material de la salida del sitio de carga, al lugar de descarga y regresar vacío al lugar del abastecimiento.

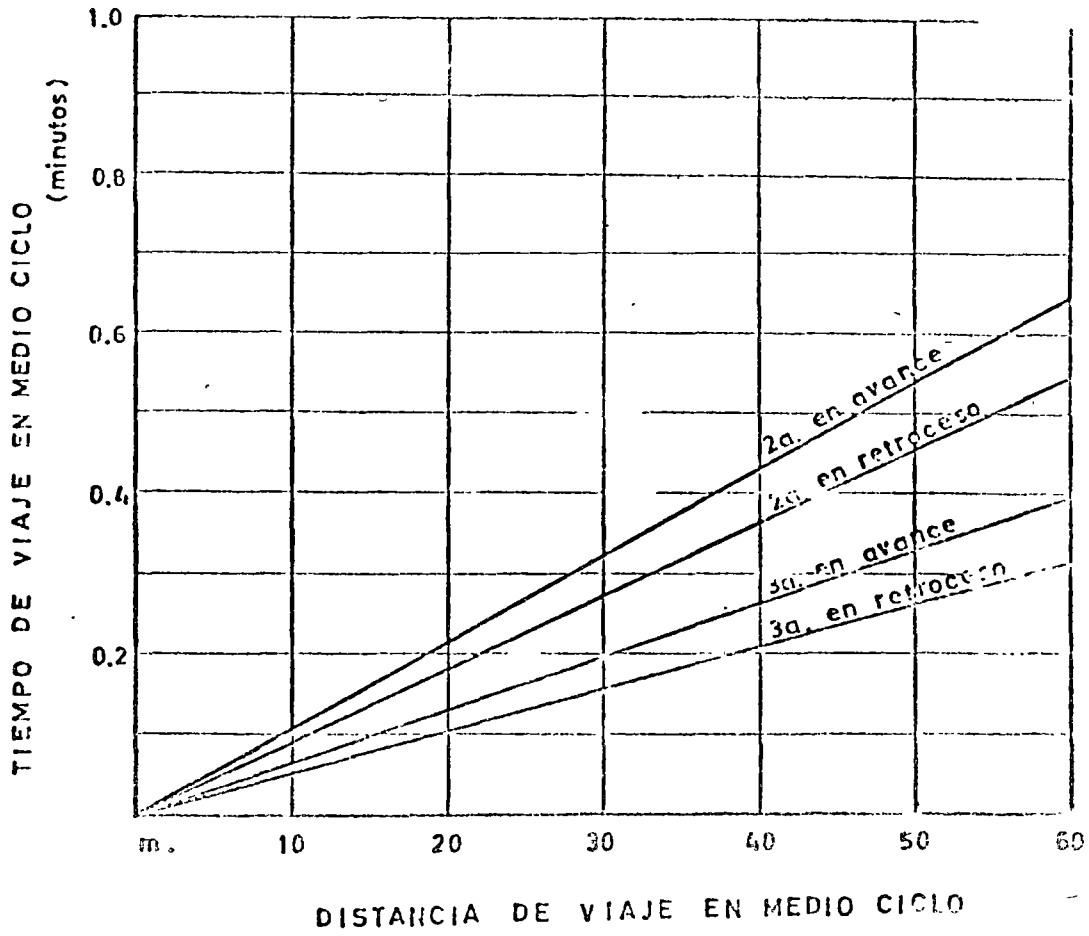
El tiempo de este ciclo de acarreo, si se desconoce, puede tomarse de gráficas hechas por los fabricantes o prepararse con datos estadísticos medidos en la obra en forma apropiada.

A continuación se presentan varias gráficas del tiempo estimado de acarreo o retorno para diversos cargadores, las cuales se han preparado en las siguientes condiciones:

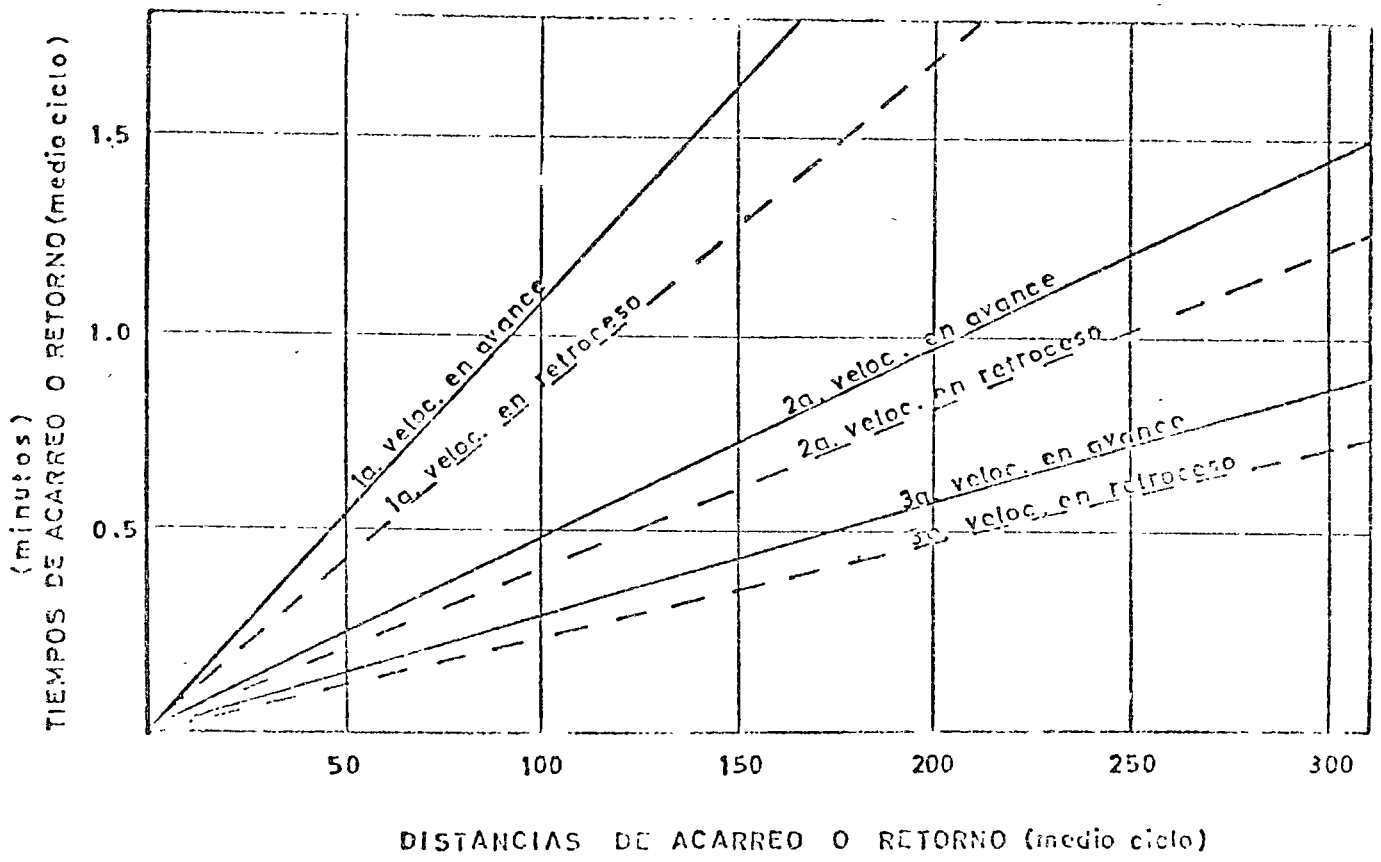
-- Sin pendiente

- Las velocidades son prácticamente las mismas con carga o sin ella.
- Se considera el tiempo de aceleración en el tiempo de maniobras.
- La posicion del cucharón es constante en el recorrido.
- No se incluye el recorrido efectuado en el tiempo de maniobras

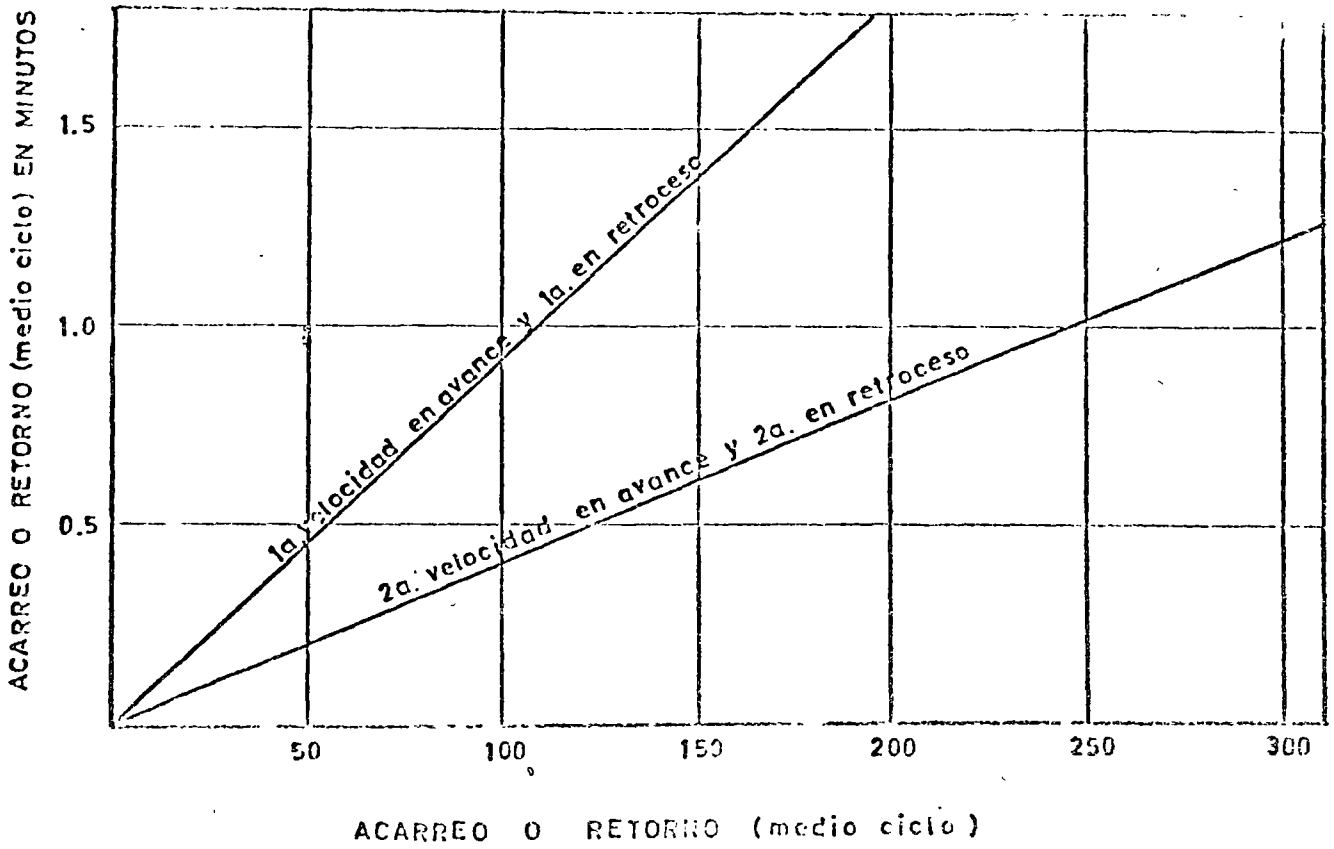
TIEMPO ESTIMADO DE VIAJE PARA UN CARGADOR DE CARRILES DE 2 Yd3.



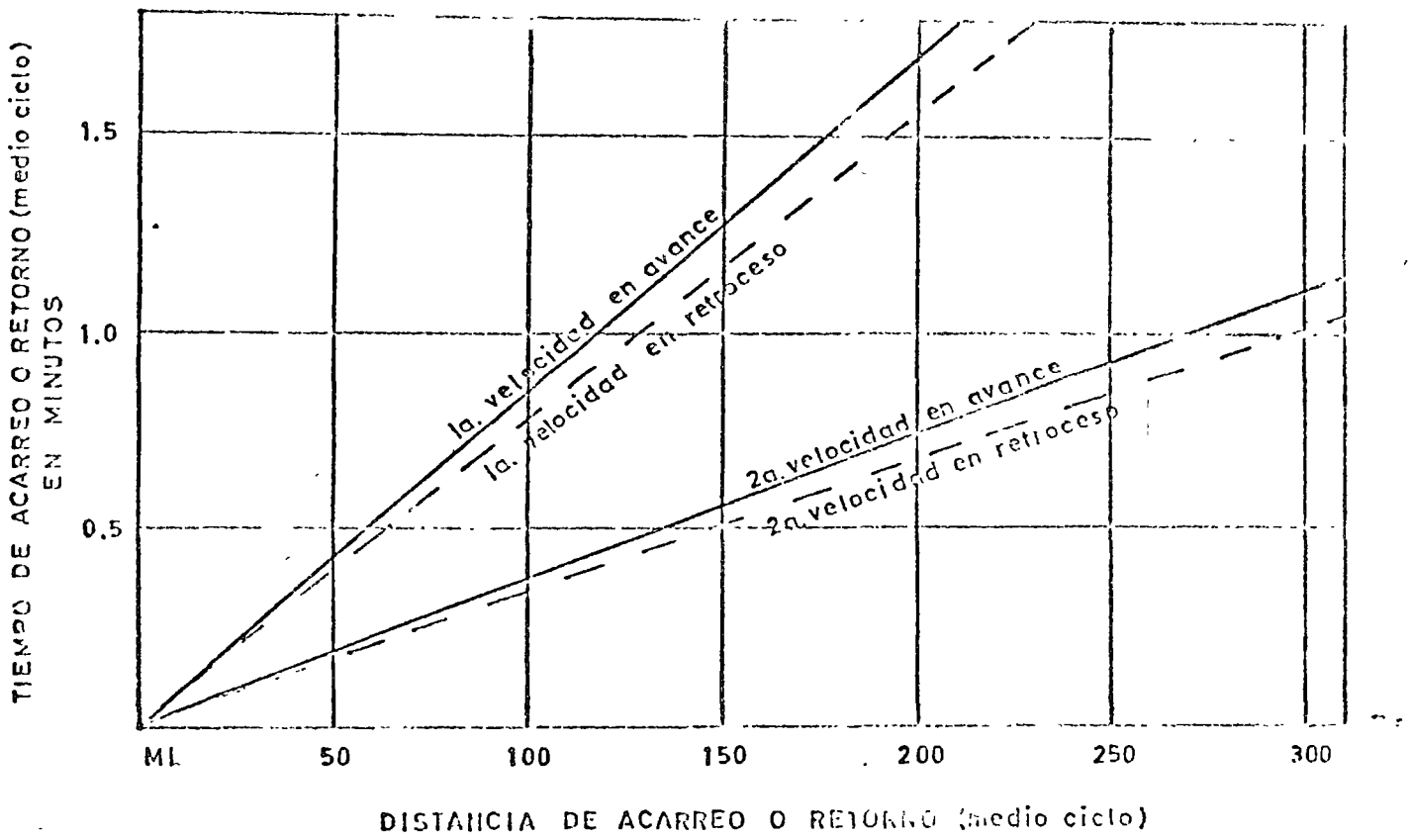
TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR DE RUEDAS DE 2 Yd3.



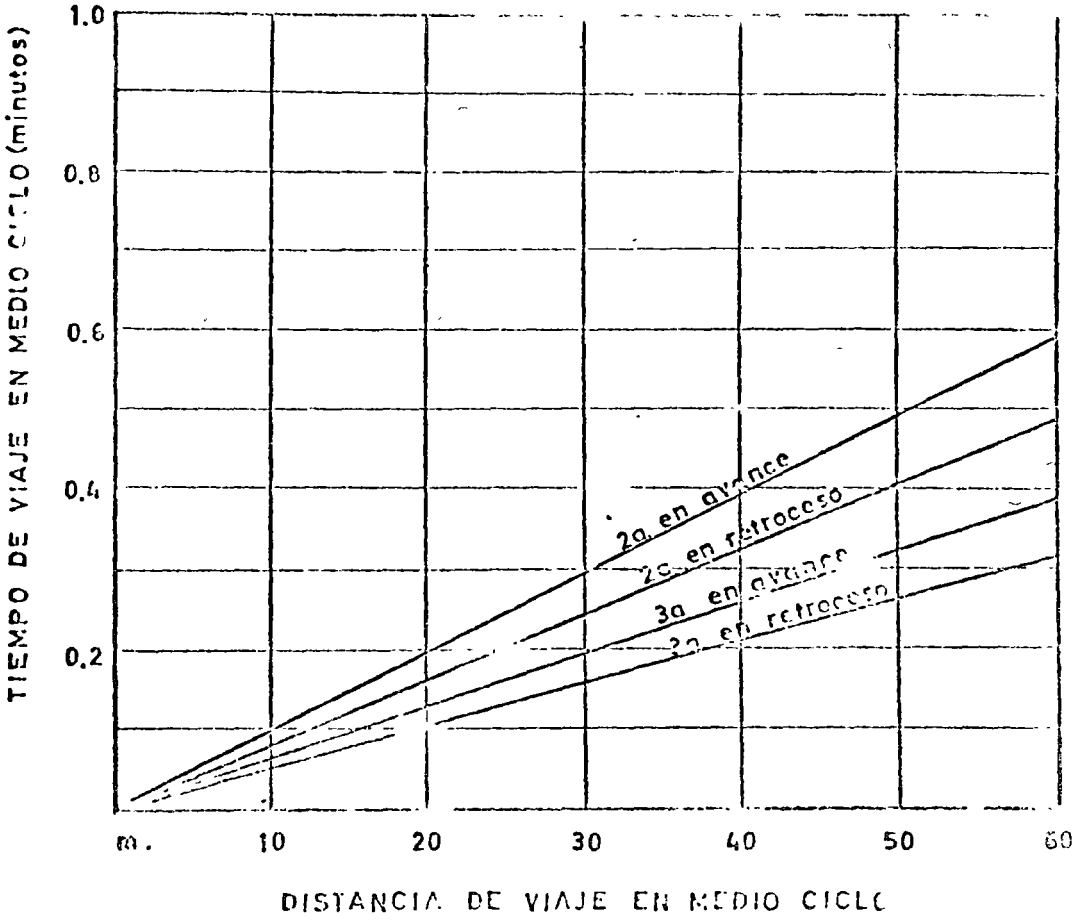
TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR DE RUEDAS DE 6 Yd3.



TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR DE RUEDAS DE 10 Yd3.



TIEMPO ESTIMADO DE VIAJE PARA UN CARGADOR DE CARRILES DE 5 Yd3.



C) Calculo del Rendimiento por medio de Tablas proporcionadas por el Fabricante

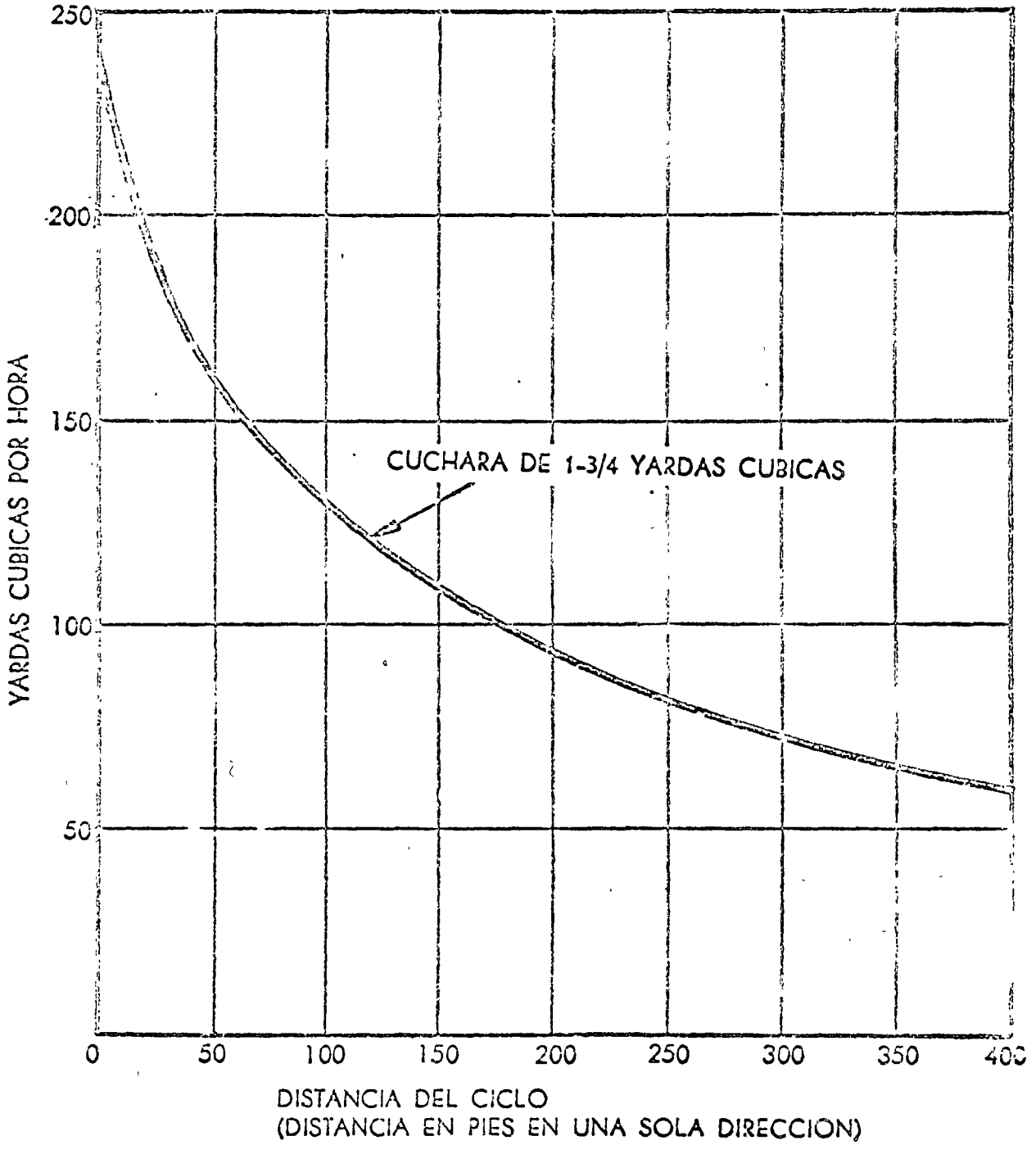
Los fabricantes de equipos cuentan con manuales donde se justifican los rendimientos teóricos de las máquinas que producen para determinadas condiciones de trabajo. Los datos se basan en pruebas de campo, análisis en computadora, investigaciones en el laboratorio, experiencia, etc. Tomando en cuenta las medidas necesarias para conseguir exactitud.

Debe tomarse en cuenta, sin embargo, que todos los datos se basan en un 100% de eficiencia, algo que no es posible conseguir ni aún en condiciones óptimas. Esto significa, que al utilizar los datos de eficiencia y producción, es necesario rectificar los resultados que se dan en las tablas, mediante factores adecuados a fin de compensar el menor grado de eficiencia alcanzada, ya sea por las características del material, la habilidad del operador, la altitud y otros sinúmero de factores que pudieran reducir la producción en un determinado trabajo.

Por lo anterior mencionado se puede concluir que antes de utilizar cualquier información sobre rendimientos contenido en determinado manual, es esencial conocer detalladamente las condiciones que pueden afectar el trabajo de la máquina. Luego, el manual de rendimientos es tan solo una ayuda que si no se compara con la experiencia y el conocimiento de las condiciones donde se desarrolla el trabajo, los rendimientos obtenidos de esta manera resultan falsos.

De las investigaciones y pruebas llevadas a cabo por los fabricantes del cargador marca Michigan, sobre el terreno, se obtuvieron gráficas de producción como las siguientes:

PRODUCCION EN YARDAS CUBICAS POR HORA
CARGADOR MODELO 75A, SERIE II

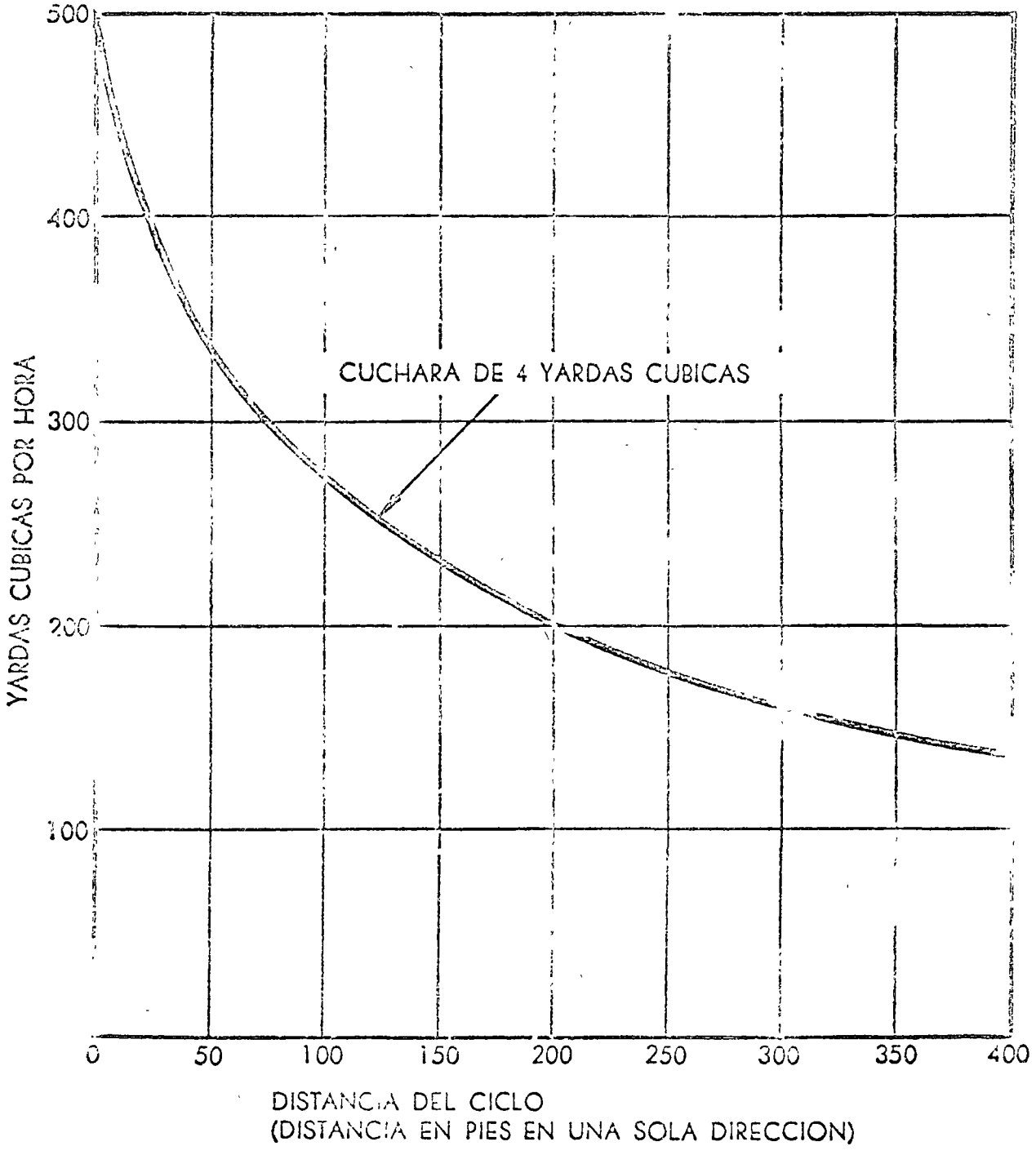


SUPUESTO DE PRODUCCION:

CARGA DE MONTON - TERRENO FIRME Y LLANO
HORA DE TRABAJO - 60 MINUTOS
PESO DEL MATERIAL - 2.800 LBS. POR YARDA CUBICA

PARA PENDIENTES ADVERSAS DE MAS DEL 5%: REDUZCASE LA PRODUCCION EN UN 2% POR CADA 1% ADICIONAL.

PRODUCCION EN YARDAS CUBICAS POR HORA
CARGADOR MODELO 175A, SERIE II

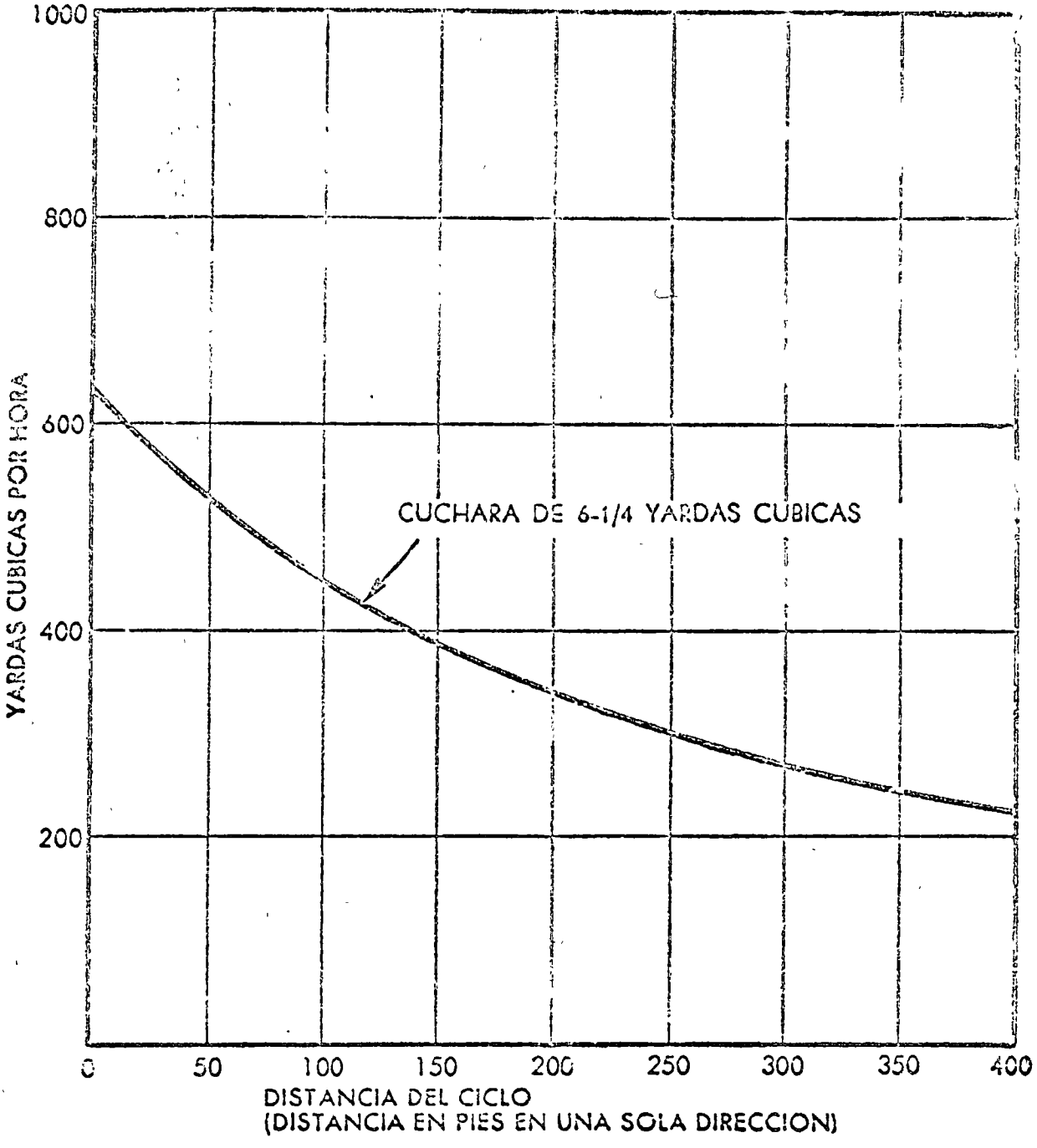


SUPUESTO DE PRODUCCION:

CARGA DE MONTON - TERRENO FIRME Y LLANO
HORA DE TRABAJO - 60 MINUTOS
PESO DEL MATERIAL - 2.800 LBS. POR YARDA CUBICA

PARA PENDIENTES ADVERSAS DE MAS DEL 5%: REDUZCASE LA PRODUCCION EN UN 2% POR CADA 1% ADICIONAL.

PRODUCCION EN YARDAS CUBICAS POR HORA
CARGADOR MODELO 275A, SERIE II



SUPUESTO DE PRODUCCION:

CARGA DE MONTON - TERRENO FIRME Y LLANO
HORA DE TRABAJO - 60 MINUTOS
PESO DEL MATERIAL - 2.800 LBS POR YARDA CUBICA

PARA PENDIENTES ADVERSAS DE MAS DEL 5%: REDUZCASE LA PRODUCCION EN UN 2% POR CADA 1% ADICIONAL.

PROBLEMA

a) Datos

Calculemos la producción de un cargador de ruedas equipado con cucharón de 31/2 y d3 (2.68 m^3), cargando camiones de 10 m^3 de capacidad propiedad de la misma empresa.

Material: Grava triturada 1 1/2" tam. max.

almacena en pilas de 6m. de altura en operación continua, con horas de 50 minutos efectivos.

Solución:

Paso 1

Capacidad del cucharón	2.68 m^3
Factor de carga	0.85

Volumen por ciclo: 2.68 m^3 x 0.85 = 2.28 m^3

Paso 2

Cálculo del tiempo del ciclo:

Ciclo básico	25.0 seg.
Correcciones:	
- por el material	0.0
- por el montón	0.0
- posesión en común de cargador y camiones	- 2.4
- operación continua	- 2.4
	20.2 seg.

$$\frac{20.2 \text{ seg.}}{60.0 \text{ seg.}} = 0.34 \text{ min}$$

Paso 3

$$\text{Ciclos\_hora} = \frac{50 \text{ min/hora}}{0.34 \text{ min/ciclo}} = 149 \text{ ciclos/hora}$$

Paso 4

Producción = 2.28 m^3/ciclo x 149 ciclos/hora

= 339.7 m^3/hora

La elección del cargador apropiado para un determinado trabajo se puede hacer en la forma inversa de la solución del problema anterior; es decir, ustedes conocen sus necesidades de producción y las condiciones de su obra, su problema es, calcular la capacidad del cucharón; y con esto efectuarán la primera parte de la elección.

Cargador vs. Pala mecánica

Si recordamos la evolución habida en los trabajos de movimiento de roca y analizamos los cambios que ha habido en los últimos años, tanto en la maquinaria como en la utilización de la misma, notamos que la más significativa tendencia es que cada día más y más cargadores reemplazan a las palas mecánicas en el movimiento de rocas.

Históricamente, las palas, además de funcionar como una herramienta de carga, terminaban el trabajo que la barrenación y voladura habían iniciado. Sin embargo, con los avances tecnológicos en barrenación y explosivos, muchas de las necesidades que existían han sido eliminadas; y la utilización de cargadores en los bancos de roca se ha multiplicado rápidamente.

Es decir, las desventajas de las palas (alta inversión, poca movilidad, altos costos de transportación, etc.) aunadas a los avances tecnológicos

en explotación de bancos de roca, han provocado la declinación de su uso.

Pero esto no es todo; el desenvolvimiento de este nuevo método de movimiento de rocas lo provocaron dos causas muy poderosas para nosotros: Producción y Costo.

Un cargador de 6 yd3 ha probado que puede, por lo menos, igualar la productividad de palas de más de 5 yd3 de capacidad; y que además puede cargar material a un costo comparable al de palas de 4 y hasta 5 yd3 de capacidad.

Veamos un ejemplo comparativo entre un cargador de 10 yd3 y una pala de 6 yd3, en la carga de roca caliza de una cantera, a camiones:

Concepto	Cargador	Pala
Tiempo de carga	0.08	0.08
giro	0.14	0.09
descarga	0.05	0.04
regreso	0.13	0.13
ciclo	0.40	0.34
arreglo de piso	0.10	0.18
espera	0.20	0.20
ciclo total	0.70	0.72
ciclos por hora	85.7	83.3
producción por hora	523.3	305.6
diferencia	71 %	
costo horario	$ 883.66	$ 594.37
Costo por m^3	1.69	1.95
Diferencia	14 %	

Además, el cargador ofrece otras ventajas sobre la pala:

Movilidad.- Un cargador puede moverse fuera del área de voladura rápidamente y con seguridad; y antes que el polvo de la explosión se disipe el cargador puede estar recogiendo la roca regada y preparándose para la entrega de material.

Podémos mover también el cargador hacia el taller para hacerle mantenimiento y reparaciones. Comparen esto con el tener que llevar herramienta y equipo para reparar una pala.

Versatilidad.- El cargador puede mover rápidamente de un lugar a otro el material que se requiera. Es decir, puede realizar la operación de carga y acarreo de roca, en ciertas condiciones, que más adelante discutiremos con detalle.

Sin embargo, los cargadores no están exentos de desventajas.

El problema número uno de los cargadores que trabajan en roca, es el desgaste y rotura de los neumáticos, que ha sido solucionado con el empleo de mallas metálicas y cadenas amortiguadas que protegen la llanta y alargan su vida útil, con el consiguiente abatimiento del costo de operación de la máquina.

Carga y acarreo con cargadores de llantas vs. carga con cargador a camiones volteo

Si un cargador realiza la carga y el acarreo del material del banco hasta la tolva de una planta que lo procesará y elimina el uso de unidades de acarreo tradicionales, se puede obtener, en ocasiones un ahorro de costo considerable.

Este trabajo se puede efectuar con cargadores chicos y grandes, dependiendo de las condiciones del trabajo y requerimientos de producción, con limi

aciones económicas por el costo unitario del material movido.

Es en esta operación donde destacan, sin lugar a dudas, las ventajas del empleo de cargadores de gran capacidad, pues es precisamente su gran producción lo que abate los costos del movimiento de tierras.

Veamos un ejemplo ilustrativo de lo que hasta aquí hemos tratado.

EJEMPLO:

Movamos un volumen de material de un banco a un lugar situado a 200 m. de aquel (condición muy usual en operaciones de trituración). Nuestro problema es elegir el equipo que nos dé un costo más bajo por m^3 de material movido. El volumen a mover es de un material de 3/4" a 6" apilado con tractor en montones de más de 3m. de altura.

El trabajo se puede hacer con:

1.- Cargador y camiones propiedad de la empresa

2.- Cargador propio y camiones de fleteros locales

3.- Cargador de gran producción (propiedad de la empresa), en una operación de carga y acarreo.

Analicemos el costo unitario de cada una de estas tres alternativas:

ALTERNATIVA 1

Operación de carga a camiones:

Equipo propio:

1 cargador sobre llantas de 2 1/4 yd3 (1.72 m^3)

2 camiones de 6.0 m^3

Costo horario cargador: $ 437.59

Costo horario camión: 207.78

Cálculo de la producción:

Factor de carga: 0.90

Volumen por ciclo: 1.72 m^3 x 0.90

: 1.55 m^3/ciclo

Tiempo del ciclo (ciclo básico) 25.0 seg.=0.42 min. Para cargar un camión de 6.0 m^3 son necesarios 4 ciclos de operación del cargador; es decir, son necesarios 0.42 min x 4 = 1.68 min. para cargar 6.0 m^3.

$$\frac{6.0\ m^3}{1.55\ m^3} = 3.87 \text{ ciclos}$$

En una hora de 50.0 min., tenemos una producción de 179 m^3.

1.68 min	-	6.0 m^3
50.0 min	-	X

Cálculo del costo unitario: X = 179 m^3

Costo horario del equipo: $ 853.15

Costo unitario = $\frac{853.15 \text{ / hora}}{179\ m^3\text{/hora}}$

$ 4.76 /m^3

ALTERNATIVA 2

Operación de carga a camiones

Camiones de fleteros locales

Equipo: 1 cargador sobre llantas de 2 1/4 yd3 (1.72 m^3)

2 camiones de 6.0 m3 de fleteros

Costo horario del cargador $ 437.59

Tarifa local de fletes: 2.80 - 1.60

Cálculo de la producción

En este caso, la producción es la misma que en alternativa 1

Producción = 179 m^3/hora

Cálculo del costo unitario

Costo horario del cargador:		$ 437.59
Costo unitario de carga		437.59 /hora
		$ 179.00 m^3/hora
	=	2.45 /m^3
Costo unitario de acarreo	=	2.80/m^3
(1er. km. tarifa de fletes)		
Costo unitario	+	5.25/m^3

ALTERNATIVA 3

Operación de carga y acarreo

Equipo: Cargador sobre llantas de 10 yd3 (7.65 m^3)

Costo horario $ 883.66

Cálculo de la producción:

Factor de carga	0.90
Volumen por ciclo	7.65 x 0.90
	6.89
Tiempo del ciclo básico: (25.0 seg)	0.42 min
Tiempo del ciclo de acarreo (2a. velocidad en retroceso)	0.68 min
Tiempo del ciclo de retorno (2a. velocidad en avance)	0.74 min
Tiempo total del ciclo	1.84 min

Ciclos por hora $= \frac{50.0 \text{ min/hora}}{1.84 \text{ min/ciclo}}$

= 27.2

Producción: 27.2 ciclos/hora 6.89 m3/ciclo

= 188 m3/hora

Cálculo del costo unitario

$$\text{Costo unitario} = \frac{\$\ 883.66/\text{hora}}{188\ \text{m3/hora}}$$

= 4.69 /m3

RESUMEN

Alternativa	Costo unitario
1	$ 4.76/m3
2	5.25/m3
3	4.69/m3

Es decir, la alternativa 3 es la que nos dá un costo más bajo por m3 de material. Hasta aquí, la elección a nivel de obra queda hecha; falta analizar, a nivel gerencia, la aceptabilidad de esta decisión, pues podría suceder que la empresa tuviera disponible un cargador de 2 1/4 yd3 al que podría dársele utilización en esta obra; o si no, revisar si la inversión de la compra de un cargador de 10 yd3 podría amortizarse en ésta u otras obras donde pudiera seguir utilizando esta máquina.

En fin, son éstos y muchos otros los factores que afectan la elección de un cargador para efectuar un determinado trabajo. Los principios básicos para el cálculo de la producción de este equipo y para el cálculo del costo unitario de movimiento de materiales con él, los hemos revisado en esta ocasión; y han oído las razones del uso de cargadores de gran producción en el movimiento de tierra y roca, y la forma cómo se utilizan en operaciones de carga y acarreo. Estos eran los objetivos de esta conferencia.

Analicemos el siguiente problema:

Una empresa adquirió una planta de trituración para procesar fuertes volúmenes de material en tiempos relativamente cortos. La gerencia decidió ya, - que un cargador sobre llantas es el equipo adecuado para alimentar del banco a la planta, la roca que se triturará; se requiere decidir en la obra. El cargador de capacidad adecuada y elegir entre dos disponibles.

Cargador 1

Capacidad 10 yd3

Costo horario $ 883.66

Cargador 2

Capacidad 6 yd3

Costo horario $ 752.00

Trituradora

Producción: 140 m3/hora

Costo horario $ 2,613.00

Operación

- carga y acarreo de roca bien fragmentada
- costo aproximado de un cambio de instalación de la planta trituradora dentro del banco: $ 120,000.00
- Producción requerida en cada banco 200,000.00 m3

Frente del banco 80.0 m. de ancho

12.5 m. de altura

Solución:

Dado que el costo horario de la trituradora es de $2,613.00 es aquella la máquina que debe operar en todo tiempo al 100% de eficiencia.

Cálculo de la máxima distancia de acarreo para cada cargador, para una -

producción de 140 m3/hora. Consideramos un 83% de eficiencia de la operación, es decir, horas de 50.0 minutos.

Cargador 1

Factor de acarreo :	0.80
Volumen por ciclo	0.80 x 7.65 m3
	6.12 m3

Ciclos por hora necesarios para producir 140 m3/hora

$$C = \frac{140 \text{ m3/hora}}{6.12 \text{ m3/ciclo}}$$

$$C = 22.7 \text{ ciclos/hora}$$

Tiempo del ciclo total

$$T = \frac{50.00 \text{ min/hora}}{22.7 \text{ ciclos/hora}}$$

$$T = 2.21 \text{ min/ciclo}$$

Tiempo del ciclo básico: (25.0 seg.) 0.42 min

Tiempo del ciclo de acarreo y retornos

$$T = 2.21 - 0.42 = 1.79 \text{ min.}$$

De la gráfica de tiempo estimado de acarreo o retorno para un cargador de ruedas de 10yd3, tenemos que a 255m. de acarreo, los tiempos del ciclo de acarreo y retorno son:

Tiempo del ciclo de acarreo (2a. velocidad en retroceso)	0.86 min
Tiempo del ciclo de retorno (2a. velocidad en avance)	0.93 min
SUMA:	1.79 min

Es decir, el cargador de 10 yd3 puede acarrear a 255m., 140 m3/hora de

roca bien fragmentada.

$$\text{Costo unitario} = \frac{\$\ 883.66/\text{hora}}{140\ \text{m3/hora}}$$

$$= \$\ 6.31/\text{m3}$$

Sin necesidad de hacer cambios de instalación de la planta trituradora dentro del banco.

Cargador 2

Factor de acarreo	:	0.80
Volúmen por ciclo	:	0.80 x 4.60 m3
	:	3.68 m3

Ciclos por hora necesarios para producir 140 m3/hora

$$C = \frac{140.\ \text{m3/hora}}{3.68\ \text{m3/ciclo}}$$

$$C = 38.1\ \text{ciclos/hora}$$

Tiempo de ciclo total

$$T = \frac{50.0\ \text{min/hora}}{38.1\ \text{ciclos/hora}}$$

$$T = 1.31\ \text{min/ciclo}$$

Tiempo del ciclo básico: (25.0 seg.) 0.42 min

Tiempo de ciclo de acarreo y retorno

$$T = 1.31 - 0.42 = 0.89\ \text{min}$$

De la gráfica de tiempo estimado de acarreo o retorno para un cargador de ruedas de 6 yd3, para un tiempo de ciclo de acarreo y retorno de 0.89 min., tenemos que la distancia de acarreo es de 105m. (2a. velocidad en avance y 2a. velocidad en retroceso).

Es decir, si instalamos la planta a 30 m. de distancia del frente inicial -- (para protegerla de las voladuras), cada 75m. debemos hacer un cambio de la planta dentro del banco.

Dadas las características del banco (80m. de ancho x 12.5 de altura) cada metro de avance en el banco produce 1,000 m3 de roca.

Así, son necesarios 2 cambios de instalación dentro del banco para producir los 200,000 m3 requeridos.

Costo unitario por carga $= \frac{\$\ 752.00}{140\ m3/hora}$

$= \$\ 5.37/m3$

Costo unitario por cambio de instalación dentro del banco $\frac{2\ cambios \times 120,000 m3/cambio}{200,000\ m3}$

$= \$\ 1.20/m3$

Costo unitario : $= 6.57/m3$

Esto sin considerar el costo de los tiempos perdidos en los cambios de instalación dentro del banco.

En resumen, la elección del cargador de 10 yd3 es la que proporciona una operación más económica.

CONSTRUCTORA	Máquina: [illegible]OR	Hoja No:
	Modelo: 72-[illegible]	Calculó: CCH
OBRA:	Datos Agic: 10 yd^2	Revisó :
		Fecha : 26-VI-76

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	$ 3,073.180	Fecha cotización:	15-VI-76
Equipo adicional - llantas 4x88,439	333.256	Vida económica (Ve):	5 años
		Horas por año (Ha):	2000 hr/año
		Motores diesel de	434 HP.
Valor inicial (Va):	2,719.424	Factor operación:	
Valor rescate (Vr):	0 % =$	Potencia operación:	347.2 HP. op.
Tasa interés (i) :	10 %	Coeficiente almacenaje (K):	0.015
Prima seguros (s):	5 %	Factor mantenimiento (Q):	0.72

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{2,719.424 - 0}{10,000} = \$\ 271.94$

b) Inversión: $I = \frac{Va + Vr}{2Ha} i = \frac{2,719.424 + 0}{2 \times 2,000} 0.10 = 68.96$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2\ Ha} s = \frac{2,719.424 + 0}{} 0.05 = 34.48$

d) Almacenaje : $A = KD = 0.015 \times 271.94 = 3.71$

e) Mantenimiento : $M = QD = 0.72 \times 271.94 = 195.50$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 574.49

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc

Diesel : E = 0.20 x 347.2 HP. op. x $ 0.50 /lt. =$ 34.72

Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x $ _____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pe

Capacidad carter: C = _____ litros

Cambios aceite : t = _____ horas

a = C/t + $\begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases}$ x _____ HP. op. = 0.986 lt/hr.

L = 0.986 lt/hr x $ 14 /lt. =13,80

d) Llantas: Ll = Vll (valor llantas) / Hv (vida económica)

Vida económica: Hv = 1,800 horas

Ll = 353,756 / 1,800 horas = 196.50

Suma Consumos por Hora $ 245.02

III. OPERACION.

Salario base : $ _____

Salario real - operador : _____

_____ : _____

_____ : _____

Sal/turno-prom: $ 427.16

Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0.83 (factor rendimiento) = 6.6 horas

Operación = O = S / H = $ 427.16 / 6.66 horas =$ 64.15

Suma Operación por Hora $ 64.15

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 883.66

CONSTRUCTORA	Máquina: CARGADOR	Hoja No: 1
	Modelo: 75 B	Calculó: C C H
OBRA:	Datos Adic: 2 1/4 yd^3	Revisó :
		Fecha : 25-VI-76

DATOS GENERALES

Precio adquisición: $ 1,282,100.00

Equipo adicional – llantas 4x28,000 20.5 x 25 12 C: 122,000.00

~~1,170,100.00~~

Valor inicial (Va):

Valor rescate (Vr): 0 % =$

Tasa interés (i) : 10 %

Prima seguros (s): 5 %

Fecha cotización: 15-VI-76

Vida económica (Ve): 5 años

Horas por año (Ha): 2,000 hr/año

Motores diesel de 145 HP.

Factor operación:

Potencia operación: 130.5 HP. op.

Coeficiente almacenaje (K): 0.015

Factor mantenimiento (Q): 0.86

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{1,170,100 - 0}{10,000} = \$\ 117.01$

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} i = \frac{1,170,100 + 0}{2 \times 2,000}\ 0.1 = 29.25$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} s = \frac{1,170,100 + 0}{2 \times 2,000}\ 0.05 = 14.62$

d) Almacenaje : $A = KD = 0.015 \times 117.01 = 1.76$

e) Mantenimiento : $M = QD = 0.86 \times 117.01 = 100.63$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 263.27

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc

Diesel : E = 0.20 × 130.5 HP. op. × $ 0.50 /lt. = $ 13.05

Gasolina: E = 0.24 × _____ HP. op. × $ _____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pe

Capacidad carter: C = 30 litros

Cambios aceite : t = 1,00 horas

a = C/t ÷ { 0.0035 / 0.0030 } × 130.5 HP. op. = 0.76 lt/hr.

L = 0.76 lt/hr × $ 14.00 /lt. = 10.64

d) Llantas: Ll = Vll (valor llantas) / Hv (vida económica)

Vida económica: Hv = 1,200 horas

Ll = 112,000 / 1,200 horas = 93.33

Suma Consumos por Hora $ 117.02

III. OPERACION.

Salario base : $ _____

Salario real - operador : _____

_____ : _____

_____ : _____

Sal/turno-prom: $ 382.00

Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas × 0.83 (factor rendimiento) = 6.66 horas

Operación = O = S / H = $ 382.00 / 6.66 horas = $ 57.30

Suma Operación por Hora $ 57.30

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 437.59

CONSTRUCTORA	Máquina: Camión	Hoja No:
	Modelo: Ford	Calculó: C C H
OBRA:	Datos Adic: $6\ m^3$	Revisó :
		Fecha : 25-VI-76

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	$ 190,000.00	Fecha cotización:	15-VI-76
Equipo adicional - llantas 6 x 2,300	13,800.00	Vida económica (Ve):	5 años
		Horas por año (Ha):	2,000 hr/año
		Motores gasolina de	250 HP.
Valor inicial (Va):	176,200.00	Factor operación:	
Valor rescate (Vr):	0 % =$	Potencia operación:	200 HP. op.
Tasa interés (i) :	10 %	Coeficiente almacenaje (K):	0.015
Prima seguros (s):	15 %	Factor mantenimiento (Q):	0.9

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{176,200 - 0}{10,000} = \$\ 17.62$

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} i = \frac{176,200 + 0}{2x2000}\ 0.10 = 4.41$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} s = \frac{176,200 + 0}{2x2000}\ 0.05 = 2.20$

d) Almacenaje : $A = KD = 1.015x17.62 = 0.26$

e) Mantenimiento : $M = QD = 0.9x17.62 = 15.85$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 40.34

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc

Diesel : E = 0.20 x _____ HP. op. x $ _____ /lt. = $

Gasolina: E = 0.24 x 200 HP op. x $ 2.10 /lt. = 101.50

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pe

Capacidad carter: C = 6 litros

Cambios aceite : t = 70 horas

a = C/t + { 0.0035 / 0.0030 } x 200 HP. op. = 0.784 lt/hr.

L = 0.784 lt/hr x $ 14 /lt. = 10.95

d) Llantas: Ll = Vll (valor llantas) / Hv (vida económica)

Vida económica: Hv = 1,600 horas

Ll = 13,800 / 1,600 horas = 8.64

Suma Consumos por Hora $ 121.09

III. OPERACION.

Salario base : $ _____

Salario real - operador : _____

_____ : _____

_____ : _____

Sal/turno-prom: $ 308.23

Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0.83 (factor rendimiento) = 6.66 horas

Operación = O = S / H = $ 308.23 / 6.66 horas = $ 46.35

Suma Operación por Hora $ 46.35

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 207.78

Problema

Se requiere cargar 1 000,000 m^3 de roca para la construcción de una cortina. El material es producto dinamitado bien fragmentado en pilas mayores de 3 m hechas por un tractor y se cargarán a camiones de 35 ton. de capacidad.

Equipo disponible:

Cargador 6 yd^3 cat 988 costo - horario 1,028.84

Cargador 9 yd^3 Terex 72-81 costo-horario 1,340.84

Tractor D8K Cat costo-horario 613.21

Tiempo de realización 15 meses

Solución :

Tiempo disponible 25 x 15 x 3 x 8 = 9 000 horas

Producción requerida $\frac{1\,000,000}{9,000} = 111\ m^3/hora$

Cargador 9 yd^3 (6.9 m^3)

Factor de carga 0.75

Volumen por ciclo 0.75 (6.9) = 5.17 m^3

Tiempo del ciclo básico =	25 seg
Tiempo por material = +	2.4 seg
Tiempo por apilado = -	2.4 seg
Posesión del equipo =	0 seg
ciclo =	25 seg = 0.42 min.

Número de ciclos por hora $\frac{50 \text{ min}}{0.42 \text{ min}}$ = 119 ciclos/hora

Producción teórica = 119 x 5.17 = 615 m^3/hora

Producción real = 130.5 m^3/hora

Factor utilización 21%

$$\text{Costo} = \frac{1340.84}{130.5} = \$10.29/m^3$$

Cargador 6 yd^3 (4.6 m^3)

Factor de carga 0.75

Volumen por ciclo 0.75 (4.6) = 3.45 m^3

Tiempo del ciclo = 0.42 min.

Número de ciclos por hora $\frac{50}{0.42}$ = 119 ciclos/hora

Producción teórica 119 x 3.45 = 411 m^3/hora

Producción real = 112.5 m^3/hora

Factor utilización 19%

$$\text{costo} = \frac{1,028.84}{112.5} = \$9.14 \quad /m^3$$

Formato para el análisis del costo directo: hora-máquina.

CONSTRUCTORA:	Marca: CARGADOR Modelo: 958 Datos Adic: 2 yd³	Hoja No.: Calculó: CCH Revisó: Fecha:
OBRA:		

DATOS GENERALES.

Precio adquisición.	$ 2,345 000	Fecha cotización:	15-Vi-76
Equipo adicional: Llantas 4x61,400	245,600	Vida económica (Ve):	10,000 años
		Horas por año (Ho):	2,000 hr/año
		Motor: diesel de	335 HP.
Valor inicial (Vo):	$ 2,099,400	Factor operación:	
Valor rescate (Vr). 0 % =	$ 0	Potencia operación:	268 HP. op.
Tasa interes (i). 10 %		Coeficiente almacenaje (K):	0.015
Prima seguros (s) 5 %		Factor mantenimiento (Q):	0.76

I.- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Vo - Vr}{Ve}$ = 2,099,400 - 0 = $ 209.94

b) Inversión: $I = \frac{Vo + Vr}{2\,Ho}\,i$ = $\frac{2099,400 + 0}{2x2000}$ 0.1 = 52.44

c) Seguros: $S = \frac{Vo + Vr}{2\,Ho}\,s$ = 2,099,400 + 0 0.05 = 26.22

d) Almacenaje: A = KD = 0.015x209.94 = 3.14

e) Mantenimiento: M = QD = 0.76 x209.94 = 159.20

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA $ 460.94

II.- CONSUMOS.

a) Combustible: E = e Pc

Diesel: E = 0.20 x 268 HP op. x $ 0.61 /lt. = $ 32.70

Gasolina: E = 0.24 x ____ HP. op x $ ____ /lt. =

b) Otros fuentes de energía: ____ =

c) Lubricantes: L = a Pc

Capacidad carter: C = ____ litros

Cambios aceite: t = ____ horas

a = C/t + {0.0035 / 0.0030} x ____ HP op. = 0.986 lt/hr.

∴ L = 0.986 lt/hr x $ 14 /lt. = 13.80

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

Vida económica: Hv = 550 horas.

$Ll = \frac{\$\ 245,600}{550}$ horas = 447.00

SUMA CONSUMOS POR HORA $ 503.50

III.- OPERACION.

Salarios - S

operador: $ ____

____: ____

____: ____

Sal/turno-prom. $ 402.00

Horas/turno-prom.. (H)

H = 8 horas x 0.83 (factor rendimiento) = 6.66 horas

Operación: $O = \frac{S}{H} = \frac{\$\ 402.00}{6.66}$ horas = $ 60.40

SUMA OPERACION POR HORA $ 60.40

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) $ 1,024.84

CONSTRUCTORA	Máquina: CARGADOR	Hoja No:
	Modelo: 72 - 81	Calculó: c c h
OBRA:	Datos Adic: 9 yd^3	Revisó :
		Fecha : 25-VI-76

DATOS GENERALES

Precio adquisición: $3,073.180
Equipo adicional - llantas 4x88,439 353,756
Valor inicial (Va): 2,719,424
Valor rescate (Vr): 0 % =$
Tasa interés (i) : 10 %
Prima seguros (s): 5 %

Fecha cotización: 15-VI-76
Vida económica (Ve): 5 años
Horas por año (Ha): 2,000 hr/año
Motores diesel de 434 HP.
Factor operación:
Potencia operación: 347.2 HP. op.
Coeficiente almacenaje (K): 0.015
Factor mantenimiento (Q): 0.72

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{2,719,424 - 0}{10,000} = \$271.94$

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} i = \frac{2,719.424 + 0}{2x2000} 0.1 = 68.96$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} s = \frac{2,719.424 + 0}{2x2000} 0.05 = 34.48$

d) Almacenaje : $A = KD = 0.015x271.94 = 3.71$

e) Mantenimiento : $M = QD = 0.72x271.94 = 195.50$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 574.49

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc

Diesel : E = 0.20 x 372 HP. op. x $ 0.61 /lt. =$ 45.4

Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x $_____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pe

Capacidad carter: C = _____ litros

Cambios aceite : t = _____ horas

$$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times \_\_\_\_ \text{HP. op.} = 0.986 \text{ lt/hr.}$$

L = 0.986 lt/hr x $ 14 /lt. = 13.80

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

Vida económica: Hv = 550 horas

$$Ll = \frac{353,756}{550 \text{ horas}} = 643.00$$

Suma Consumos por Hora $ 702.20

III. OPERACION.

Salario base : $_____

Salario real - operador : _____

_____ : _____

_____ : _____

Sal/turno-prom: $ 427.16

Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0,83 (factor rendimiento) = 6.66 horas

$$\text{Operación} = O = \frac{S}{H} = \frac{\$\ 427.16}{6.66 \text{ horas}} = \$\ 64.15$$

Suma Operación por Hora $ 64.15

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 1,340.34

CONSTRUCTORA	Máquina: TRACTOR	Hoja No:
	Modelo: D8K	Calculó: C C H
	Datos Adic:	Revisó :
OBRA:		Fecha : 25-VI-76

DATOS GENERALES

Precio adquisición: $ 2,300,000
Equipo adicional - Hoja topadora y desgarrador
Valor inicial (Va): 2,300,000
Valor rescate (Vr): 0 % =$
Tasa interés (i) : 10 %
Prima seguros (s): 5 %

Fecha cotización: 15-VI-76
Vida económica (Ve): 5 años
Horas por año (Ha): 2,000 hr/año
Motores diesel de 300 HP.
Factor operación:
Potencia operación: HP. op.
Coeficiente almacenaje (K): 0.015
Factor mantenimiento (Q): 0.96

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{2,300\,000 + 0}{10\,000} = \$\ 230.00$

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} i = \frac{2,300\,000 - 0}{2x2000}\ 0.10 = 57.50$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} s = \frac{2,300\,000 - 0}{2x2000}\ 0.05 = 28.75$

d) Almacenaje : $A = KD = 0.015x230 = 3.45$

e) Mantenimiento : $M = QD = 0.96x230 = 221.00$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 540.70

I. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pe

Diesel : E = 0.20 x _____ HP. op. x $ 0.61 /lt. = $ 18.85

Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x $ _____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pe

Capacidad carter: C = _____ litros

Cambios aceite : t = _____ horas

$$a = C/t \div \begin{cases} 0.0065 \\ 0.0030 \end{cases} \times \_\_\_\_\_ \text{HP. op.} = \frac{0.497}{\_\_\_\_\_} \text{ lt/hr.}$$

L = 0.497 lt/hr x $ 14.00 /lt. = 6.96

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

Vida económica: Hv = _____ horas

$$Ll = \frac{\_\_\_\_\_}{\text{horas}} = \underline{\underline{0}}$$

Suma Consumos por Hora $ 25.81

II. OPERACION.

Salario base : $ _____

Salario real - operador : _____

_____ : _____

_____ : 311.00

Sal/turno-prom: $

Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0.83 (factor rendimiento) = 6.66 horas

$$\text{Operación} = O = \frac{S}{H} = \frac{\$\ 311.00}{6.66 \text{ horas}} = \$\ 46.70$$

Suma Operación por Hora $ 46.70

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 613.21

PROBLEMA

Se requiere cargar 2,650,000 m^3 de grava-arena para la construcción de una cortina. El material se extrae del cauce del río a una profundidad promedio de 3m y un giro de 90° cargándose a camiones de 6 m^3

Equipo disponible

Retroexcavadora	4 yd^3	Koering 1066	costo horario $1,074.64
Retroexcavadora	1 1/2 yd^3	LS-5000	costo horario $ 538.72
Draga	3 yd	LS-408	costo horario $ 915.84

Tiempo de realización 15 meses

Solución

Tiempo disponible 25 X 15 X 3 X 8 = 9000 horas

Producción requerida $\frac{2,650,000}{9,000}$ = 294.5 m^3/hora

de la operación de las máquinas se obtuvieron los resultados siguientes:

LS-5000 = 84.6 m^3/hora

Koering 1066 = 131 m^3/hora

Draga = 50 m^3/hora

Costos

Retroexcavadora 4 yd^3 $\frac{1,074.64}{131} = \$8.21/m^3$

Retroexcavadora 1 1/2 yd^3 $\frac{538.72}{84.6} = \$6.36/m^3$

Draga 3 yd^3 $\frac{915.84}{50} = \$18.31/m^3$

Como puede observarse el costo más bajo lo da la retroexcavadora.

CONSTRUCTORA	Máquina: Retroexcavadora	Hoja No:
	Modelo: Koeving 1066	Calculó: c c h
OBRA:	Datos Adic: 4 yd^3	Revisó :
		Fecha : 25 - VI - 76

DATOS GENERALES

Precio adquisición: $ 4, 000.000

Equipo adicional -

Valor inicial (Va): 4,000.000

Valor rescate (Vr): 0 % =$

Tasa interés (i) : 10 %

Prima seguros (s): 5 %

Fecha cotización: 15-VI-76

Vida económica (Ve): 5 años

Horas por año (Ha): 2,000 hr/año

Motores diesel de 450 HP.

Factor operación:

Potencia operación: HP. op.

Coeficiente almacenaje (K): 0.02

Factor mantenimiento (Q): 1.00

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{4,000,000 - 0}{10,000} = \$\ 400.00$

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2Ha} i = \frac{4,000,000 + 0}{2 \times 2000} 0.1 = 100.00$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2\ Ha} s = \frac{4,000,000 + 0}{2 \times 2000} 0.05 = 50.00$

d) Almacenaje : $A = KD = 0.02 \times 400 = 8.00$

e) Mantenimiento : $M = QD = 1 \times 400 = 400.00$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 958.00

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc

Diesel : E = 0.20 x _____ HP. op. x $ 0.61 /lt. = $ 28.3

Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x $ _____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pe

Capacidad carter: C = _____ litros

Cambios aceite : t = _____ horas

a = C/t + { 0.0033 / 0.0030 } x _____ HP. op. = 1.295 lt/hr

= 1.295 lt/hr x $ _____ /lt. = 31.14

d) Llantas: L = Vll (valor llantas) / Hv (vida económica)

Vida económica: Hv = _____ horas

L = _____ / horas = 0

Suma Consumos por Hora $ 46.44

III. OPERACION.

Salario base : $ _____

Salario real - operador : _____

_____ : _____

_____ : _____

Sal/turno-prom: $ 468

Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0.83 (factor rendimiento) = 6.66 horas

Operación = O = S / H = $ 468 / 6.66 horas = $ 70.2

Suma Operación por Hora $ 70.2

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 1074.64

CONSTRUCTORA	Máquina: Retroexcavadora	Hoja No:
	Modelo: LS - 5000	Calculó: c c h
OBRA:	Datos Acic: 1 1/2 yd³	Revisó :
		Fecha : 25- VI- 76

DATOS GENERALES

Precio adquisición: $ 1, 929,000.00
Equipo adicional -

Valor inicial (Va): 1, 929,000.00
Valor rescate (Vr): 0 % =$ 0
Tasa interés (i) : 10 %
Prima seguros (s): 5 %

Fecha cotización: 15-VI-76
Vida económica (Ve): 5 años
Horas por año (Ha): 2000 hr/año
Motores Diesel de HP.
Factor operación:
Potencia operación: HP. op.
Coeficiente almacenaje (K): 0.015
Factor mantenimiento (Q): 1

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{1,\ 929,000.00 - 0}{10.000} = \$\ 192.90$

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} i = \frac{1,\ 929,000.00 + 0}{2 \times 2000} 0.1 = 48.22$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} s = \frac{1,\ 929,000 + 0}{2 \times 2000} 0.05 = 24.11$

d) Almacenaje : $A = KD = 0.015 \times 192.90 = 2.89$

e) Mantenimiento : $M = QD = 1 \times 192.90 = 192.90$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 459.22

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc

Diesel : E = 0.20 x _____ HP. op. x $ 0.61 /lt. = $ 14.1

Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x $ _____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pe

Capacidad carter: C = _____ litros

Cambios aceite : t = _____ horas

$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times$ _____ HP. op. = 0.95 lt/hr.

L = 0.95 lt/hr x $ 14 /lt. = 13.30

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

Vida económica: Hv = _____ horas

Ll = _____ / horas = 0

Suma Consumos por Hora $ 27.4

III. OPERACION.

Salario base : $ _____

Salario real - operador : _____

_____ : _____

_____ : _____

Sal/turno-prom: $ 347.00

Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0.83 (factor rendimiento) = 6.66 horas

Operación = 0 = $\frac{S}{H}$ = $\frac{\$\ 347}{6.66 \text{ horas}}$ = $ 52.1

Suma Operación por Hora $ 52.1

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 538.72

CONSTRUCTORA	Máquina: Droga	Hoja No:
	Modelo: LS 408	Calculó: c c h
OBRA:	Datos Adic: 3 yd^3	Revisó :
		Fecha : 25- VI - 76

DATOS GENERALES

Precio adquisición: $ 3, 820,000

Equipo adicional -

Valor inicial (Va): 3, 820,000

Valor rescate (Vr): 0 % =$ 0

Tasa interés (i) : 10 %

Prima seguros (s): 5 %

Fecha cotización: 15-VI-76

Vida económica (Ve): 5 años

Horas por año (Ha): 2,000 hr/año

Motores Diesel de 230 HP.

Factor operación:

Potencia operación: HP. op.

Coeficiente almaceraje (K): 0.015

Factor mantenimiento (Q): 0.8

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{3,\ 820,000 - 0}{10,000} = \$\ 382.00$

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} i = \frac{3,\ 820,000 + 0}{2 \times 2000}\ 0.1 = 95.5$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} s = \frac{3,\ 820,000 + 0}{2 \times 2000}\ 0.05 = 47.75$

d) Almacenaje : $A = KD = 0.015 \times 382 = 5.73$

e) Mantenimiento : $M = QD = 0.8 \times 382 = 305.6$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 836.53

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc

Diesel : E = 0.20 x _____ HP. op. x $ [illegible] /lt. = $ 16.99

Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x $ _____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pc

Capacidad carter: C = _____ litros

Cambios aceite : t = _____ horas

a = C/t + { 0.0033 / 0.0060 } x _____ HP. op. = 0.73 lt/hr

_ = 0.73 lt/hr x [illegible] 14 /lt. = 10.22

d) Llantas: L. = Vll (valor llantas) / Hv (vida económica)

Vida económica: Hv = _____ horas

Ll = _____ / horas = 0

Suma Consumos por Hora $ 27.21

III. OPERACION.

Salario base : $ _____

Salario real - operador : _____

_____ : _____

_____ : _____

Sal/turno-prom: $ 347.00

Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0.83 (factor rendimiento) = 6.66 horas

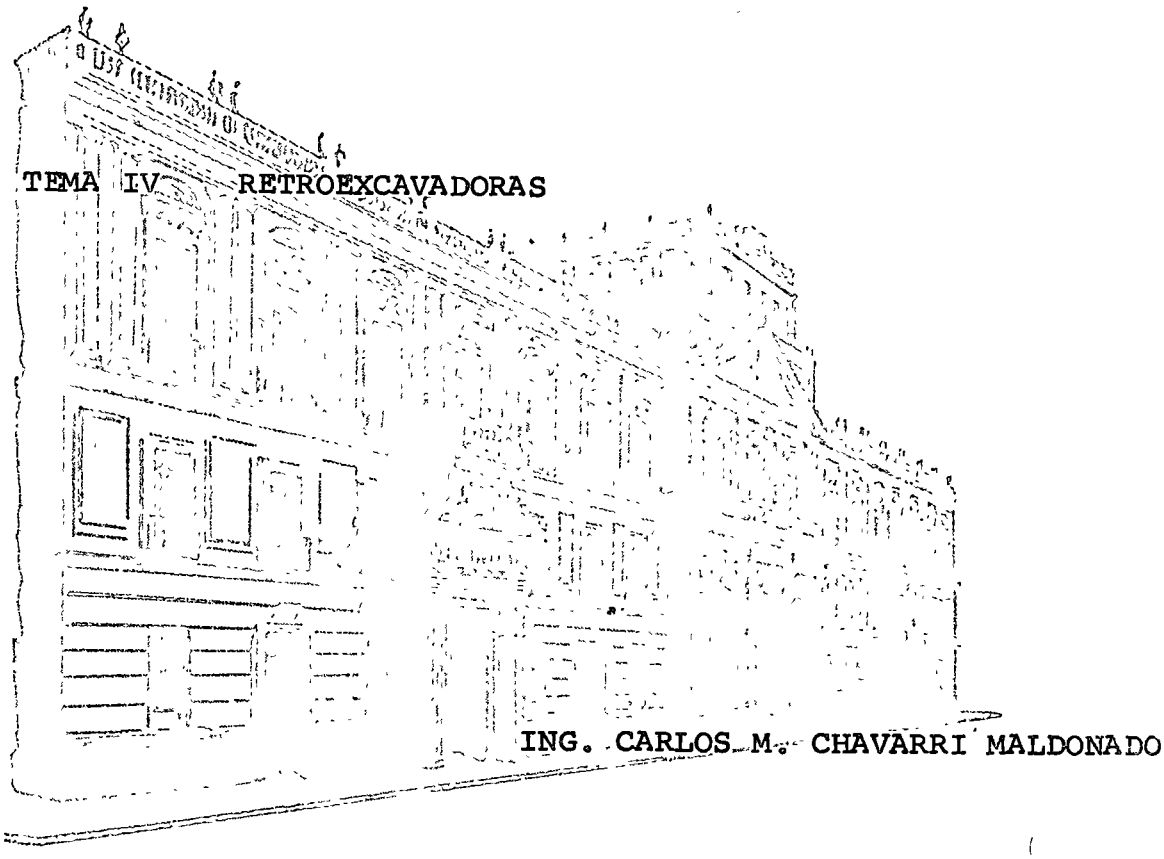
Operación = O = S / H = $ 347 / 6.66 horas = $ 52.10

Suma Operación por Hora $ 52.10

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 915.84

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS



TEMA IV RETROEXCAVADORAS

ING. CARLOS M. CHAVARRI MALDONADO

JUNIO-JULIO, 1977.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso México 1, D. F. Tel: 521-40-20

RETROEXCAVADORAS

Introducción

Las retroexcavadoras son equipos que se utilizan en una amplia variedad de trabajos de excavación, donde el material a excavar se encuentra bajo el nivel del piso en el que se apoya la máquina.

Este tipo de excavadoras existe desde hace mucho tiempo (más de 40 años), y se desarrolló a partir de un diseño básico de orugas y operadas con motor de gasolina o diesel.

Originalmente aparecieron en el mercado de maquinaria de construcción operadas por cable y con capacidades de 3/8 a 3/4 yd3. Posteriormente, con el desarrollo del equipo de construcción fueron perdiendo aplicaciones al haber sido desplazadas por equipo operado hidráulico. Recientemente resurgieron con un nuevo diseño, complementamente hidráulico y con un mayor poder de excavación dando por resultado una mayor productividad en los trabajos a desarrollar.

Las retroexcavadoras hidráulicas pequeñas, de 3/8, 1/2 y 5/8 yd3 de capacidad, además de trabajar en alcantarillados y líneas de agua como sus antecesoras operadas con cable, hacen obras de excavaciones para cimentaciones y urbanizaciones.

Las retroexcavadoras más grandes de 2 1/2 a 3 yd3 de capacidad, gracias a su alcance, profundidad y productividad se han abierto paso a nuevas aplicaciones en excavaciones en

...

general, trabajos de cantera y manejo de materiales y han - desplazado, en algunos casos, a los cargadores sobre llan-- tas, palas y dragas, que efectuaban esos trabajos.

Zona de trabajo.

Una retroexcavadora tiene un rango de acción bastante amplio en el cual se puede mover económica y eficientemente; obtener su carga correctamente, colocar el cucharón para descargar y finalmente, hacer la descarga.

Zona aproximada de trabajo de una retroexcavadora hidráulica (capacidad de 1 a 3 yd3)

Alcance	10	a	15	m
Profundidad	6	a	10	m
Altura de carga	4	a	7	m

La zona de trabajo se divide en dos áreas:

1.- Área de excavación

El área de excavación esta bajo el piso en el que se apoya la máquina. Está limitada por el alcance de la pluma, brazo de excavación y cucharón. Estas piezas también limitan - la máxima profundidad a la cual la máquina puede excavar.

2.- Area de vaciado.

Esta área está sobre el piso y su alcance está definido por la distancia a la que la retroexcavadora puede vaciar su cucharón fuera del área que está excavando, alrededor de sí - misma, sin moverse de lugar.

El límite económica de la zona de trabajo se establece me-

diante la comparación de algunas alternativas, o con algunas otras máquinas que hagan el mismo trabajo. Por ejemplo, una retroexcavadora tiene características favorables para excavar una zanja, pero su área de vaciado está limitada. Puede moverse utilizando sus medios de tracción y aumentar así su alcance de descarga, dentro de ciertos límites; pero esto reduce su productividad.

Características de operación:

Movilidad.

Depende del tipo de tracción que posea, que puede ser montada sobre orugas o montada sobre llantas.

Las retroexcavadoras más comunes son las montadas obre orugas.

Por lo general, las retroexcavadoras montadas sobre neumáticos, por su mayor movilidad, tienen un uso adecuado para excavaciones de alcantarillas y obras auxiliares en caminos y obras de urbanización.

Se utilizan donde es posible mover grandes volumenes sin necesidad de desplazamientos grandes.

Las demás características de operación y diseño son:

a) Alcance
b) Profundidad de excavación
c) Area de excavación
d) Altura de descarga
e) Giro
f) Capacidad del cucharón

Estas características, se muestran en la gráfica No.1.

Selección del cucharón apropiado.

Existe un amplio diseño de cucharones cuya selección se hace de acuerdo a:

- tamaño de la retroexcavadora
- Tipo y peso del material que va a ser excavado.
- Profundidad y ancho de la zanja que se requiera hacer.

Los fabricantes ofrecen equipos opcionales (cuchillas y dientes), según las necesidades del constructor, así como distintos tipos de cucharones, además de los comúnmente empleados.

Aplicaciones:

Dentro de la amplia variedad de aplicaciones de una retroexcavadora, se pueden mencionar:

1 Excavación de zanjas para drenaje y agua potable.
2 Alcantarillas y cunetas de caminos.
3 Excavación y afinamiento de canales.
4 Excavación para cimentación de edificios y casas.
5 Alimentación de equipos de trituración y cribado.
6 Carga a camiones
7 Levantar pavimentos asfálticos deteriorados.
8 Limpieza de terrenos.
9 Colocación de tubería de drenaje y agua potable.
10 Excavaciones de precisión.
11 Rellenos.
12 Desazolve de canales.

Cálculo de la producción

Factores que afectan la producción:

- Tipo del material
- Peso del material
- Abundamiento del material
- Contenido de humedad
- Facilitad de manejo
- Angulo de reposo.

Factores que intervienen en el cálculo de la producción:

- Slección del cucharón
- Rendimiento horario aproximado
- Factor de eficiencia
- Coeficiente por profundidad de corte
- Coeficiente por giro
- Coeficiente por facilidad de carga
- Número de vehículos de acarreo (cuando se esté cargando camiones).

TABLA 1

Rendimiento horario aproximado (m3 en banco) en m3/hora.

Capacidad cucharón (yd3)	(m3)	Suelo arcilloso	Roca bien fragmentada
1	0.75	65 - 76	45 - 57
1 1/4	0.95	76 - 100	60 - 76
1 7/8	1.45	110 - 145	80 - 105
2 1/2	1.90	150 - 195	105 - 150
3	2.30	188 - 295	138 - 188

TABLA 2

Factor de eficiencia

	Min/hora	%	Factor
Excelente	55	92	1.1
Medio	50	83	1.0
Malo	45	75	0.9
Muy malo	40	67	0.8

TABLA 3

Carga fácil	0.95
Carga media	0.85
Carga dura	0.70
Carga muy dura	0.55

TABLA 4

Factor por profundidad de corte

Prof.máx.de corte (m)	Factor
1.5	0.97
3.0	1.15
4.5	1.00
6.0	0.95
7.5	0.85
9.0	0.75

TABLA 5

Factor por ángulo de giro

Angulo de giro	Factor
45°	1.05
60°	1.00
75°	0.93
90°	0.86
120°	0.76
180°	0.61

Ejemplo:

Se requiere una producción mensual de 15,000 m3 en un terreno de suelo arcilloso, difícil de cargar a una profundidad máxima de excavación de 8.00 m con un ángulo de giro de 90°. Determinar qué capacidad debe tener la retroexcavadora apropiada para este trabajo.

Se trabajará 1 turno, con una eficiencia de 50 min/hora

Solución:

Horas disponibles por mes = 25 días x8 h/día x 0.83

= 160 horas

Rendimiento técnico necesario por hora $= \frac{15{,}000 \text{ m3/mes}}{160 \text{ horas/mes}}$

= 93.7 m3/hora

Rendimiento necesario por hora (según tablas) $= \frac{\text{Rend. teórico necesario por h.}}{\text{Factor de carga x Factor de giro x factor de prof. de corte}}$

$= \frac{93.7 \text{ m3/hora}}{0.70 \times 0.86 \times 0.80}$

= 195.2 m3/hora

De la tabla 1, se considera apropiado un equipo con cucharón de 2 1/2 a 3 yd3.

	OBRA	HOJA 9
		FECHA
	MAQUINA RETROEXCAVADORA 1 1/4 yd3	

CLASE Y MODELO MAQUINA

		Precio actual adquisición
Máquina Retroexcavadora 1 1/4 yd3		$ 1'050,000.00
Equipo adicional		$
	Suma	$ 1'050,000.00
Valor Llantas		
x	Menos	$
x	Valor adquisición	$ 1'050,000.00

Vida Económica 10.000 horas 1.800 horas año

Motor Diesel de 200 H. P.

Valor de rescate $ 0

1) CARGOS FIJOS

1.1) Depreciación	$ 1'050,000.00 / 10,000 Hrs. totales	-0		=	$ 105.00 /hr
1.2) Intereses	$ 1'050,000.00 / 2x 1800 hrs/año	+0	0.10/año =		$ 29.10 /hr
1.3) Seguros	$ 1'050,000.00 / 2x 1800 hrs/año	+0	0.02/año =		$ 5.82 /hr
1.4) Almacenaje	$ 105.00 /hr X 0.10 =				$ 10.50 /hr
1.5) Mantenimiento					
1.5.1) Reparaciones Mayores y Menores	$ 105.00 /hr X 0.70		=		$ 73.50 /hr
					$ /hr
SUMA CARGOS FIJOS					$ 223.92 /hr

OBRA	HOJA 10
MAQUINA Retroexcavadora 1 1/4	FECHA

G) - CONSUMOS.-

1) - Diesel

30.0 lt./h x $ [illegible].40 /lt. = $ 12.00 /h

2 - Gasolina (de arranque ó consumo)

lt./h x $ /lt. = $ /h $ 12.00 /h

) - Lubricantes

3) - Aceite de lubricación y cambio

0.512 lt/h x $ 8.00 /lt. = $ 4.10 /h

4) - Aceite Mecanismos hidráulicos

0.[illegible] lt./h x $ 8.00 /lt. = $ [illegible].48 /h

5) - Grasa = $ 0.60 /h $ 9.18 /h

6) -

$ /h

SUMA CONSUMOS $ 21.18 /h

H) - OPERACION.-

Salario	costo por turno		
Operador	$ 215.00	$ 215.00	/turno
		$ 215.00	/turno

$ 215.00 /turno x 1.525 = $ 327.87 /turno

$ 327.87 /turno / 6.6 horas efectivas/turno = $ 49.67 /h

I) - TRANSPORTE

$ 20,000.00 costo transporte / 4,000 horas en obra = $ 5.00 /h

RESUMEN

CARGOS FIJOS	$ 223.[illegible] /h
CONSUMOS	$ 21.18 /h
OPERACION	$ 49.67 /h
TRANSPORTE	$ 5.00 /h

Ejemplo:

Calcular el costo por m3 de material excavado y colocado a un lado de una zanja para alojar unas tuberías para drenaje. Se utiliza una retroexcavadora de 1 1/4 yd3, la zanja tiene una profundidad máxima de 7.0 m y el giro para descargar es de 90°. La zanja se hará en un suelo arcilloso de muy dura extracción. Se considera una eficiencia de la obra de 0.9 Costo horario de la retroexcavadora de 1 1/4 yd3 $299.77.

Solución:

De la Tabla 1

Rendimiento teórico: = 76 m3/hora

Rendimiento real = Rend.teórico x factor de eficiencia x factor de giro x factor de profundidad de corte x factor de carga

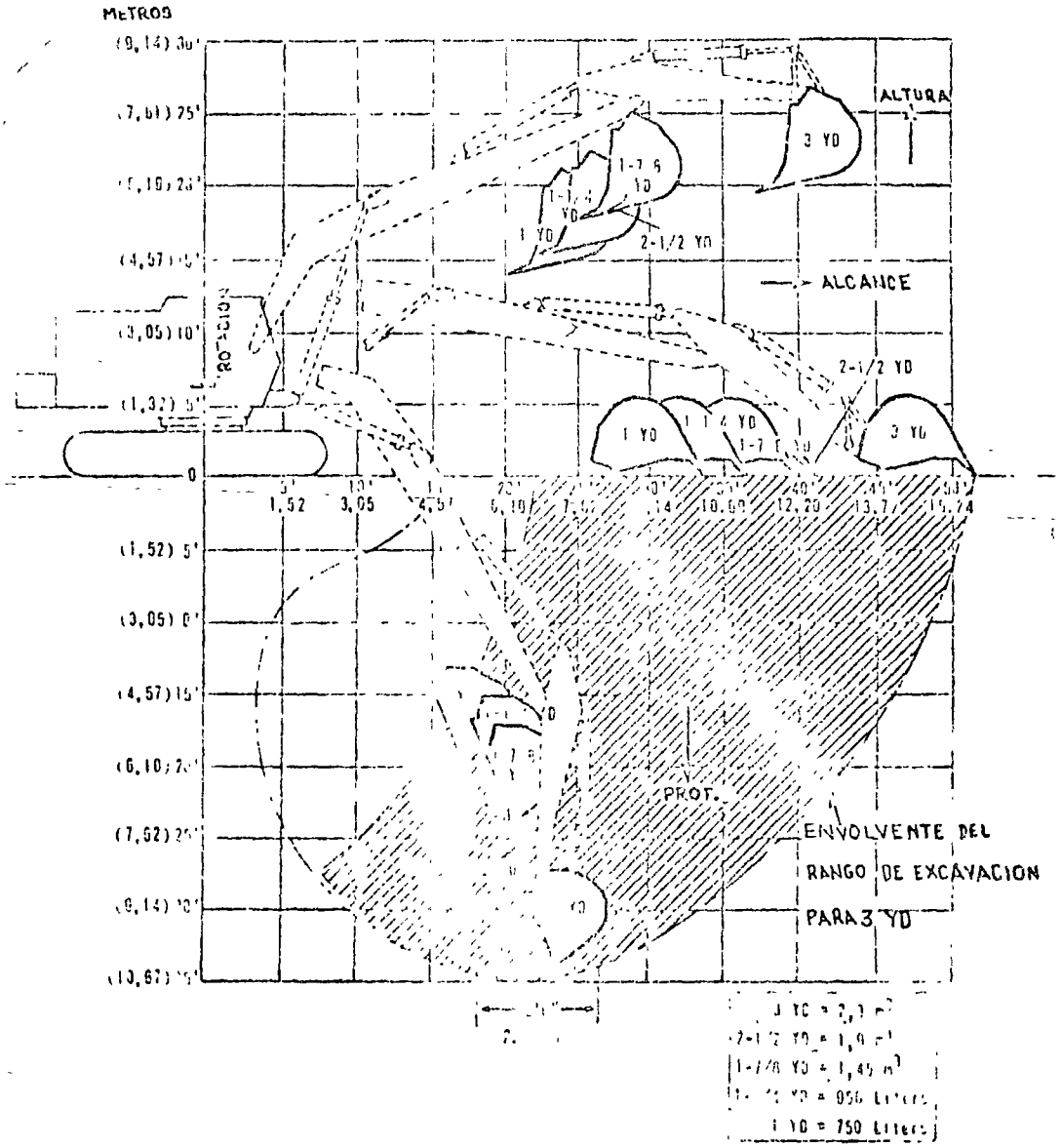
= 76 m3/hora x 0.9x0.86x0.92x0.55

= 29.8 m3/hora

Costo Unitario = $\frac{\text{Costo horario de la retroexcav.}}{\text{Rend. real}}$

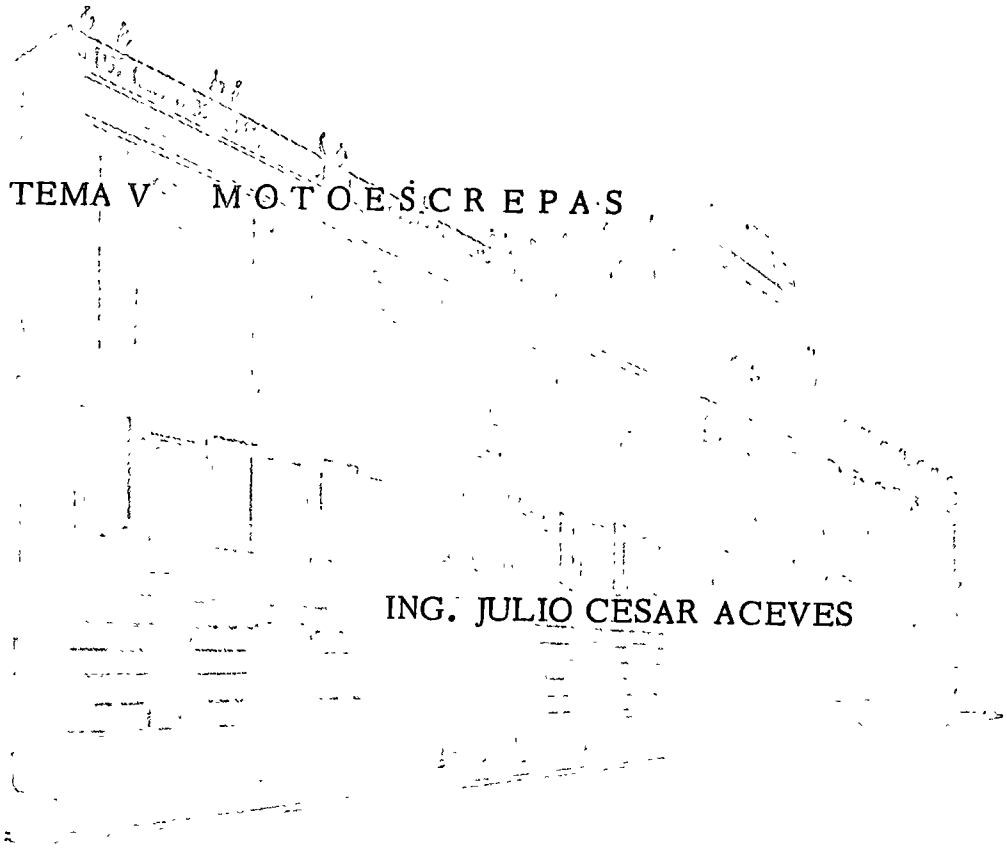
= $\frac{\$\ 299.77/\text{hora}}{29.8\ \text{m3/hora}}$

= $ 10.06/m3


METROS
ALTURA
3 YD
2-1/2 YD
1 YD
ALCANCE
ROTACION
PROT.
ENVOLVENTE DEL
RANGO DE EXCAVACION
PARA 3 YD

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS



TEMA V MOTOESCREPAS

ING. JULIO CESAR ACEVES

JUNIO-JULIO, 1977.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tel: 521-40-20

En las obras de construcción de nuestros días los movimientos de tierra son cada vez más grandes tanto en carreteras, como aeropuertos y presas.

Para efectuar dichos movimientos existen varios tipos de máquinas, siendo las motoescrepas las que mayor demanda han tenido últimamente sobre todo en aquellos tipos de obras, donde se requiere acarrear las terracerías a distancias que oscilan entre 200 a 3000 mts. debido a que compiten en costo con los sistemas tradicionales de cargador y camión o también cargador - vagoneta, independientemente de otras ventajas de carácter técnico tales como la colocación del material en capas a espesores controlables que permiten un mejor control en la calidad de la construcción de terraplenes, un mejor control en los acabados en cortes, etc.

Esta máquina consta fundamentalmente de dos partes.

Una caja metálica reforzada soportada por un eje con 2 ruedas neumáticas en la parte trasera, una compuerta curva que puede subir o bajar mediante un mecanismo de cables, eléctrico o hidráulico, una cuchilla de material resistente en la parte inferior de la caja que sirve para cortar el material, una placa metálica móvil en la parte interior, la cual al desplazarse hacia adelante permite desalojar el material contenido en la caja.

Todo este conjunto es halado mediante un tractor de ruedas neumáticas que puede ser de uno o dos ejes. Los controles de operación se encuentran en dicho tractor. En las siguientes transparencias (2, 3 y 4) podemos ver en forma esquemática el proceso de carga acarreo y descarga.

En la la. se observa como baja la caja presentando la cuchilla contra el terreno para realizar el corte, en algunos casos la penetración llega a ser hasta de 30 cms. en motoescrepas de 11 a 20 m^3 y del orden de 50 cms. en la de mayor tamaño. De acuerdo con la profundidad del corte y el ancho de la cuchilla será la longitud de corte para el llenado total de la caja. Una vez llena la caja se levanta, se cierra la compuerta delantera y se ejecuta el acarreo.

Llegada al sitio de descarga la operación consiste en bajar la caja, levantar la compuerta delantera y expulsar el material mediante la acción de la placa trasera hacia adelante. Esta actividad se realiza en movimiento y se irá extendiendo el material en una longitud y con un espesor de acuerdo con la abertura de descarga.

Existen y han existido una gran variedad de tipos de esta máquina desde la escrepa de mano, escrepa de arrastre, escrepa de tambor giratorio, etc. hasta llegar a la motoescrepa, las cuales a su vez han tenido una gran evolución debido a los avances en la tecnología.

Los principales adelantos han sido aplicados en los sistemas de operación, desde el sistema por cables, sistema eléctrico, hasta el sistema hidráulico el cual predomina en la actualidad. Las desventajas más importantes que se presentaban en las 2 primeras eran básicamente.

En el de cables el complicado y lento sistema de operación, así como su alto costo de mantenimiento.

En el eléctrico el polvo, que originaba grandes fallas en los motores y generadores a pesar de todas las protecciones y aditamentos que les fueran adaptados, independientemente también de lo complicado del sistema de manejo.

En el sistema hidráulico se superarón las desventajas iniciales que se tuvieron y que eran básicamente las fugas del líquido por roturas de mangueras y en las conexiones. Al mismo tiempo se obtuvo una gran ventaja que consiste en aprovechar la presión hidráulica en la penetración de la cuchilla en el terreno para la ejecución del corte.

Otra evolución que han tenido las motoescrepas es en relación con el tamaño de las mismas. Podemos ver motoescrepas desde 8 m^3 de capacidad hasta 50 m^3.

En la transparencia siguiente podemos observar la motoescrepa L-90 de Tourneau, constituída por un conjunto de 32 mts. de longitud, 3.60 mts. de ancho y una altura al tope de la cabina de 4.20 mts. Todas sus funciones son operadas electricamente por medio de 3 motores diesel de 475 H.P. c/u acoplados a 3 generadores de corriente contínua conectados a 12 motores para las ruedas y mecanismos. Esta motoescrepa carga en 40 segundos sin empujador 50 m^3 de material 4 500 m^3/hora.

En esta otra transparencia vemos motoescrepa La Terex TS-32 de 43 - yd^3 colmada (33 m^3) operada con sistema hidráulico.

La influencia que tiene el tamaño de la motoescrepa en el costo la - podemos ver en la siguiente curva que aunque es para determinadas condi - ciones específicas de operación, longitud de acarreo, tipo de camino, etc. se puede decir que es representativa.

En la gráfica vemos como aumenta el costo a medida que disminuye el- tamaño de la motoescrepa tomando como 100% de costo la de 54 yd^3 hasta - llegar a la de 18 yd^3 con un incremento de un 20%.

En el caso particular de México por las características de las obras sobre todo en carreteras y por los criterios de utilización del equipo - las motoescrepas predominantes son las de 14, 18 y en algunos casos las - de 24 yd^3.

Una de las clasificaciones más actualizadas de los diferentes tipos de motoescrepas y capacidades la tiene la Caterpillar la cual consiste básicamente de 4 grupos con 16 modelos todos operados por medio de siste -- mas hidráulicos.

MAQUINA	TIPO	CAPACIDAD	NO. DE MODELO
Motoescrepa	Estandard	8-31 m^3	6
Motoescrepa	De potencia en Tandem	11-34 m^3	4
Motoescrepa	De tiro y empuje (Push-Pull)	11-49 m^3	3
Motoescrepa	De autocarga (con mecanismo elevador)	11-31 m^3	3

Todos estos modelos están diseñados para mover todo tipo de materiales con excepción de roca. Para el caso de que quiera usarse para roca - existe una caja reforzada especialmente y es usada en las motoescrepas estandard ó de potencia en Tandem. La roca deberá ser muy bien tronada o - también para materiales no muy duros que requieran ser arados.

Las Motoescrepas Estandard tienen un solo motor en el tractor que puede ser de uno o 2 ejes con ruedas neumáticas; para ser cargados requieren de la ayuda de un tractor de orugas que se utiliza como empujador.

Estas unidades se utilizan tanto en distancias intermedias o largas con bajas pendientes y caminos de acarreos en buenas condiciones. - Trabajan generalmente en grupo de 2, 3 ó 4 unidades en combinación con el tractor empujador de acuerdo con las necesidades de la obra.

Las Motoescrepas de 2 Motores se utilizan al igual que las motoescrepas estandard en distancias intermedias o largas pero debido a su mayor potencia se adaptan para fuertes pendientes y disminuyen el tiempo de la carga siendo recomendable de todos modos el uso del tractor empujador. Sinembargo en materiales suaves se pueden cargar solas.

Las Motoescrepas de tiro y empuje (Push-Pull) Este nuevo concepto ha agregado versatilidad a las escrepas de 2 motores, abarcando la extensión de su aplicación a los demás tipos de motoescrepas. Sus ventajas se apoyan principalmente en lo siguiente:

1.- Se elimina el tractor empujador.
2.- Se elimina el problema de desproporción posible entre el número de escrepas convencionales y el empujador.
3.- No se carga al costo el tiempo perdido del empujador.
4.- Debido a que estas máquinas trabajan en parejas no tienen que esperar por el empujador, no se tiene amontonamiento de máquinas como en las convencionales.
5.- Es un equipo balanceado con menor inversión.
6.- El costo por el arreglo consistente en un refuerzo especial en los bastidores y el cuello de ganso más el sistema de enganche representa tan solo de un 6 a un 7% de la inversión de una motoescrepa de 2 motores.

Las Motoescrepas Autocargables

Con mecanismo elevador.- Funcionan mediante un sistema de paletas elevadoras las cuales van cargando el material dentro de la caja. Este tipo de máquinas no requieren del tractor empujador, se usan para materiales suaves. Son muy útiles para excavar en arenas donde el material-

...#

es difícil de cargarse con los demás tipos de motoescrepas, su utilización está limitada para acarreos cortos y con pendientes muy suaves.

A continuación veremos una película de 8 mm. con duración de 8 min. aproximadamente en donde podremos observar las operaciones con algunos tipos de Motoescrepas.

Nos queda ahora responder a las siguientes preguntas dado un trabajo terminado: que tipo y que tamaño de Motoescrepa debemos seleccionar?. suponiendo que se trata por supuesto de un trabajo para Motoescrepas, lo primero que debemos conocer es:

1.- La evaluación de la Obra
2.- Los costos de las máquinas
3.- Los rendimientos y características más importantes de las máquinas (dimensiones, peso, avances técnicos en sus componentes, etc.)

1.- Entendemos en este caso por evaluación de la obra las cantidades de volúmenes a mover, las distancias a que hay que mover dichos volúmenes, el tipo de material (arena, limo, arcilla, tepetate, roca, etc.), la configuración topográfica y todos aquellos datos de la observación directa que permitan escoger la estrategia más conveniente para la realización del trabajo partiendo de la base de ejecutarlo con el mínimo fuerzo.

2.- Los costos de las máquinas que generalmente se refieren a la unidad horaria y que dependen de muchos factores (vida económica la máquina depende a su vez del criterio de cada empresario, del lugar donde se utilice, sobre el nivel del mar o en zonas altas, en zonas desiertas o lluviosas, etc.) pero que basicamente se integran en tres conceptos

1.- <u>Cargos Fijos</u>

a).- Depreciación anual
b).- Intereses seguros impuestos
c).- Reparaciones mayores y menores
d).- Talleres
e).- Almacenaje

II.- Cargos por consumos

a).- Combustibles

b).- Lubricantes

c).- Llantas

d).- Eléctricos

e).- Otros

III.- Cargos por Operación

a).- Salarios de Operadores, Ayudantes, etc. La suma de los 3 cargos nos dará el costo por hora de operación de la máquina.

Los rendimientos son los volúmenes movidos durante la unidad horaria y que pueden ser obtenidas mediante:

1).- Observación directa

2).- Por medio de reglas y fórmulas

3).- Por medio de datos del Fabricante

Dado el tema a tratar nos concretaremos a estudiar el aspecto de selección de Motoescrepas analizando los rendimientos y suponiendo sin analizar una determinada obra y los costos de las máquinas.

A continuación presentamos ejemplo de datos de rendimientos obtenidos por observación directa (promedio de 3 observaciones tomadas con cronómetro) de un conjunto de 3 unidades con un empujador en un trabajo de terracerías en material suave y con un acarreo total de 800 mts. en camino sin revestir. Tomando el ciclo de una de las Motoescrepas como observación.

Tiempo medio de espera	0.28	minutos
Tiempo medio de demora	0.25	"
Tiempo medio de carga	0.65	"
Tiempo medio de acarreo	4.26	"
Tiempo medio de descarga	0.50	"
Tiempo medio de retorno	2.06	"
T o t a l :	8.00	minutos

Peso de la unidad vacía (en báscula) 22 070 kgs.

Peso de la unidad cargada.

Pesada No. 1	42 375 kgs.
Pesada No. 2	40 720 kgs.
Pesada No. 3	40 260 kgs.
	123 355 kgs.
Peso medio	41 120 kgs.

1.- Peso medio de carga 41 120 - 22 070 = 19 050 kgs.

2.- Peso volumétrico del material 1 890 kg/m^3 en banco.

3.- Carga = $\frac{19\ 050 \text{ kgs.}}{1\ 890 \text{ kg/m}^3}$ = 10 m^3 en banco

4.- Ciclo = $\frac{60 \text{ minutos}}{8.00 \text{ min.}}$ = 7.5 viajes/hora

5.- Producción Media = 7.5 x 10 = 75 m^3/hora en banco.

Este sistema es muy útil cuando ya se tienen las máquinas; por medio de muchas observaciones se corrigen las fallas y se llega a obtener el máximo de eficiencia en los trabajos.

Por medio de Reglas y Fórmulas:

En general el ciclo de una motoescrepa esta formado por los tiempos durante los cuales la máquina carga, acarrea, descarga y regresa al lugar de carga.

a) La carga.- se realizará en el tiempo necesario cuando ayudada o no por el tractor empujador force el material con la cuchilla de la motoescrepa hacia adentro de la caja y quede completamente llena.

b) La descarga.- comprende el tiempo que necesita la máquina para que una vez en el lugar de depósito con la tapa semilevantada, la caja ligeramente inclinada y en movimiento tire todo el material en capas del espesor necesario.

c) Las maniobras.- Son los tiempos que requiere la máquina en las vueltas que ejecute a la entrada de la carga y a la salida de la descarga.

d) Las aceleraciones.- Son los tiempos que se requieren para ejecutar el cambio de velocidad de la caja de transmisión directa. En la actualidad las máquinas con cambios automáticos y de potencia permiten disminuir bastante estos tiempos.

e) El acarreo.- Es el tiempo que requiere la máquina en transportar el material de la salida del sitio de carga al inicio en el sitio de descarga.

f) El regreso o retorno.- Es el tiempo que requiere la máquina vacía de la salida del sitio de descarga al inicio en el sitio de carga.

Los tiempos anteriores han sido agrupados en 2 tiempos básicos: Tiempos fijos y Tiempos variables. En la transparencia siguiente tenemos su división y sus dependencias.

TIEMPOS FIJOS
- CARGA
  - Tipo de material
  - Maniobras
  - Aceleración
  - Tractor empujador
- DESCARGA
  - Tipo de material
  - Maniobras
  - Longitud de descarga
  - Aceleración

Muy bueno	1.0 min
Bueno	1.3 min - 1.6 min
Desfavorable	2.4 min

TIEMPOS VARIABLES · Longitud de Acarreo:

Resistencia Total
- Resistencia al Rodamiento
  1.- Por penetración llanta 15 kgs. por cada Ton. de Máquina por cada 2.5 cms. de penetración.
  2.- Deformación de la llanta -- Fricciones internas de la máquina Fricciones externas por el aire 20 kgs. por cada Ton. de máquina.
- Resistencia por Pendiente.
  - 10 kg. por cada Ton. de máquina y por cada 1% de pendiente.

Del material que va a ser movido es necesario conocer las siguientes características: PESO VOLUMETRICO, EXPANSION VOLUMETRICA Y COMPRESIBILIDAD.

El peso del material afecta la carga de la Motoescrepa y las velocidades de la misma durante el acarreo, no es lo mismo cargar y transportar escoria por ejemplo a transportar arcilla mojada, a mayor peso se requiere mayor potencia.

La Expansión Volumétrica es muy importante conocerla dado que la mayoría de las formas de pago al contratista es referida al volúmen del material natural en el banco. Cuando el material es movido de su estado natural su volúmen aumenta; por ejemplo un m^3 de arcilla en estado natural es igual a 1.4 m^3 en estado suelto. Si se transporta arcilla en una motoescrepa de 20 m^3 de capacidad colmada realmente estamos transportando $\frac{20}{1.4} = 14.3$ m^3 de material en banco el cual es el que se multiplicará por el precio de paga y no los 20 m^3 abundados.

Para obtener los Pesos Volumétricos así como para los coeficientes de expansión volumétrica, que es la relación de volúmen abundado a volúmen en banco, existen tablas para los distintos tipos de materiales predominantes.

La compresibilidad es el estado del material después de aumentar artificialmente su peso volumétrico por medios mecánicos (compactado) mediante la reducción del porcentaje de vacíos al lograr que las partículas encuentren un mayor acomodo. La relación entre el volúmen compactado y el volúmen en banco obtenida de los datos de trabajo nos dará el coeficiente de compresibilidad.

Veamos un ejemplo de aplicación de los conceptos anteriores.

Volúmen a colocar 10,000 m^3 de arcilla coeficiente de abundamiento= 1.4
Coeficiente de compresibilidad = 0.8
Se moverá en motoescrepa de 20 m^3 colmados

Se desea saber:

1.- Volúmen en banco necesario.

2.- Número de viajes.

Volúmen en banco = $\frac{10,000}{0.8}$ = 12,500 m^3

Capacidad de la motoescrepa

Referida a banco = $\frac{20\ m^3}{1.4}$ = 14.3 m^3

Número de viajes = $\frac{12\ 500}{14.3}$ = 869

Las maniobras y aceleraciones dependen básicamente de la habil[illegible] del operador.

El objetivo que estamos persiguiendo es el de realizar un traba[illegible] la mayor velocidad posible para obtener el máximo de volúmen movido [illegible] tiempo mínimo posible y por supuesto al menor costo factible.

Para lograr esto necesitamos conocer la potencia necesaria de l[illegible] quina para realizar el trabajo. Las potencias disponibles de las m[illegible] nas existentes en el mercado y por último la potencia utilizable que [illegible] la potencia disponible limitada por las condiciones del trabajo.

Los factores que debemos considerar son:

Resistencia al Rodamiento que es una medida de la fuerza requer[illegible] para empujar o halar y hacer rodar las ruedas en el suelo. Depende [illegible] las condiciones del terreno y del peso de la máquina vacía o cargada. Mientras más se hundan las ruedas en el terreno mayor es la resisten[illegible]

La experiencia da como dato.- 15 kgs. por cada tonelada de car[illegible] por cada 2.5 cms. de penetración. Se puede considerar aproximada par[illegible] nos:

Sin revestir	-	7.5 cm. de penetración
Revestidos	-	5.0 cm. de penetración
Pavimentados	-	2.5 cm. de penetración

Otros factores que intervienen son: la deformación de la llan[illegible] ancho de la misma, el dibujo, la velocidad (a mayor velocidad mayor [illegible] tencia del aire), las fricciones internas de las componentes de la [illegible] na, etc.

En una máquina que este funcionando normalmente se consideran los factores anteriores constantes e igual a una resistencia de 20 kgs. por cada Tonelada de máquina cargada o descargada según sea el caso.

Del ejemplo de observación.

Una motoescrepa cuyo peso total es 41 120 kgs. en un camino revestido de penetración de llanta de 7.5 cms. La Resistencia al Rodamiento será:

15 kgs/Ton	x	3 + 20 kgs/Ton	=	65 kg/Ton.
65 kgs/Ton	x	41.120 Tons.	=	2 673 kgs.

Resistencia por Pendiente: Esta resistencia es causada por la fuerza de gravedad, puede ser a favor o en contra, dependiendo del sentido de movimiento de la máquina, se calcula aproximadamente tomando un valor de 10 kg. por tonelada por cada 1 % de inclinación.

Ya tenemos la Resistencia al Rodamiento y la Resistencia por pendiente.

La Resistencia Total = R. R. + R. P.

La Resistencia total nos marca la fuerza de tracción necesaria para mover la máquina.

Esta fuerza de tracción la debemos comparar con la fuerza de Tracción disponible de la máquina, la cual esta intimamente ligada con las diferentes velocidades que desarrolla por medio del sistema de transmisión que tenga. Así tendremos que una máquina desarrolla una gran fuerza de tracción a baja velocidad y poca fuerza de tracción a altas velocidades.

Como ejemplo tenemos:

La Resistencia total de una motoecrepa es de 3 200 kgs. o(fuerza de t necesaria), la cual comparamos con las diferentes fuerzas de Tracci cidad de la siguiente tabla:

Transmisión	Velocidad Km/h	Fza. de Trac ponible. Ton
1a.	3.7	10.230
2a.	7.3	5.335
3a.	11.6	3.310
4a.	18.8	2.055
5a.	30.3	1.275

La Motoescrepa debe ser operada en 3a. velocidad con una fuerza ción 3 310 kgs. y una velocidad de 11.6 km/hora. Podríamos operarla ó 2a. pero lo único que conseguiríamos es desperdiciar potencia y en cuencia ir a menos velocidad. No podemos usar la 4a. ó 5a. porque la na no se movería.

La Potencia disponible no siempre es la potencia utilizable, está tada por dos factores.

Coeficiente de Tracción.- que es la relación que existe entre la de tracción de las ruedas motrices y la fuerza que puede desarrollar el terreno. Es decir si una máquina trabaja en una superficie resbal muy probable que la fuerza que desarrolla con el terreno sea inferior fuerza de tracción disponible y entonces las llantas patinarán. Se tienen tablas donde se dan los datos de coeficiente de tracción para diferentes rrenos; por ejemplo en tierra firme el coeficiente de tracción es de y en tierra suelta es de 0.40; la fuerza de tracción utilizable se obtiene multiplicando el coeficiente de tracción por el peso sobre la ruedas motrices.

Ejemplo:

Que fuerza de tracción utilizable en las ruedas puede ejercer una Motoescrepa cuyo peso en las ruedas propulsadas es de 23 600 kgs.

En tierra firme:

0.50 x 23 600 = 11 800 kgs.

En tierra suelta:

0.40 x 23 600 = 9 440 kgs.

El coeficiente de tracción depende del peso sobre las ruedas motrices y de las condiciones del suelo. Siempre podrá corregirse esto mejorando el terreno donde opere la máquina.

Altitud: La altitud es otra limitación a la potencia disponible de la máquina. A medida que aumenta la altura sobre el nivel del mar la eficiencia de los motores disminuye. En la actualidad algunas máquinas con motor turbo alimentado solo pierden potencia a partir de los 3000 m. sobre el nivel del mar. La mayoría de las máquinas se diseñan para funcionar hasta 1 500 m. sin pérdida de potencia y se considera un porcentaje del 1% de pérdida de potencia para cada 100 m. de altitud después de los 1 500 m. Cada fabricante proporciona tablas para corregir la potencia disponible por altitud.

En resúmen estas son las secuencias para calcular la velocidad de trabajo de una máquina.

SECUENCIAS PARA CALCULAR LA VELOCIDAD DE TRABAJO DE UNA MAQUINA

1o.- Determínese la Fuerza de tracción necesaria que es la suma de la Resistencia al Rodamiento más la Resistencia por Pendiente.

2o.- Compárese la Fuerza de Tracción necesaria con la Fuerza de Tracción Velocidad disponible de las especificaciones de la máquina.

...

3o.- De la comparación anterior selecciónese la más alta velocidad q... aconsejable usar.

4o.- En caso necesario considérese la tracción que ofrece el terreno, termínese la Fuerza de Tracción Utilizable - Velocidad.

5o.- Si el trabajo se lleva a cabo a una altitud mayor de 1 500 mts. c... lese la pérdida de potencia y revísese la nueva velocidad más a... jable.

Una vez conocida la velocidad adecuada para la máquina en los c... tres tramos del camino de acarreo, estamos en posibilidad de calcular locidad media. Los fabricantes aconsejan que se multiplique la velo... máxima por 0.65, suponiendo que la máquina parte del reposo. Si se ... que parte de una velocidad inicial el factor se modificará.

En general a lo largo de un camino podemos suponer que se pre... ferentes pendientes, diferentes resistencias al rodamiento y que no ... tibles o convenientes de modificarse, en este caso las relaciones de ... misión de la máquina en movimiento, serán variables, es decir se re... varios cambios de Transmisión. Para calcular la velocidad media se ... bra en estos casos dividir el camino en los diferentes tramos y hac... lisis de cada uno de ellos, calculando su velocidad media.

Una vez conocida la velocidad media y la longitud de recorrido ... en posibilidad de calcular el tiempo o los tiempos en los diferent... con solo dividir dicha longitud entre la velocidad media.

La suma de los tiempos de ida y vuelta más los tiempos fijos ... el Tiempo Total del Ciclo de Operación de la máquina.

Con este tiempo podemos calcular la producción horaria de la ... el costo por m^3 de material movido en Banco.

Ejemplo para ver el proceso de cálculo:

Problema:

La Empresa "A" tiene que ejecutar un trabajo consistente en mover - 800 000 m^3 para la construcción de una pista de aterrizaje, cuenta la Empresa con el siguiente Equipo.

6 Motoescrepas. Caterpillar 621 de 15 m^3 de capacidad colmada.
2 Tractores D-8H con empujador amortiguado.

Se supone que no se ejecutará la compactación del material, unicamente la - extracción, carga, acarreo, transporte y colocación en capas del mismo.

Los Datos son:

Material	-	limo arenoso seco
Peso Volumétrico	-	1 600 kg/m^3
Altitud S.N.M.	-	2 000 m.
Longitud de acarreo	-	1 300 mts. de los cuales:
1 000 mts.	-	Tienen 4% de pendiente Adversa.
y 300 mts. tienen	-	2% Favorables
Coeficiente de abundamiento	=	1.25 o su recíproco 0.8
Peso de la máquina vacía	=	23. 6 Tons.
Peso de la máquina cargada del equipo	=	23.6 Tons. + 1 600x0.8x15 m^3= 43T

Costos horarios: según la Emprésa

Tractor	-	$ 280/hora
Motoescrepa	-	$ 320/hora

La Empresa desea saber el costo por m^3 en banco más barato con los siguientes tipos de camino de acarreo.

a) Sin revestir
b) Revestido
c) Pavimentado.

I.- Suposición de los tiempos fijos:

Dada la experiencia que tiene la Empresa de acuerdo con su equipo, toma como tiempos fijos (carga y descarga) = 1.3 minutos.

II.- Cálculo de los tiempos variables:

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

7.5 cm. en camino sin revestir	=	45 kg/ton. M.
5.0 cm. en camino revestido	=	30 kg/ton. M.
2.5 cm. en camino pavimentado	=	15 kg/ton. M.

A estas cantidades habrá que sumarle 20 kg/ton. M. por deformación de llanta, fricciones internas, etc.

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

Sección de 1000 m. de ida	=	4% x 10	=	40 kg/T.M.
Sección de 300 m. de ida	=	2% x 10	=	20 kg/T.M.
Sección de 1000 m. de regreso	=	4% x 10	=	40 kg/T.M.
Sección de 300 m. de regreso	=	2% x 10	=	20 kg/T.M.

R E S U M I E N D O

DE IDA (CARGADA)

Tipo de Camino	Resist. al Rod. Kg/T.M.	R. por P. kg/T.M.		R. Total kg/T.M.	
		1000 m.	300 m.	1000 m.	300 m.
Sin revestir	65	40	-20	105	45
Revestido	50	40	-20	90	30
Pavimentado	35	40	-20	75	15

...//

DE REGRESO (VACIA)

Tipo de Camino	Resist. al Rod. Kg/T.M.	R. por P. kg/T.M. 300 m.	R. por P. kg/T.M. 1000 m.	R. Total 300 m.
Sin revestir	65	20	-40	85
Revestido	50	20	-40	70
Pavimentado	35	20	-40	55

Cálculo de la R. Total o Rimpull de la máquina.

Resistencia Total x Peso de la máquina cargada.

Resistencia total x Peso de la máquina vacía.

También la Resistencia Total puede hacerse equivalente a la pendient[illegible] camino ficticio es decir si tenemos que la resistencia por pendiente es [illegible] a 10 kg. por cada Ton. de Máquina y por cada 1% de pendiente bastará div[illegible] la resistencia total entre 10 para obtener el % de pendiente equivalente. Esto se hace en virtud de que las gráficas de algunos fabricantes las pr[illegible] tan como Rimpull o en % de pendiente o ambos.

PESO MOTOESCREPA CARGADA = 43 TONS. DE IDA

Tipo de Camino	R. T. o Rimpull Toneladas 1000	R. T. o Rimpull Toneladas 300	R. T. en % Pendie[illegible] 1000	[illegible]
Sin revestir 105 - 45	4.5	1.9	10.5	
Revestido 90 - 30	3.9	1.3	9.0	
Pavimen[illegible]o 75 - [illegible]	3.2	0.7	7.5	

PESO MOTOESCREPA VACIA = 23.6 TON. DE REGRESO

Tipo de Camino	R. T. o Rimpull toneladas		R.T. en % de Pendiente	
	300	1000	300	1000
Sin revestir S5 - 25	2.0	0.6	8.5	2.5
Revestido 70 - 10	1.7	0.2	7.0	1.0
Pavimentado 55 - (-15)	1.3	-0.1	5.5	-1.5

Cuando se obtiene el Rimpull o el % de pendiente negativo quiere decir que la máquina puede acelerarse más alla de su velocidad máxima permisible, sinembargo las máquinas actuales tienen un retardador que impide que esto suceda, evitando el uso excesivo de los frenos.

Revisemos el coeficiente de Tracción contra el suelo para las condiciones más desfavorables.

Coeficiente en camino sin revestir = 0.45

Peso de la máquina cargada en las ruedas motrices 63%

0.63 x 43 T x 0.45 = 12 T.

Peso de la máquina vacía en las ruedas motrices 63%

0.63 x 23.6 T. x 0.45 = 6.8 T.

Cubren ampliamente para las resistencias totales de 4.5 Tons. cargada y 2.0 Tons. vacía.

Corrección por altitud.

La máquina puede trabajar al 100% de potencia a 1 500 m., los 500 mts. restantes serán igual a:

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

Habrá que multiplicar las Resistencias Totales o Rimpull de los cuadros anteriores por 1.05 .

...#

MOTOESCREPA CARGADA

Tipo de Camino	R. T. TONS. (RIMPULL)		R.T. % DE PENDIE	
	1000	300	1000	[illegible]
Sin revestir	4.7	2.0	11.0	4.[illegible]
Revestido	4.1	1.4	9.5	3.[illegible]
Pavimentado	3.3	0.7	8.0	1.[illegible]

MOTOESCREPA VACIA

Tipo de Camino	R. T. TONS. (RIMPULL)		R. T. % DE PENDIENTE	
	300	1000	300	1000
Sin revestir	2.1	0.6	9.0	2.6
Revestido	1.8	0.2	7.5	1.1
Pavimentado	1.4	-0.1	6.0	-1.6

Con los datos anteriores entramos a la gráfica proporcionada por el fabricante.

...//

Se puede entrar con el Rimpull o con el % de pendiente por ejemplo para 4.7 de Rimpull o 11% de pendiente, se procede de la siguiente forma: En dónde dice Fuerza de Tracción o Rimpull de la escala vertical del lado izquierdo, buscamos 4.7 Tons. seguimos en una línea horizontal hasta interceptar la curva correspondiente a la 4a. velocidad, de este punto bajamos verticalmente y encontramos en la escala horizontal la velocidad de 15 Km/h.

Si procedemos con la pendiente, buscamos del lado derecho en la escala aproximadamente el 11% de pendiente descendemos en una línea paralela a las demás líneas marcadas y dónde cruce con la línea punteada vertical de carga de 21 800 kgs. trazamos una horizontal hacia la izquierda hasta encontrar el mismo punto de cruce con la curva correspondiente a la 4a. velocidad, después procedemos igual que en el caso anterior, bajamos verticalmente y encontramos la misma velocidad de 15 Km./hora.

Procediendo de la misma forma para todos los casos obtenemos los siguientes resultados:

VELOCIDADES DE LA MOTOESCREPA CARGADA

Tipo de Camino	Velocidad para los 1000 m.	Transmisión	Velocidad para los 300 m.	Transmisión
Sin Revestir	15 Km/h.	4a.	34 km/h.	7a.
Revestido	16 Km/h.	4a.	48 km/h.	8a.
Pavimentado	20 Km/h.	5a.	50 km/h.	8a.

VELOCIDADES DE LA MOTOESCREPA VACIA

Tipo de Camino	Velocidad para los 300 m.	Transmisión.	Velocidad para los 1000 m.	Transmisión
Sin Revestir	34 km/h.	7a.	50 km/h.	8a.
Revestido	37 km/h.	7a.	50 km/h.	8a.
Pavimentado	49 km/h.	8a.	50 km/h.	8a.

Las tablas anteriores son muy importantes ya que físicamente en el camino se pueden marcar en un cuadro, como las señales de velocidad de los caminos, - la velocidad a la que debe transitar la Motoescrepa.

Por ejemplo si se escogiera el tipo de camino pavimentado:

A la salida del corte se marcaría 20 km/h. y a los 1000 mts. otra señal - que indicará 50 km/h en el sentido de ida. Y de regreso, prácticamente desde - la salida del tiro hasta la entrada del corte 50 km/h.

Las velocidades anteriores son las velocidades máximas, debemos multiplicarlas por 0.65 para obtener las velocidades medias que consideran las aceleraciones y desaceleraciones.

VELOCIDADES MEDIAS (CARGADA)

Tipo de Camino	Velocidad para los 1000 m.	Velocidad para los 300 m.
Sin revestir	10 km/h.	22 km/h.
Revestido	11 km/h.	31 km/h.
Pavimentado	13 km/h.	35 km/h.

VELOCIDADES MEDIAS (VACIA)

Tipo de Camino	Velocidad para los 300 m.	Velocidad para los 1000 m.
Sin revestir	22 km/h.	35 km/h.
Revestido	24 km/h.	35 km/h.
Pavimentado	31 km/h.	35 km/h.

...//

Con las velocidades medias y las longitudes podemos calcular los tiempos; bastará dividir la longitud por 60 minutos entre la velocidad en metros - por hora.

$$t = \frac{L \times 60}{V\ (m/h).} = \text{tiempo en minutos}$$

TIEMPOS DE MOTOESCREPA CARGADA

Tipo de Camino	Tiempo en los 1000 m.	Tiempo en los 300 m.	T. Total
Sin revestir	6.0 min.	0.8 min.	6.8 min.
Revestido	5.5 min.	0.6 min.	6.1 min.
Pavimentado	4.6 min.	0.5 min.	5.1 min.

TIEMPOS DE MOTOESCREPA VACIA

Tipo de Camino	Tiempo en los 300 m.	Tiempo en los 1000 m.	T. Total
Sin revestir	0.8 min.	1.7 min.	2.5 min.
Revestido	0.7 min.	1.7 min.	2.4 min.
Pavimentado	0.6 min.	1.7 min.	2.3 min.

El siguiente paso es obtener el tiempo total del ciclo. (Tiempos fijos más tiempos variables) y la producción horaria en banco.

...//

TIEMPO TOTAL DEL CICLO EN MINUTOS Y
M^3/H. EN BANCO.

Tipo de Camino	Tiempos Fijos	Tiempos variables ida	Tiempos variables regreso	Tiempo Total	Número de viajes por Hora	M^3/H
Sin revestir	1.3	6.8	2.5	10.5	5.7	67
Revestido	1.3	6.1	2.4	9.8	6.1	73
Pavimentado	1.3	5.1	2.3	8.7	6.9	83

COEFICIENTE DE ABUNDAMIENTO = 1.25 ó 0.8 por el P.
CAPACIDAD COLMADA DE LA MOTOESCREPA = 15 m^3
CAPACIDAD DE LA MOTOESCREPA EN BANCO = 15 x 0.8 = 12 m^3

Esta producción esta considerada para horas de 60 minutos, es lógico pensar que esto es poco real en virtud de que intervienen factores tales como la experiencia, la habilidad de los operadores, descomposturas, demoras imprevistas, etc., por lo cual la producción al 100% de eficiencia deberá afectársele del factor de eficiencia que considere cada empresa de acuerdo con su experiencia en términos generales un factor de eficiencia del 70% es bastante bueno. Con esto último calcularemos la producción real, el costo por m^3 de material movido en banco. Antes de pasar a realizar este cálculo analizaremos si el equipo de 2 tractores y 6 motoescrepas esta balanceado.

Las maniobras que realiza el empujador considerando que tiene placa amortiguadora hasta para una velocidad de 8 km/h y que no tiene pérdida en el acomodo para el empuje son: Impulso, retorno y maniobras se considera que este tiempo lo realiza entre 1.6 minutos con mucha eficiencia y 2.4 con regular. Tomaremos para este caso 2 minutos, el valor medio.

NUMERO DE MOTOESCREPAS

Tipo de Camino	Tiempo del ciclo de la Motoescrepa	Tiempo de ciclo del tractor empujador.	Número de Motoescrepas
Sin revestir	10.6	2.0	6
Revestido	9.8	2.0	5
Pavimentado	8.7	2.0	5

De este cuadro se observa que en el peor de los casos se requiere unicamente 1 tractor empujador y 6 motoescrepas.

Costo de los conjuntos:

Costo horario del tractor $ 280.00/hora
Costo horario Motoescrepa $ 320.00/hora

Costo conjunto 1 tractor y 6 Motoescrepas.

1 x $ 280.00 = $ 280.00/h.
6 x $ 320.00 = $ 1920.00/h.
Costo Total = $ 2200.00/h.

Costo conjunto 1 tractor y 5 Motoescrepas.

1 x $ 280.00 = $ 280.00/h.
5 x $ 320.00 = $ 1600.00/h.
Costo Total = $ 1880.00/h

Producción real para:

A.- Camino sin revestir

67 m^3/h x 0.7 x 6 máquinas = 281 m^3/h

B.- Camino revestido

73 m^3/h x 0.7 x 5 máquinas = 256 m^3/h

C.- Camino Pavimentado

83 m^3/h x 0.7 x 5 máquinas = 291 m^3/h

Costo por m^3/h movido en banco:

A.- Camino sin revestir

$\frac{\$\ 2\ 200.00}{281\ m^3/h}$ = $ 7.82

Costo Total = 7.82 x 800,000 m^3 = 6'256,000

B.- Camino revestido

$\frac{\$\ 1\ 880.00}{256\ m^3/h}$ = $ 7.35

Costo Total = 7.35 x 800,000 m^3 = 5'880,000

C.- Camino Pavimentado

$\frac{\$\ 1\ 880.00}{291\ m3/h}$ = $ 6.47

Costo Total = 6.47 x 800,000 m^3 = 5'176,000

Por último:

Obtención de Rendimientos por medio de datos proporcionados por el fabricante:

En el siguiente ejemplo vemos los diferentes rendimientos y costos para un camino con una resistencia determinada. La Caterpillar ha estudiado un gran número de combinaciones con la cual facilita bastante la selección del equipo.

DISTANCIA DE ACARREO EN METROS (MEDIO CICLO)

CAMINO DE 100 kg/T

	75	152	305	610	915	1525
627						
Producción de una sola unidad m^3 en b/hr	343	287	217	146	110	73
Traíllas/Empujador	2	2	3	4	6	6
Costo (¢ m^3 en b*)	14,8	17,7	21,2	29,8	37,4	56,4
621						
Producción de una sola unidad m^3 en b/hr	288	241	183	123	93	62
Traíllas/Empujador	2	2	3	5	6	6
Costo (¢ m^3 en b*)	14,7	17,6	20,7	28,8	35,8	53,7
623						
Producción de una sola unidad m^3 en b/hr	243	204	154	103	78	52
Traíllas/Empujador	-	-	-	-	-	-
Costo (¢ m^3 en b*)	12,8	15,4	20,3	30,4	40,2	60,2
627						
Producción de una sola unidad m^3 en b/hr	281	239	184	126	96	65
Traíllas/Empujador	-	-	-	-	-	-
Costo (¢ m^3 en b*)	12,9	15,0	19,5	28,5	37,4	55,2
La unidad más económica	623	627 de T y E	627 de T y E	627 de T y E	621	621

*Utilizando los porcentajes de la eficiencia de la flotilla y de la disponibilidad de la traílla.

Conclusiones:

1).- Para cada tipo de trabajo deberá estudiarse la selección adecuada de equipo.

2).- Siempre existirá alguna solución para reducir los tiempos fijos y variables, en el caso de las motoescrepas.

Reducción de Tiempos fijos.-

a).- Realizar la carga con pendiente favorable.
b).- Escoger el empujador más adecuado.
c).- Educación del Operador.
d).- etc.

Reducción de Tiempos variables.-

a).- Camino adecuado (revestido o pavimentado), en caso de acarreos cortos o también en caminos revestidos conservación de los mismos mediante el uso de Motoconformadora, riego de agua y en algunos casos equipo auxiliar de compactación.

b).- Señalamiento de las velocidades a lo largo del camino.

c).- Tratar de localizar el camino sin pendientes ó modificarlo al máximo.

d).- etc.

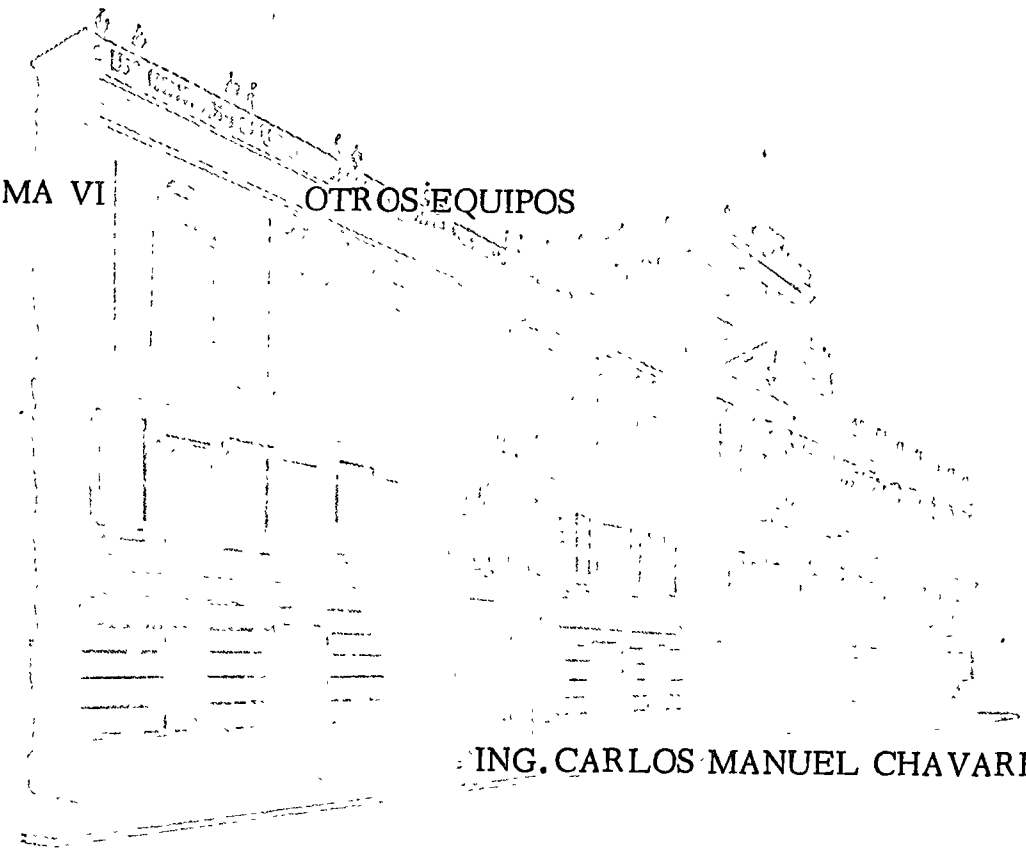
Existen aditamentos especiales en las Motoescrepas que permiten también obtener una buena reducción en los tiempos tales como: Enganche o Empujador amortiguado, Asiento del operador amortiguado que permite una mejor operación de la máquina, transmisión automática, etc.

Recuerdese siempre que tiempo es dinero .

No olvidar respetar el mantenimiento que especifíque el fabricante para la máquina .

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

MOVIMENTO DE TIERRAS EXCAVACIONES Y TERRACERIAS



TEMA VI OTROS EQUIPOS

ING. CARLOS MANUEL CHAVARRI M.

JUNIO-JULIO, 1977

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tel: 521-40-20

El Ingeniero Civil al estar ligado en las diferentes esferas del desarrollo de la infraestructura de nuestro país, requiere estar actualizando sus conocimientos, por ello se organizó el presente curso que está dirigido a aquellos que tienen que ver con el movimiento de tierras. En el aspecto de caminos, los primeros se requieren para el paso de la gente y bestias de carga y posteriormente otros tipos ligeros como los carruajes, pero la frecuencia de cargas y el tránsito cada vez mayor, han exigido que se desarrollen nuevas técnicas para un mejor aprovechamiento de los materiales naturales, con objeto de lograr máxima economía en su construcción y tiendan a durar más.

Esto ha traido como resultado entre otros, que el constructor de un proyecto determinado planee, programe, organice, ejecute y controle mejor todos los recursos por aplicar en dicho proyecto. Es por ello que en la ejecución de obras tenemos la necesidad de equipos más potentes y modernos para excavar, transportar, triturar, mezclar, colocar y compactar los materiales ya sea en la construcción de caminos, en pistas de aeropuertos, canales o cortinas de presas. Esta diversidad de técnicas que intervienen en las construcciones antes mencionadas, traen como consecuencia que el ingeniero se aleje con frecuencia del avance de la técnica y por ello consideramos de gran utilidad cursos como este.

Vamos a hacer una breve descripción de las innovaciones en el equipo de construcción como preambulo a los temas que se desarrollarán más adelante.

Hoy en día existen muchos equipos para realizar trabajo, pero posiblemente ninguno tan versátil como el tractor, especialmente el de carriles que está equipado con su dozer y arado, la hoja o dozer del tractor se encuentra montada en un marco que se acopla al tractor y se controla hoy en día por sistemas hidráulicos a diferencia de los antiguos de cables que aunque más sencillos en cuanto a mantenimiento, pero el control hidráulico es superior ya que permite aplicar mayor fuerza en dicha hoja, hace algo de tiempo se objetaba al sistema hidráulico debido al alto costo de las reparaciones al usar mal dicho sistema, aspecto completamente superior hoy en día.

En cuanto al desgarrador o arado que se empezo a utilizar hacia 1930 ha evolucionado rápidamente, ya que de esa fecha a la actualidad se ha cambiado su estructura al montarlo al tractor y otros cambios como son nuevas aleaciones, mayor potencia en los tractores, introducción de un mecanismo hidráulico que permite al arado girar sobre un pivote y que controla la fuerza y profundidad de hincado también es importante la mejora para lograr que el ángulo no varíe con la penetración, es el montaje del paralelogramo, logrando que se mueva paralelamente.

En el caso de las motoescrepas, que utilizamos en trabajos de terracerías con mediana longitud de acarreo y que no compiten con camiones o vagonetas para acarreos largos.

La máquina se forma fundamentalmente de dos partes: una que dá tracción a la máquina y que puede ser un tractor y otra que es en sí la motoescrepa formada por una caja metálica integrada con piezas diver-

sas para rigidizarla y que puede subir o bajar ya sea hidráulicamente, por cables o bien por electricidad. Durante mucho tiempo se utilizó la motoescrepa con mecanismo de cables y se consideró de mayor eficiencia en vista de que los sistemas hidráulicos no estaban bien desarrollados; en la actualidad hay máquinas con sistemas hidráulicos muy eficientes. Hay que recordar que el sistema hidráulico trabaja con elevadas presiones, lo que puede provocar problemas pero como asentaba arriba existen actualmente motoescrepas perfectamente desarrolladas con mecanismo hidráulico. También se emplean los sistemas eléctricos a base de motores independientes, pero el polvo origina grandes fallas en los motores a pesar de las protecciones que se le den y por otro lado es complicado el manejo del sistema.

Una evolución más en las motoescrepas es su tamaño, ya que las podemos ver desde $8m^3$ hasta $50m^3$.

Por otra parte han aumentado la potencia de tractor, con lo cual, evidentemente se reducen los costos de operación, siempre que el tamaño de la obra permita su uso.

Otra ventaja que se ha originado con los últimos avances, tanto en el tractor como en la escrepa, es la alta velocidad a la cual se pueden mover en los caminos, invadiendo así el campo de las vagonetas. A medida que aumenta la velocidad disminuye el ciclo y por lo tanto la capacidad horaria será mayor.

Así como la introducción de dos motores permite utilizar las motoescrepas en caminos de fuerte pendiente y disminuyen el tiempo de carga y hay veces que se cargan solas en materiales suaves.

Finalmente, hay un nuevo concepto que le ha agregado versatilidad a las motoescrepas de dos motores que es el sistema Push-Pull que elimina el tractor en proyectos.

En lo referente a cargadores, estos han mejorado sus sistemas y han aumentado sus capacidades y las restricciones que se tenían respecto a la posibilidad de ataque han cambiado a tal grado que han desplazado a las palas aun en el ataque en roca, pues con solo proteger adecuadamente sus neumáticos podemos reducir sus costos de operación. Esto ha dado lugar a que los veamos alimentando trituradoras cuando el banco se encuentra a 150 ó 200 m del de dicha trituradora o en carga de material en banco de roca a cielo abierto. Por otra parte su movilidad ha permitido que el rango de aplicaciones aumente día a día.

Por lo que se refiere a las dragas éstas van siendo desplazadas poco a poco por retroexcavadoras no obstante que la retroexcavadora es una de las excavadoras que existe desde hace tiempo se ha venido mejorando en su diseño y capacicad, puesto que en el mercado hoy las encontramos desde 3/8 hasta de 3½ yd^3 de capacidad aparte de haber aumentado su alcance, profundidad y productividad lo cual nos permite hoy en día nuevas aplicaciones que sólo eran destinadasa las dragas y palas.

Por lo que se refiere al equipo de compactación tenemos una serie de mejoras muy amplias como: mejores sistemas hidráulicos, sensores electrónicos, mayor versatilidad en su uso, etc. que se han traducido en mayores productividades. Así, tenemos hoy en día que el equipo pata de cabra que consistía en un rodillo que debía ser jalado por un tractor a cambiado de tal manera que es autopropulsado con cuatro llantas -

pata de cabra y una cuchilla que le permite acomodar el material obteniendo así mayores velocidades y una versatilidad tal que nos permite tener mayores rendimientos.

En el rodillo liso vibratorio que debe ser jalado por tractor ha evolucionado en tal forma que hoy lo tenemos auto propulsado y con mayores rangos de vibración que nos permiten tener ciclos y números de pasadas menores pudiéndose aplicar hasta en la compactación de carpetas asfálticas con magníficos resultados.

El seleccionar correctamente un equipo de trituración es uno de los aspectos que influyen para dar buenos resultados de costo y producción.

Anteriormente se utilizaban equipos de muy poca producción además de un tamaño poco adecuado para transportarlo de una obra a otra y que en ocasiones requería mucho tiempo para su instalación. Es por ello, que actualmente plantas móviles nos permiten una más rápida instalación y en consecuencia reducir el tiempo para iniciar la producción y con las mejoras a sus mecanismos y tamaños nos permiten poder obtener mejores costos y programas más agresivos y además un mejor control en el tamaño de los agregados obtenidos, siendo desplazados los molinos por los conos que es la máquina idónea para integrar grupos móviles secundarios y terciarios que permiten procesar cualquier tipo de roca.

El revolver o mezclar materiales pétreos, con asfaltoso agua es muy común en la elaboración de mezclas asfálticas o bases hidráulicas respectivamente.

Tenemos equipos que nos permiten ahorrar horas de motoconformadora en el mezclado de bases hidráulicas al realizar dicha mezcla -- previo a su colocación obteniendo mayores producciones en su tendido y una reducción considerable en el número de pipas y motoconformadoras.

En lo referente a mezclas asfálticas estas se realizan en plantas las cuales son del tipo continuo o discontinuo. En nuestro país se está incrementando el número de plantas continuas pues el mito que se tenía que eran difíciles de calibrar va desapareciendo prontamente al mejorarse sus sistemas de operación que han pasado de mecánicos a electrónicos, así mismo una mejor clasificación de materiales nos permite en las plantas modernas reducir el recribado y obtener costos horarios más bajos así como mayores producciones.

En lo referente a colocación de material de sello, se tienen hoy en día equipos autopropulsados que han permitido aumentar de una manera considerable la producción.

Salte Estrella

VII. GIL VALDIVIA

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

Tema: VII.

EQUIPO DE COMPACTACION

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO

JUNIO DE 1977.

C A P I T U L O I

I N T R O D U C C I O N

La palabra "Compactación" resulta de sustantivar el Adjetivo "compacto" que deriva del latín "compactus", participio pasivo de "compingere" que quiere decir unir, juntar.

Desde tiempos antiguos se ha reconocido la conveniencia de compactar los terraplenes de los caminos. Los métodos primitivos incluían llevar borregos de un lado para otro del terraplén y arrastrar con caballos aplanadoras pesadas de madera.

Hasta hace pocos años se podía contar con la compactación hecha por las unidades de transporte y por aplanadoras casuales, junto con los asentamientos naturales, para estabilizar los terraplenes, de modo que retuvieran su forma y soportaran las cargas que se colocaran sobre ellos.

En los últimos quince años ha habido un gran progreso en la ciencia de la compactación de los suelos. Los estudios de laboratorio han resuelto muchos problemas del comportamiento del suelo, y los fabricantes han diseñado una amplia variedad de equipo para producir el máximo de compactación con el máximo de economía.

La compactación de los suelos debe ejecutarse de la forma mas adecuada, ya que a excepción de unas correctas características de drenaje, es el factor que tiene mayor influencia en las condiciones funcionales de cualquier obra civil, como pueden ser terraplenes, Sub-bases, bases y superficies de rodamiento.

Se desprende de la anterior, que la vida útil de una obra, en la interviene la compactación, dependerá en gran parte del grado de compactación especificado, el cual deberá ser estrictamente controlado.

La realización de proyectos cada vez más ambiciosos y de programas mas agresivos ha originado una intensa y constante evolución del equipo de compactación.

Se han introducido mejoras como: Poderosos sistemas hidráulicos, sensores electrónicos confiables, diseños mas funcionales, mayor versatilidad en su uso, transmisiones rápidas, potentes motores, etc., las cuales se han traducido en una mayor producción de los equipos.

Con objeto de poder cumplir con plazos cada vez menores en la ejecución de obras cada vez mayores, se ha llegado a la necesidad de utilizar equipos de gran producción.

Los grandes equipos de carga, acarreo y tiro de material, han obligado a los fabricantes de equipo de compactación a diseñar máquinas compactadoras capaces de balancear al tiro con la compactación, para evitar interferencia de actividades y pérdida de tiempo, lo que da por resultado un proyecto antieconómico.

C A P I T U L O II

CLASIFICACION DE LOS SUELOS

Para poder clasificar los suelos nos basaremos en el "Sistema Unificado de Clasificación de Suelos" S.U.C.S.

Este sistema cubre los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla 200: las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas menores. Un suelo se considera grueso si mas del 50% de sus partículas son gruesas, y fino; si más la mitad de sus partículas, en peso son finas.

I) SUELOS GRUESOS.

El símbolo de cada grupo está formado por dos letras mayúsculas, que son las iniciales de los nombres ingleses de los suelos más típicos de ese grupo.

G (Gravel) Gravas y suelos en que predominen estas.

S (Sand) Arenas y suelos arenosos.

Las gravas y las arenas se separan con la malla No. 4, de manera que un suelo pertenece al grupo genérico G, si más del 50 % de su frac--

ción gruesa (retenida en la malla 200) no pasa la malla No. 4, y es del grupo genérico S, en caso contrario.

a) Material practicamente limpio de finos, bien graduado. Símbolo W (well graded). En combinación con los símbolos genéricos, se obtienen los grupos GW y SW.

b) Material practicamente limpio de finos, mal graduado. Símbolo P (poorly graded). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GP y SP.

c) Material con cantidad apreciable de finos no plásticos. Símbolo M (del Sueco Mo y Mjala). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GM y SM.

d) Material con cantidad apreciable de finos plásticos. Símbolo C (Clay). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GC y SC.

2) SUELOS FINOS.

También en este caso el Sistema considera a los suelos agrupados, formándose el símbolo de cada grupo por dos letras mayúsculas, elegidas con un criterio similar al usado para los suelos gruesos, y dando lugar a las siguientes divisiones:

M (Del Sueco Mo y Mjala) Limos inorgánicos.

C (Clay) Arcillas Inorgánicas.

O (Organic) Limos y Arcillas Orgánicas.

Cada uno de estos tres tipos de suelos se subdividen, según su límite líquido, en dos grupos. Si este es menor del 50%, es decir, si son suelos de compresibilidad baja o media, se añade al símbolo genérico la letra L (Low Compressibility), obteniéndose por esta combinación los grupos ML, CL y OL. Los suelos finos con límite líquido mayor del 50%, o sea de alta compresibilidad, llevan tras el símbolo genérico a letra ---

H (High Compressibility), teniéndose así los grupos MH, CH y OH.

Al final de este capítulo aparece una tabla general del "Sistema Unificado de Clasificación de Suelos".

Los materiales friccionantes son principalmente gravas y arenas; entendiéndose por fricción interna a la resistencia al desplazamiento entre las partículas internas del material.

Los materiales cohesivos son arcillas y limos arcillosos; cohesión podemos definirla como la atracción mutua de las partículas de un suelo debido a fuerzas moleculares y a la presencia de humedad.

C A P I T U L O III

COMPACTACION

1.- D E F I N I C I O N.

En la terminología de Mecánica de Suelos, la reducción de los vacíos de un suelo recibe varios nombres: Consolidación, Compactación, Densificación, etc., existen ligeras diferencias en el significado de los dos primeros.

Consolidación, se usa para la reducción de vacíos, relativamente lenta, debida a la aplicación de una carga estática, usualmente acompañada de expulsión de agua del suelo, por ejemplo la reducción de vacíos en el suelo bajo un edificio.

El término Compactación se usa para la reducción de vacíos, más ó menos rápida, producida por medios mecánicos durante el proceso de construcción. (Fig. 3.1)

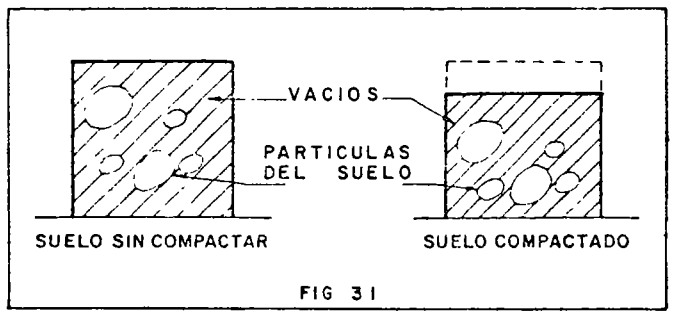


FIG 3 I

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS
INCLUYENDO IDENTIFICACION Y DESCRIPCION

PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO (Excluyendo las partículas mayores de 76 mm (3") y basando las fracciones en pesos estimados)				SIMBOLOS DEL GRUPO (*)	NOMBRES TIPICOS	INFORMACION NECESARIA PARA LA DESCRIPCION DE LOS SUELOS
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Mas de la mitad del material es retenido en la malla N° 200 (Ø) (Los partículas de 0.074 mm de diametro (malla N° 200) son aproximadamente las mas pequeñas visibles a simple vista)	GRAVAS Mas de la mitad de la fracción gruesa es retenido en la malla N° 4 (Para clasificación visual puede usarse 1/4 cm como equivalente a la abertura de la malla N° 4)	GRAVAS LIMPIAS (Poco o nada de partículas finas)	Amplia gama en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos	Dese el nombre típico, indíquense los porcentajes aproximados de grava y arena, tamaño máximo, angulosidad, características de la superficie y dureza de las partículas gruesas, nombre local y geológico, cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre parentesis
			Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños con ausencia de algunos tamaños intermedios	GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos	
		GRAVAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	Fracción fina poco o nada plástica (Para identificación véase grupo ML abajo)	GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	
			Fracción fina plástica (Para identificación véase grupo CL abajo)	GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	Para los suelos finos agréguese información sobre estructura, compacidad, cementación, condiciones de humedad y características de drenaje
	ARENAS Mas de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N° 4 (Para clasificación visual puede usarse 1/4 cm como equivalente a la abertura de la malla N° 4)	ARENAS LIMPIAS (Poco o nada de partículas finas)	Amplia gama en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, con poco o nada de finos	
			Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños con ausencia de algunos tamaños intermedios	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con poco o nada de finos	EJEMPLO Arena limosa con grava como un 20 % de grava de partículas duras, angulosas y de 1.5 cm de tamaño máximo, arena gruesa con predominio de partículas redondeadas o subangulosas, alrededor de 15% de finos no plásticos de baja resistencia en estado seco, compacta y húmeda en el lugar, arena aluvial (SM)
		ARENAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	Fracción fina poco o nada plástica (Para identificación véase grupo ML abajo)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo	
			Fracción fina plástica (Para identificación véase grupo CL abajo)	SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla	
SUELOS DE PARTICULAS FINAS Mas de la mitad del material pasa la malla N° 200 (Las partículas de 0.074 mm de diametro (malla N° 200) son aproximadamente las mas pequeñas visibles a simple vista)	PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION EN LA FRACCION QUE PASA LA MALLA N° 40					
		RESISTENCIA EN ESTADO SECO (Características de rompimiento)	DILATANCIA (Reacción al agitado)	TENACIDAD (Consistencia cerca del límite plástico)		
	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido menor de 50	Nula a ligera	Rápida a lenta	Nula	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos
		Media a alta	Nula a muy lenta	Media	CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras
		Ligera a media	Lenta	Ligera	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido mayor de 50	Ligera a media	Lenta a nula	Ligera a media	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos
		Alta a muy alta	Nula	Alta	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas	Para los suelos finos agréguese información sobre la estructura, estratificación, consistencia en el estado inalterado, condiciones de humedad y drenaje
		Media a alta	Nula a muy lenta	Ligera a media	OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de baja a media plasticidad	EJEMPLO Limo arcilloso café, ligeramente plástico, porcentaje elevado de arena fina con numerosas agujeras verticales de raíces, firme y seco en el lugar, loess, (ML)
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS		Normalmente reconocibles por su color, olor, a veces sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa			Pt	Turba y suelos pantanosos altamente orgánicos

(*) Clasificaciones de frontera — Los suelos que posean características de dos grupos se designan con la combinación de los dos símbolos

(Ø) Todos los tamaños de las mallas en esta carta son de U.S. Standard

Al reducirse los vacíos del suelo hay un incremento del peso volumétrico del material, de donde se puede dar la siguiente definición.

Compactación: Es el aumento artificial, por medios mecánicos, del peso volumétrico de un suelo, esto se logra a costa de la reducción de los vacíos del mismo al conseguir un mejor acomodo de las partículas que los forman mediante la expulsión de aire y/ó agua del material.

2.- PROPOSITO E IMPORTANCIA.

La compactación mejora las características de un suelo en lo que se refiere a:

a) Resistencia mecánica.

b) Resistencia a los asentamientos bajo cargas futuras.

c) Impermeabilidad.

Entre las obras que requieren compactación se pueden señalar como más importantes las carreteras, las aeropistas y las presas de tierra.

Estas estructuras deberán ser capaces de soportar su propio peso y el peso de las cargas super-impuestas, si falla, el costo de la reparación puede ser muy elevado.

Desde el punto de vista del constructor el problema es obtener la densidad especificada por el diseñador. Obtenida esta densidad se asegura que la resistencia a futuros asentamientos y la impermeabilidad sean las supuestas por el diseñador, sin embargo la obtención de la densidad de diseño no necesariamente asegura la resistencia mecánica supuesta, ya que ésta depende, en muchos suelos, de la humedad a la cual fué compactado. Es necesario entonces que la compactación sea efectuada a la humedad especificada, especialmente para suelos cohesivos.

Se hace notar que compactar a mayores grados del especificado no es conveniente, es decir, compactar de más, puede resultar perjudicial al proyecto.

La falla de algunas obras han obligado a que las especificaciones de compactación sean cada vez más estrictas; las tolerancias en más ó en menos, del grado de compactación especificado, son generalmente fijadas desde el inicio de la obra.

3.- PRUEBAS DE COMPACTACION .

En la construcción de terraplenes sería ideal poder medir la resistencia del suelo para determinar cuando se ha alcanzado la resistencia necesaria, pero el equipo para medir esta resistencia (especialmente a esfuerzos de compresión y cortante) es difícil de manejar, es caro y no es aplicable a todos los suelos, por lo tanto se han preparado las siguientes pruebas de laboratorio.

A) P r o c t o r

B) Proctor Modificada

C) P o r t e r.

A).- Proctor: R.R. Proctor estableció que hay una correspondencia entre el peso volumétrico seco de un suelo compactado y su resistencia. El equipo para hacer pruebas de compactación en la obra es un equipo económico y sencillo. Proctor desarrolló una prueba que consiste en:

a) Se toma una muestra representativa del suelo a compactar, de humedad conocida.

b) Se toma un cilindro de 4" de diámetro x $4\frac{1}{2}$" de altura, se llena en tres capas aproximadamente iguales con material de prueba.

c) Cada capa se compacta con 25 golpes de un martillo de 2.5 Kg. con un área de contacto de 20 cm^2., el que se deja caer de 35 cm. de altura. (Fig. 3.2) Todo esto con el objeto de siempre dar al material la misma energía de compactación.

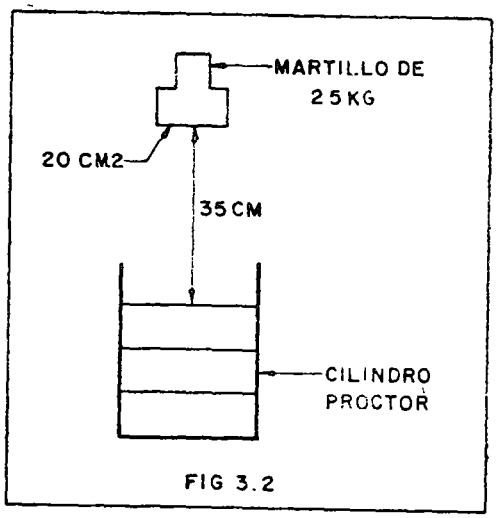


FIG 3.2

d) Se pesa el material y como el volumen es conocido se calcula el peso volumétrico húmedo, simplemente dividiendo el peso del material entre su volumen. Como la humedad es conocida, se resta el peso del agua y se obtiene el peso volumétrico seco para esa humedad.

e) Se repite la prueba varias veces, variando cada vez el grado de humedad, con lo que se obtienen pares de valores Humedad-Peso - Volumétrico seco.

Con estos pares de valores se dibuja la siguiente gráfica. (Fig.3.3)

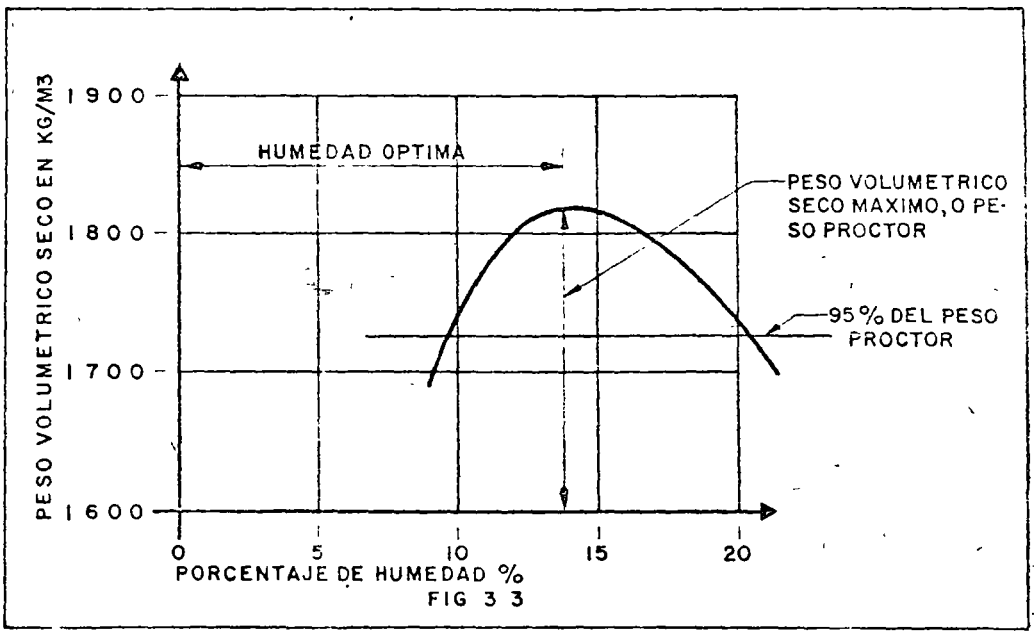


FIG 3 3

Puede observarse que hay un cierto contenido de humedad para el -- cual el peso volumétrico es máximo, este peso se conoce como: "Peso volumétrico Seco Máximo" (P.V.S.M.), ó peso proctor, y el contenido de humedad como humedad óptima.

El diseñador entonces especifica el porcentaje del peso proctor que debe obtenerse en la construcción del terraplén y la humedad óptima.

Por ejemplo: Si el proyectista especifica 95% Proctor en el caso de la gráfica, tenemos: P.V.S.M. = 1820 Kg/M^3.

$$95\ \%\ \text{de P.V.S.M.} = 0.95 \times 1820 = 1729\ Kg/M^3.$$

es decir el constructor debe obtener un peso volumétrico seco mínimo de -- 1729 Kg/M^3 en ese material.

La razón de la existencia de un peso volumétrico máximo es que en-- todos los suelos, al incrementarse su humedad, se les proporciona un medio lubricante entre sus partículas, que permite un cierto acomodo de estas -- cuando se sujetan a un cierto trabajo de compactación. Si se sigue aumentando la humedad, con el mismo trabajo de compactación, se llega a obtener un mejor acomodo de sus partículas y en consecuencia un mayor peso volumétrico, si se aumenta más la humedad todavía, el agua empieza a ocupar el-- espacio que deberían ocupar las partículas del suelo y por lo tanto comienza a bajar el peso volumétrico del material, para el mismo trabajo de compactación.

Por lo tanto, si se aumenta ó disminuye la humedad será necesario-- aumentar el trabajo del equipo de compactación, lo que, en general, no es-- económico.

B).- Proctor Modificada: Conforme fueron aumentando las cargas so-- bre las terracerías por el uso de camiores y aeroplanos cada vez más pesados, se vió la necesidad de desarrollar mayores densidades y resistencias-- en muchos materiales usando mayor trabajo de compactación. Por esta razón

se desarrolló la prueba Proctor modificada.

Para esta prueba se usa el mismo cilindro proctor, pero el material de compacta en 5 capas con un martillo de 4.5 Kg. y cayendo de una altura de 46 cm., dando 25 golpes por capa. (Fig. 3.4)

En todos los aspectos las dos pruebas son semejantes, únicamente el trabajo de compactación se ha incrementado aproximadamente 4.5 veces.

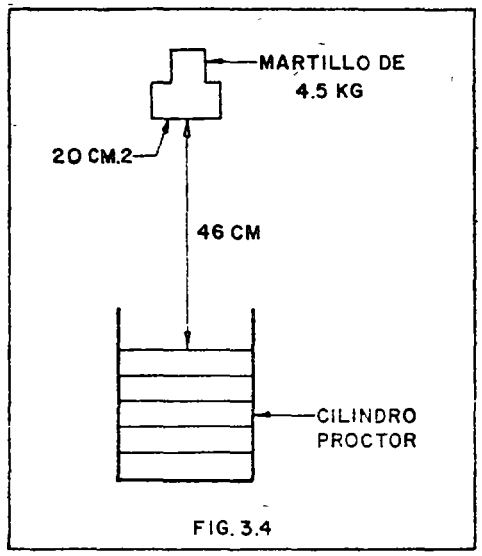


FIG. 3.4

La gráfica siguiente es un ejemplo de la prueba proctor y la prueba proctor modificada efectuadas en el mismo material. (Fig. 3.5)

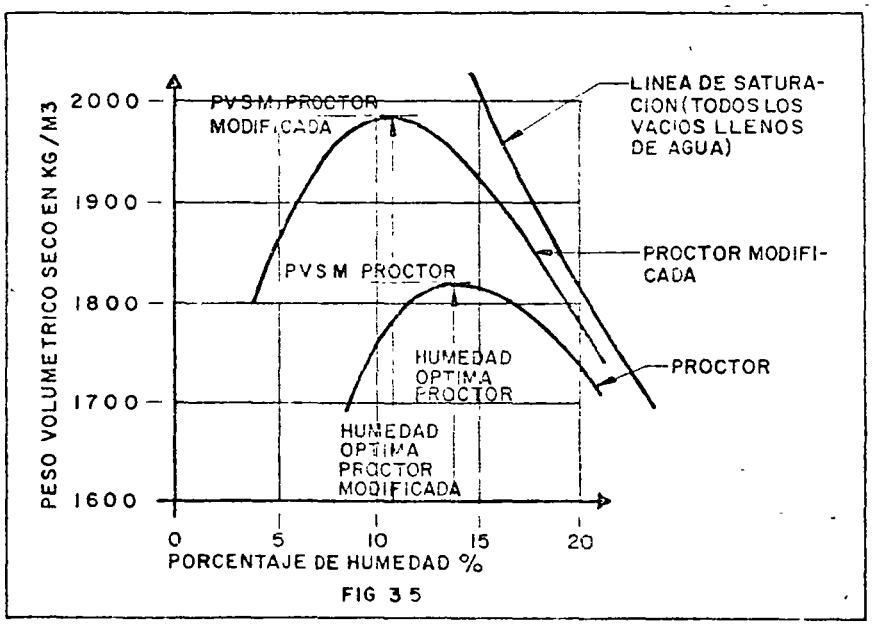


FIG 3 5

Obsérvese en esta gráfica que aunque el trabajo de compactación se ha incrementado 4.5 veces, la densidad solamente se incrementó 9%, y que la humedad óptima disminuyó 3%. Esto último es invariablemente cierto.

C).- Porter: Tanto la prueba Proctor como la Proctor modificada han dado muy buen resultado en suelos cuyos tamaños máximos son de 10 mm. (3/8"), en suelos con partículas mayores el golpe del martillo no resulta uniforme y por lo tanto la prueba puede variar de resultados en un mismo material.

Para obviar esta dificultad se ideó la prueba Porter, que consiste en lo siguiente:

a) Se toma una muestra del material a probar y se seca.
b) Se pasa por la malla de 25 mm. (1") y se determina el porcentaje, en peso, retenido en la malla, si el porcentaje es menor del 15%, se usará para la prueba el material que pasó la malla. Si el porcentaje retenido es mayor del 15% se prepara, del material original, una muestra que pase la malla de 1" y que sea retenida en la malla No. 4, de esta muestra se pesa un tanto igual al peso del retenido, el que se agrega al material que pasó la malla de 1", con este nuevo material se procede a la prueba.
c) A 4 Kg. de la muestra así preparada se le incorpora una cantidad de agua conocida; y se homogeniza con el material.
d) Con este material se llena, en tres capas, un molde metálico de 6" de diámetro por 8" de altura con el fondo perforado. Cada capa se pica 25 veces con una varilla de 5/8" (1.9 cm.) de diámetro por 30 cm. de longitud con punta de bala.
e) Sobre la última capa se coloca una placa circular ligeramente menor que el diámetro interior del cilindro, y se mete el molde en una prensa de 30 tons.
f) Se aplica la carga gradualmente de tal manera que en cinco minutos se alcance una presión de 140.6 Kg/cm^2., la cual debe mantenerse durante un minuto, e inmediatamente se descarga en forma gradual durante un minuto.

Si al llegar a la carga máxima no se humedece la base del molde, la humedad ensayada es inferior a la óptima.

g) Se prosigue por tanteos hasta que la base del molde se humedezca al alcanzar la carga máxima. La humedad de esta prueba es la humedad óptima. Se determina entonces el peso volumétrico seco de la muestra dentro del cilindro, a este peso se le conoce como el "Peso Volumétrico seco Máximo Porter", y que será el peso comparativo para el trabajo de campo.

Por ejemplo: si en la prueba Porter obtuvimos un "Peso Volumétrico-seco Máximo" de 2,000 Kg/m^3, y el diseñador ha pedido el 95% Porter, en la obra tendremos que alcanzar un peso volumétrico seco de: 0.95 x 2,000 = 1,900 Kg/m^3.

4.- METODOS DE CONTROL.

Para medir en la obra si se ha alcanzado el peso volumétrico especificado hay varios métodos:

A) Medida física de peso y volumen.

B) Mediciones nucleares.

C) O t r o s.

A).- Medida Fisica de Peso y Volumen: En cualquiera de los métodos-existentes el principal problema radica en la determinación de la humedad-para poder calcular el peso volumétrico seco en función del peso volumétrico húmedo que es el que se obtiene en las pruebas de campo. Normalmente - se calienta una parte del material hasta secarlo y por diferencia se obtiene la humedad, pero este método es lento y peligroso porque en algunos suelos se altera el peso volumétrico con el calentamiento, debido a la evaporación de partes orgánicas principalmente. Nunca debe llegarse a la calcinación que también puede alterar el peso volumétrico, este método consiste en:

a) Se excava un agujero de 10 a 15 cm. de diámetro, ó un cuadrado de 15 cm por lado, a la misma profundidad de la capa por probar.

b) El material excavado es cuidadosamente recogido y pesado. Se seca para determinar la humedad y el peso volumétrico seco.

c) El volumen del agujero es medido. El método usado generalmente es llenándolo con una arena de peso volumétrico constante que se tiene en un recipiente graduado.

d) Conocidos el peso seco de la muestra y el volumen del agujero, se calcula el peso volumétrico seco de la muestra, que debe ser igual ó mayor que el peso volumétrico seco especificado.

B).- Prueba de Medición Nuclear: Para evitar el tiempo y costo que significa la prueba anterior se han ideado varios métodos, uno de ellos es el Método nuclear, que consiste en un bloque de plomo que contiene un isótopo radioactivo y un tubo geiger. (Fig. 3.6)

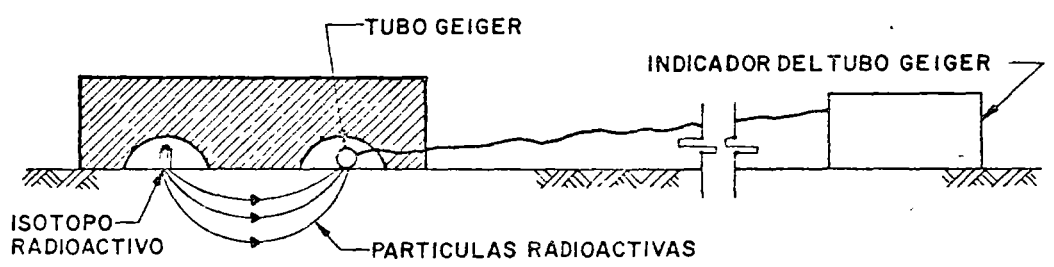


FIG. 3.6

El bloque de plomo se coloca sobre la capa a probar, el número de partículas que llegan al tubo Geiger está en función de la masa del material que tienen que atravesar, es decir, es función del peso volumétrico, entonces la medida del indicador debe compararse con otra medida hecha en una capa que tenga el peso volumétrico especificado.

Estos aparatos necesitan frecuente calibración, no siempre hay una indicación clara cuando el aparato no funciona bien y su exactitud varía con el tipo de suelo.

Estas desventajas, sin embargo son despreciadas por los constructores en grandes trabajos de terracerías, pues el aparato le permite asegurar que una cierta capa ha sido compactada, con un alto grado de confiabilidad, prosiguiendo el trabajo de inmediato con la siguiente capa.

C).- Otros: Como el problema principal es la determinación de la humedad se han desarrollado últimamente algunos métodos entre los que destaca principalmente el denominado "Speedy" (Fig. 3.7), que consiste en colocar un peso conocido de suelo mezclado con carburo de calcio dentro de un recipiente hermético provisto de un manómetro. El carburo reacciona con la humedad del suelo, produciendo gas acetileno y por lo tanto una presión que es registrada en el manómetro el que se puede inclusive graduar en gramos de agua, determinándose rapidamente de esta manera el porcentaje de humedad, y así poder calcular su peso volumétrico seco.

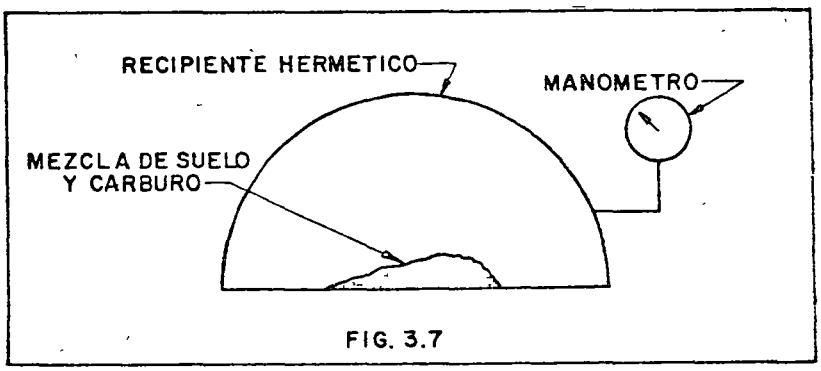


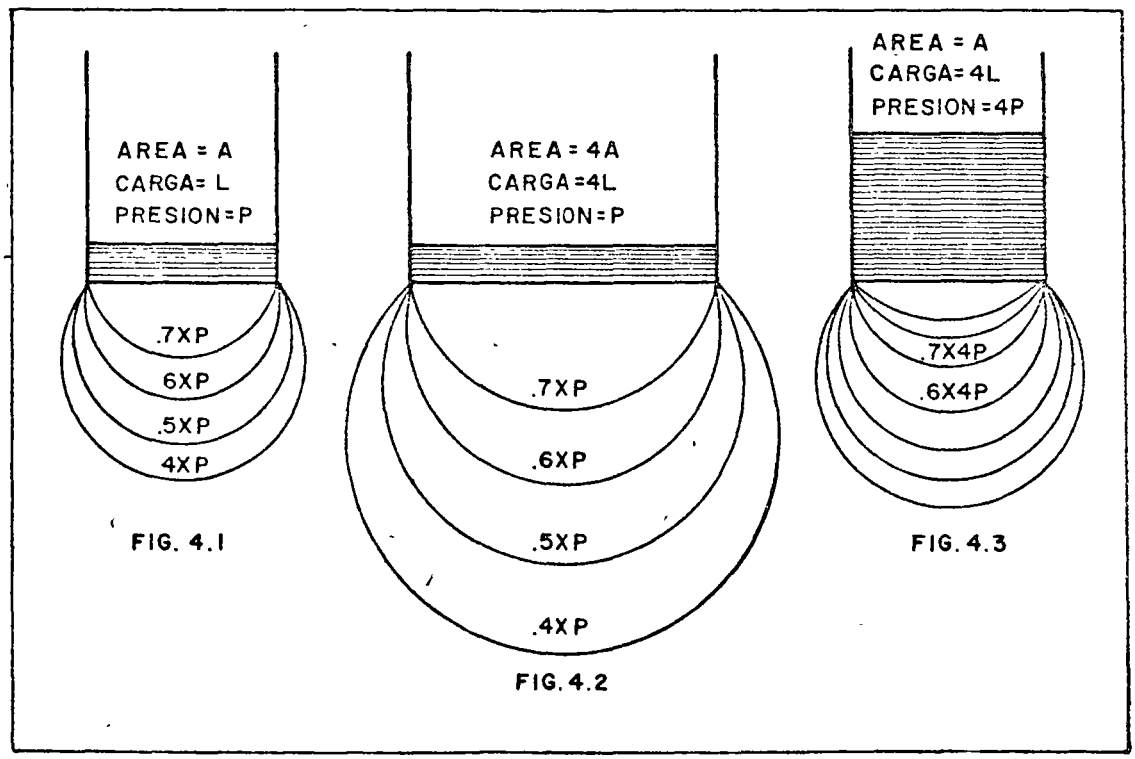
FIG. 3.7

C A P I T U L O IV

TRABAJO DEL EQUIPO DE COMPACTACION

Para comprender mejor la transmisión de los esfuerzos de compre--- sión en un suelo, consideremos una placa rígida, circular, de área "A", - colocada sobre un suelo, a la que se aplica una carga"L",dando una presión de contacto "p". (Fig. 4.1)

En el suelo se desarrollan presiones, si unimos los puntos de igual presión, obtendremos superficies llamadas, bulbos de presión.



Obsérvese lo siguiente:

a) Si aumenta el tamaño de la placa pero la presión permanece constante, incrementando la carga: la profundidad del bulbo de presión aumenta. (Fig. 4.2)

b) Si aumenta la presión, y el área permanece constante. (Fig. 4.3) la profundidad del bulbo no aumenta significativamente, pero la presión, y por lo tanto la energía de compactación, si aumenta.

Si consideramos un cierto equipo de compactación, trabajando capas de un determinado espesor:

De (a) y (b) se deduce que es necesario controlar el espesor de las capas para tener suficiente presión en el suelo para obtener la compactación deseada.

De (b) se deduce que no podemos aumentar significativamente el espesor de la capa de compactación simplemente lastrando excesivamente el equipo.

De (a) se deduce que para aumentar el espesor de la capa, debemos cambiar el equipo por otro que tenga mayor superficie de contacto, aunque la presión permanezca constante.

La Teoría de los bulbos de presión fué desarrollada por Boussinesq para un medio elástico. Para fines prácticos todos los suelos son elásticos y la teoría es razonablemente cierta aún para suelos granulares.

Los esfuerzos mecánicos empleados en la compactación, son una combinación de uno ó más de los siguientes efectos:

1).- PRESION ESTATICA: La aplicación de una fuerza por unidad de área.

2).- IMPACTO: Golpeo con una carga de corta duración, alta amplitud y baja frecuencia.

3).- VIBRACION: Golpeo con una carga de corta duración, alta frecuencia, baja amplitud.

4).- AMASAMIENTO: Acción de amasado, reorientación de partículas-- próximas, causando una reducción de vacíos.

5).- CON AYUDA DE ENZIMAS.

1.- COMPACTACION POR PRESION ESTATICA.

Este principio se basa en la aplicación de pesos más o menos grandes sobre la superficie del suelo.

La acción de este principio de compactación es de arriba hacia abajo, es decir, las capas superiores alcanzan primero mayores densidades que las de abajo.

Este principio de compactación tiene dos inconvenientes en la ob-- tención de una rápida densificación:

A).- Su Acción de Arriba hacia Abajo: El inconveniente de que la - parte superior se compacte primero que la de abajo, es que el esfuerzo compactivo debe atravesar la parte ya compactada, para poder compactar la inferior. Se consume por lo tanto mayor energía de compactación.

También suele suceder que las características granulómetricas del- material varíen, debido a la sobrecompactación de la porción superior de - la capa; dicha sobrecompactación ó exceso de energía compactiva produce -- una fragmentación de partículas.

B).- Fomentar la resistencia de la fricción interna del material,- durante la compactación: Definiendo como fricción interna a la resistencia de las partículas de un suelo para deslizarse dentro de la masa del mismo, se puede juzgar este segundo inconveniente.

Si llamamos (F) a la fuerza aplicada por el compactador y (n) al - coeficiente de fricción interna del material, se puede deducir la reacción (R) de las partículas para deslizarse dentro de la masa de suelo.

$$R = nF$$

A mayor fuerza aplicada mayor la reacción de la fricción interna -- del material, aquí es donde el papel que juega el agua resulta muy impor-- tante, ya que, tendrá efectos lubricantes entre las partículas reduciendo- (n) y por consecuencia a (R).

Para este tipo de compactación es necesario hacer riegos intensivos de agua cuando el material así lo soporte.

2.- COMPACTACION POR IMPACTO .

La compactación por medio de impacto se logra haciendo caer repeti- damente un peso desde una cierta altura.

Cuando una unidad compactadora tiene una frecuencia baja y una am-- plitud grande, la unidad cae dentro de este tipo de compactación.

El principio en que se basa este tipo de compactación es que, cuan- do un cuerpo se levanta una cierta distancia sobre una superficie y se de- ja caer, la presión que ejerce sobre ésta, es varias veces mayor que la -- presión que ejerce el mismo cuerpo estando apoyado estáticamente sobre di- cha superficie.

3.- COMPACTACION POR VIBRACION .

Este principio de compactación es el que últimamente ha tenido ma- yor desarrollo y prácticamente ha invadido todos los materiales por compac tar.

En la mayoría de los tipos de material, la compactación dinámica ó vibratoria, supera en eficiencia a los compactadores estáticos.

Como en la compactación por presión estática, en este tipo de com-- pactación también se aplica una cierta presión, pero al mismo tiempo se so mete al material a rápidos y fuertes impactos ó vibraciones, entre 700 y - 4,000 dependiendo del compactador.

Debido a las vibraciones producidas por el equipo sobre el material, la fricción interna de éste, desaparece momentáneamente, propiciando el --

acomodo de las partículas.

Esto se puede demostrar mediante el experimento de girar una perforadora de álabes dentro de un recipiente que contenga arena ó grava, primero en estado estático y luego colocando el recipiente sobre una placa vibratoria.

La vibración multiplica la movilidad interna del material en forma contundente; en suelos de granulometría gruesa la movilidad dinámica es de 10 a 30 veces mayor que la movilidad estática.

La experiencia sueca nos proporciona la siguiente tabla:

Material	Contenido de agua %	Momento Resistivo (Kg-cm) En Reposo	Con Vibraciones
Grava	0	1700	40
Arena	10	600	45
Limo	12	150	25

La compactación por vibración tiene un efecto de penetración como el sonido, el cual también es dinámico, pero tiene una frecuencia mayor y audible; este tipo de compactación evita los efectos de arco y disminuye la fricción interna del material permitiendo que las fuerzas compactivas trabajen a mayor profundidad y a mayor anchura.

Con este principio de compactación las partículas de material se ven sujetas a presión estática y a impulsos dinámicos de las fuerzas vibratorias, con lo cual se logra una compactación con menor esfuerzo.

La densificación de un material por medio de compactadores vibratorios es de abajo hacia arriba.

VENTAJAS DE LA COMPACTACION POR VIBRACION.

a) Es posible compactar a más altas densidades; facilita la obtención de los últimos porcientos del grado de compactación que son tan difíciles de obtener, y a veces imposibles de obtener, con -

compactadores estáticos.

b) Permite el uso de compactadores más pequeños.

c) Se puede trabajar sobre capas de material de mayor espesor.

d) Permite hacer trabajos más rápidos por menor número de pasadas.

e) Por las razones anteriores los costos de compactación resultan más económicos.

4.- COMPACTACION POR AMASAMIENTO.

Amasar en este caso puede confundirse con exprimir, es decir el efecto de una pata de cabra al penetrar en un material ejerce presión hacia todos lados, obligando al agua y/o al aire a salir por la superficie.

La compactación por este principio se lleva a cabo de abajo hacia arriba; es decir las capas inferiores se densifican primero y las superiores posteriormente. Por esto se dice que un rodillo pata de cabra emerge o sale cuando el material se encuentra compactado debidamente.

Los rodillos pata de cabra se emplean fundamentalmente en materiales cohesivos; en cambio su efectividad es casi nula en materiales granulares.

5.- COMPACTACION CON LA AYUDA DE ENZIMAS.

Mediante la adición de productos enzimáticos en el agua de compactación, se ha pretendido obtener, en combinación con algún otro esfuerzo compactador mecánico, la densificación más rápida de los materiales.

Según la definición de Sumner o Somers una enzima es: "cierta substancia química-orgánica que está formada por plantas, animales y microrganismos, capáz de incrementar la velocidad de transformación química del medio donde se encuentra, sin que sea consumida por ello en este proceso, llegando a formar parte del conjunto".

Según los fabricantes de enzimas para compactación, esta se logra mediante una reacción química de ionización de los componentes orgánicos e inorgánicos del terreno, permitiendo que esta reacción origine una fusión-

molecular progresiva, lo que trae por consecuencia que las partículas del suelo se agrupen y se transformen en una masa compacta y firme.

Se hace hincapié en que el agregar productos enzimáticos al agua de compactación no densificará al material tratado, sino que es necesario --- aplicar esfuerzo compactivo adicional; es decir, se usará algún equipo compactador y agua con enzimas, con lo cual puede reducirse el tiempo de compactación.

C A P I T U L O V

EQUIPO DE COMPACTACION

TIPOS DE COMPACTADORES.

Hay una gran variedad de equipos de compactación, se describirán--- sus características básicas:

1- RODILLOS METALICOS.

Un rodillo metálico utiliza solamente presión estática con un mínimo de manipulación en materiales plásticos.

Cuando estos rodillos inician la compactación de una capa el área - de contacto es más ó menos ancha y se forma un bulbo de presión de una --- cierta profundidad, conforme avanza la compactación, el ancho del área de- contacto se reduce, y por lo tanto también se reduce la profundidad del -- bulbo de presión y aumentan los esfuerzos de compresión en la cercanía de- la superficie. (Fig. 5.1). Estos esfuerzos son con frecuencia suficientes- para triturar los agregados en materiales granulares, e invariablemente -- causan la formación de una costra en la superficie de la capa (encarpeta-- miento).

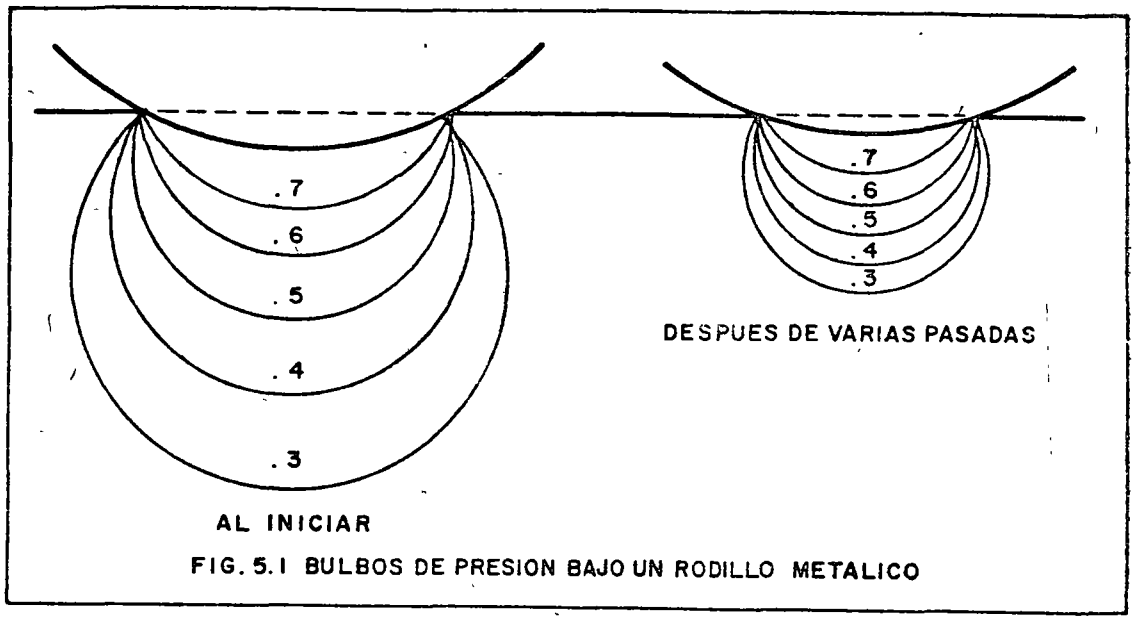


FIG. 5.1 BULBOS DE PRESION BAJO UN RODILLO METALICO

Si a esto se agrega la costumbre de hacer riegos adicionales durante la compactación, para compensar la evaporación, en una capa en donde la penetración del agua es difícil por la misma compacidad del material llegaremos a un estado de estratificación de la humedad, en este momento la formación de la costra es inevitable.

También es costumbre más ó menos generalizada, el sobre lastrar estos equipos cuando no se está obteniendo la compactación, para aumentar la penetración y la profundidad del bulbo de presión, esto generalmente tiene como consecuencia el sobre esforzar la superficie.

Un rodillo metálico, no compacta pequeñas áreas suaves, debido a -- que la rigidez de la rueda las puentea, estas áreas suaves se presentan -- con frecuencia en terracerías debido a la irregularidad de la capa.

Dentro de este grupo se puede hacer la división siguiente:

A) Planchas Tandem.- Son aquellas que tienen dos o tres rodillos -- metálicos paralelos. Los rodillos son generalmente huecos para ser lastrados con agua y/o arena. Tienen generalmente dos números por nomenclatura. El primero es el peso de la máquina sin lastre y el segundo es el peso de la máquina lastrada totalmente. (Fig. 5.2)

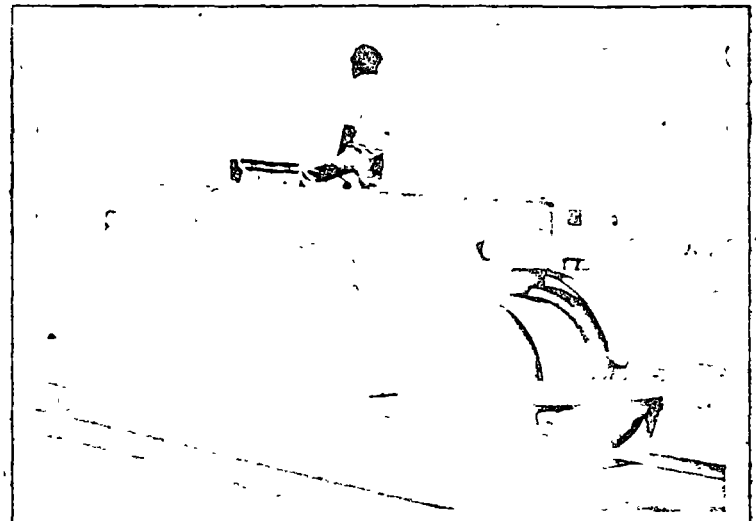


FIG. 5.2 PLANCHA EN TANDEM

B) Planchas de Tres Ruedas.- Son quizás las de más antiguo diseño;- estas planchas tienen dos ruedas traseras paralelas y una rueda delantera; las ruedas pueden ser huecas para ser lastradas ó formadas por placas de - acero roladas con atiesadores. (Fig. 5.3)

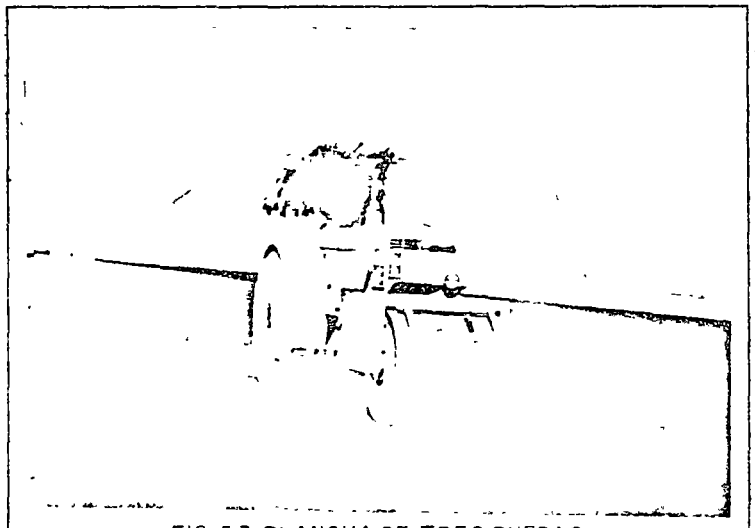


FIG 5 3 PLANCHA DE TRES RUEDAS

Las planchas tandem, a pesar de que son generalmente de menor peso- que las de tres rodillos, suelen tener mayor compresión por centímetro ---

lineal de generatriz que las de tres rodillos, por tener menor superficie de contacto con el material.

Tanto las planchas tandem como las de tres rodillos, tienen bajas velocidades de operación y poca seguridad al compactar las orillas de terraplenes altos.

Son efectivas en suelos de naturaleza granular donde su efecto triturador puede ser necesario; su efectividad se ve mermada en materiales granulo plásticos, donde se tiende a un encarpetamiento; en materiales plásticos o cohesivos no tienen gran aplicación.

Resumiendo, puede decirse que estas máquinas por su lentitud y poca profundidad de acción, han perdido terreno en la compactación de grandes movimientos de tierra; también en algunas aplicaciones específicas que tienen estos equipos como la compactación de carpetas asfálticas, van siendo desplazadas por otras máquinas compactadoras.

2.- RODILLOS NEUMATICOS.

Los rodillos neumáticos son muy eficientes y a menudo esenciales para la compactación de sub-bases, bases y carpetas, sus bulbos de presión son semejantes a los de los rodillos metálicos, pero el área de contacto permanece constante por lo que no se produce el efecto de reducción del bulbo. Por otra parte, el efecto de puenteo del rodillo metálico, sobre zonas suaves, se elimina con llantas de suspensión independiente.

Estos compactadores pueden ser jalados ó autopropulsados.

Se pueden dividir conforme al tamaño de sus llantas en:

A) De llantas pequeñas

B) De llantas grandes.

A) DE LLANTAS PEQUEÑAS.- Generalmente tienen dos ejes en tandem y el número de llantas puede variar entre 7 y 13. El arreglo de las llantas

es tal que las traseras traslapan con las delanteras. (Fig. 5.4)

Algunos de estos compactadores tienen montadas sus ruedas en forma tal que oscilan o "bailan" al rodar, lo que aumenta su efecto de amasamiento.

Estos compactadores proporcionan una presión de contacto semejante a la proporcionada por equipos de mayor peso y llantas grandes, tienen mayor maniobrabilidad, no empujan mucho material adelante de ellos, tienen poca profundidad de acción y poca flotación en materiales sueltos.

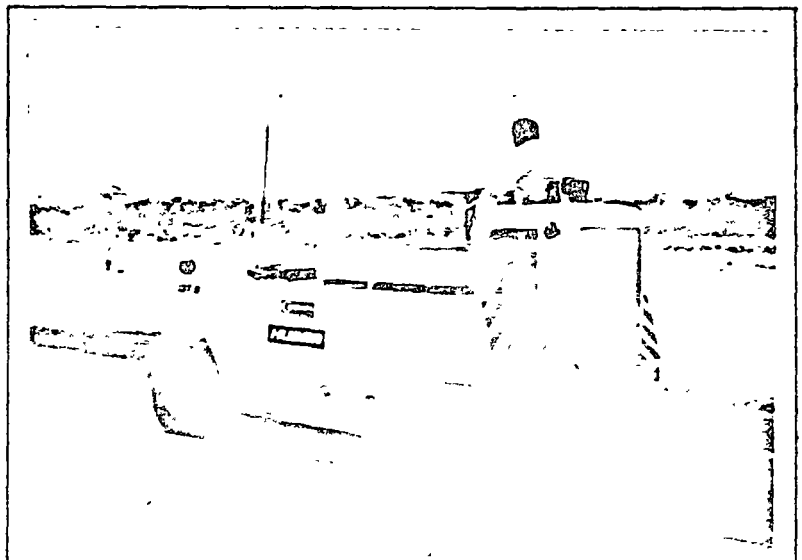


FIG 5.4 RODILLO NEUMATICO

B) DE LLANTAS GRANDES.- Son generalmente arrastrados por tractor y pesan de 15 a 50 tons. Tienen 4 ó 6 llantas en un mismo eje. Su costo horario es generalmente caro por el tipo de tractor que se utiliza para arrastrarlos.

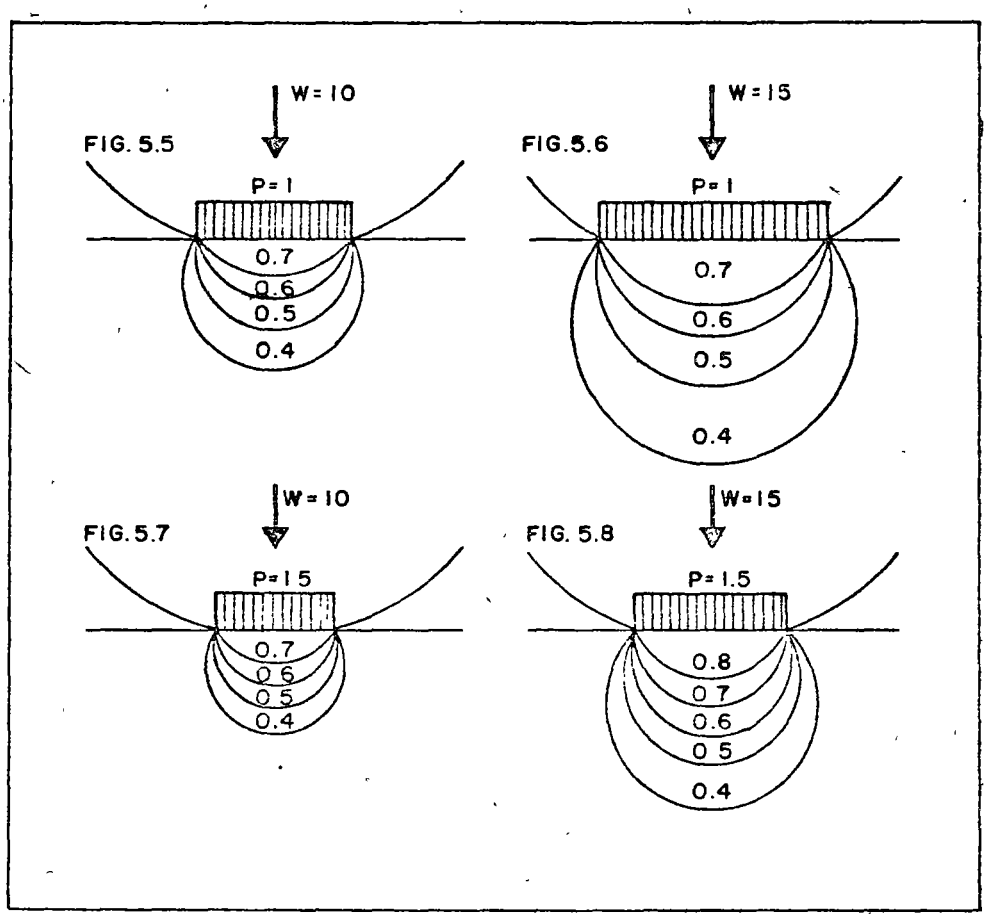
Su mejor aplicación es usarlos como compactadores de prueba.

Los dos factores más importantes que intervienen en este tipo de compactadores son:

a) Peso total.- Dependiendo del número total de llantas y del sistema de suspensión del compactador se puede conocer el peso o fuerza aplica

da por llanta. A mayor peso total, mayor carga por llanta, en caso de tratarse de una suspensión isostática.

b) La presión de inflado es importante, pero está ligada íntimamente a la carga de la llanta. Si "W" es el peso del compactador, y "p" es la presión de contacto: (Fig. 5.5)



Podemos observar que si aumentamos el peso sin aumentar la presión (Fig. 5.6), aumentamos la profundidad del bulbo, pero no aumentamos la presión, ésto nos permitiría trabajar capas relativamente mayores, pero el aumento de eficiencia es casi nulo, y las llantas durarán menos pues estamos aumentando el trabajo de deformación de la llanta.

Si aumentamos la presión sin aumentar la carga (Fig. 5.7) disminuimos la profundidad del bulbo de presión, y podemos llegar a encarpetar la capa. Esto puede ser eficiente si la capa es delgada como suele serlo en -

bases y sub-bases.

Si aumentamos el peso y la presión, (Fig. 5.8) estamos aumentando la presión efectiva sobre la capa y por lo tanto el trabajo de compactación sobre la capa, sin embargo esto nos puede disminuir la vida útil de las llantas y del equipo.

En el concepto moderno de un compactador neumático la carga sobre la llanta y la presión de inflado, deben ser las adecuadas para dar la presión de contacto suficiente para ejercer el esfuerzo requerido de compactación (es aconsejable no alejarse mucho de las recomendaciones del fabricante).

Por la razón anterior los fabricantes de equipo progresistas han provisto, a sus máquinas con implementos para variar rápidamente la presión de inflado de sus equipos.

Las presiones de inflado usuales son del orden de 50 psi, para compactadores pequeños (hasta 10 tons) y puedan llegar hasta 80 psi en compactadores grandes. (de 10 a 60 tons.)

La presión de inflado no es igual a la de contacto ya que interviene (en mucho) la rigidez de la llanta inflada.

Tienen aplicaciones especializadas como la compactación del terreno natural en aeropuertos (grandes extensiones, terreno plano, alto grado de compactación, fácil acceso, etc.), tienen gran utilidad para sellar las capas superiores, con lo que se logra una buena impermeabilidad.

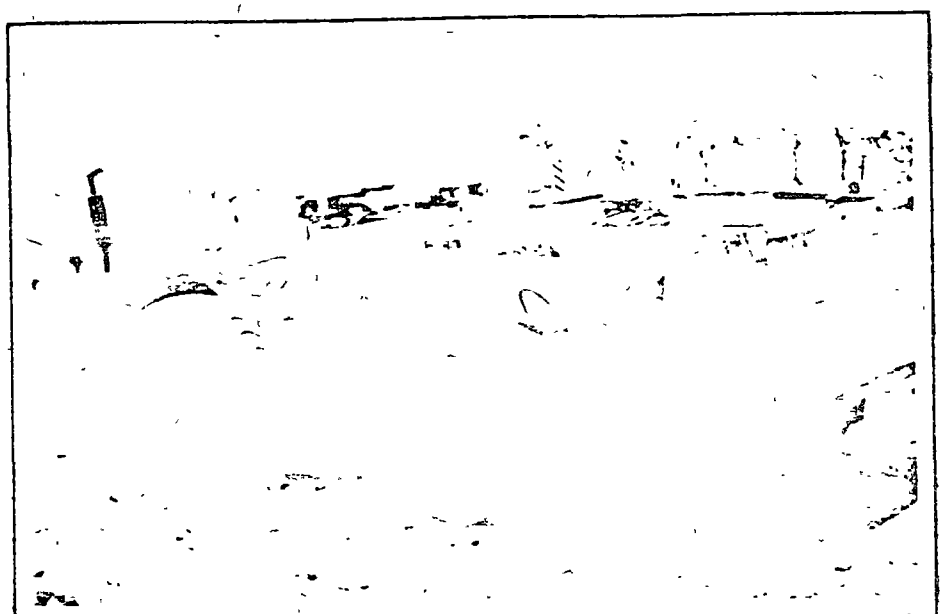


FIG 5.9 COMBINACION DE RODILLOS METALICO Y NEUMATICO (DUO-PACTOR).

3.- RODILLOS PATA DE CABRA .

Son ahora raramente usados, excepto [illegible] amiento y compactación de arcillas donde las estratificación debe ser eliminada como en el corazón impermeable de una presa. Debido a la pequeña área de contacto de una pata y al alto peso de éstos equipos el bulbo de presión es intenso y poco profundo. La compactación se consigue por penetración y amasamiento más que por efecto del bulbo de presión. (Fig. 5.10)

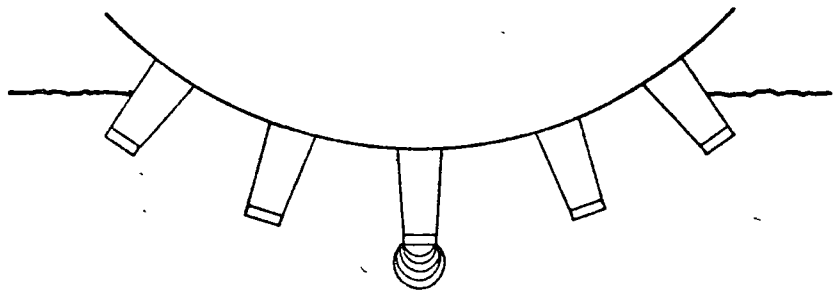


FIG 5.10 BULBO DE PRESION BAJO UNA PATA DE CABRA

Los rodillos pata de cabra son lentos, tienen una gran resistencia al rodamiento, por lo que consumen mucha potencia. Este equipo es todavía

pedido en especificaciones algunas veces pero su uso está declinando debido a los altos costos que tienen, usualmente por unidad de volumen compactado. (Fig. 5.11)

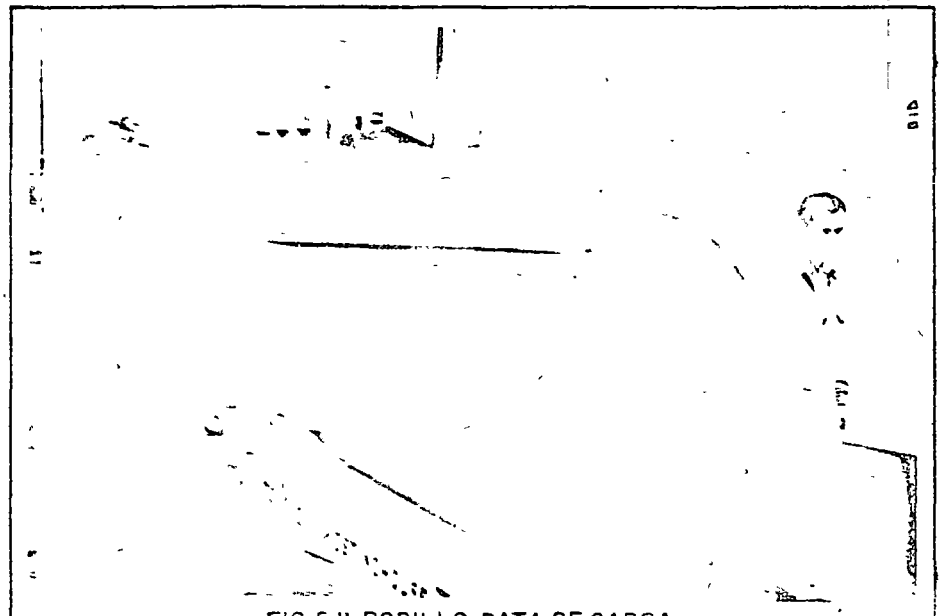


FIG 5 11 RODILLO PATA DE CABRA

4.- RODILLO DE REJA.

Este compactador fué desarrollado originalmente para disgregar y compactar rocas poco resistentes a la compresión, como rocas sedimentarias y algunas metamórficas, para hacer caminos de penetración transitables todo el año.

El rodillo transita sobre la roca suelta sobre el camino, rompiéndola y produciendo finos que llenan los vacíos formando una superficie suelta y estable. Como una guía la roca que se puede escarificar también se puede disgregar.

Al ser usado este equipo se encontró que era capaz de compactar a alta velocidad una gran variedad de suelos. Los puntos altos de la reja producen efecto de impacto, y cuando es remolcado a alta velocidad, produce efecto de vibración, efectivo en materiales granulares. El pérfil alternado alto y bajo de la rejilla produce efecto de amasamiento por lo que

este rodillo también es eficiente en materiales plásticos. Desafortunadamente, como los materiales plásticos suelen ser pegajosos, se atascan de material los huecos de la reja y se reduce la eficiencia. (Fig. 5.12)

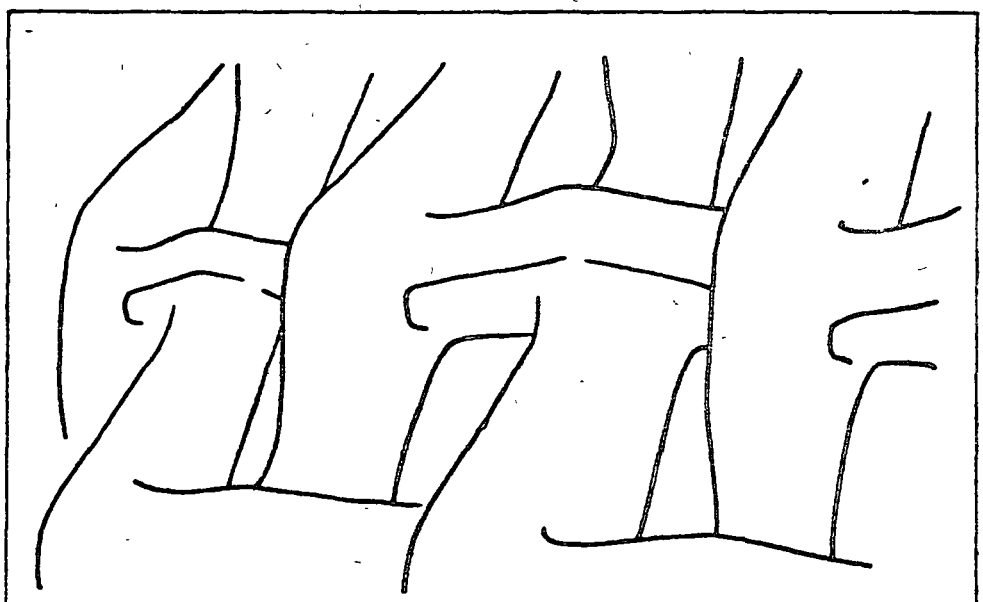


FIG. 5.12 CONFIGURACION DE LA REJA

Estos rodillos, debido a su misma configuración no pueden dejar una superficie tersa como puede ser una base de una carretera.

5.- RODILLO DE IMPACTO. (TAMPING ROLLER).

A causa de los problemas de limpieza del rodillo de reja, se diseñó un nuevo rodillo usando los mismos principios: el rodillo de impacto, este es un rodillo metálico, en el que se han fijado unas salientes en forma aproximada de una pirámide rectangular truncada. (Fig. 5.13)

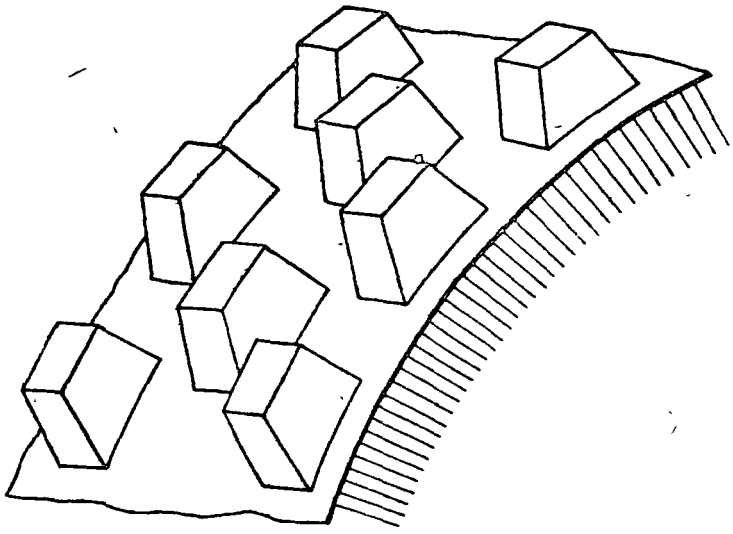


FIG. 5.13 SECCION DE UN RODILLO DE IMPACTO, MOSTRANDO LA DISTRIBUCION Y FORMA DE LAS PIRAMIDES

Estas pirámides no son de la misma altura pues hay unas más altas que otras, siguiendo el modelo de puntos altos y bajos del rodillo de reja, esto le dá las mismas ventajas, pudiéndose limpiar fácilmente por medio de dientes sujetos al marco.

Estas salientes han sido diseñadas de tal manera que el área de contacto se incrementa con la penetración, ajustándose automáticamente la presión a la resistencia del suelo compactado. (Fig. 5.14)

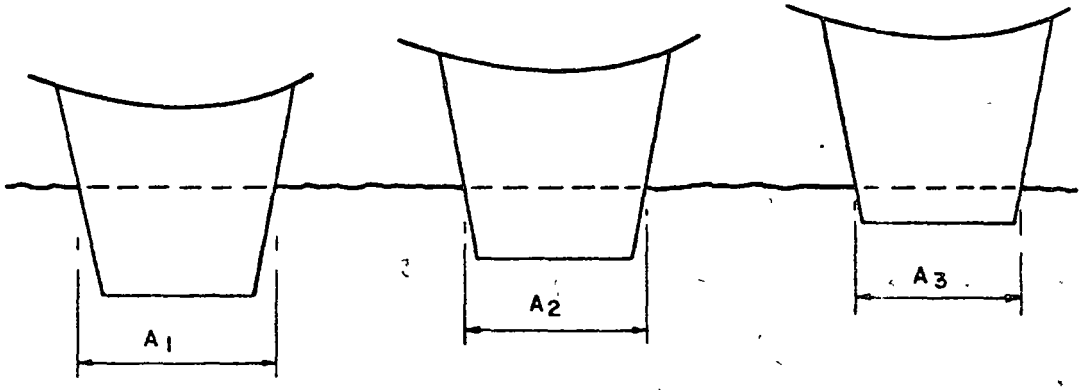


FIG. 5.14 AJUSTE DEL AREA DE APOYO

El diseño contempla también una fácil entrada y salida a la capa, lo que disminuye la resistencia al rodamiento.

Estos rodillos han probado ser muy eficientes y eliminan estratificación en los terraplenes, esto es importante en corazones impermeables de presas.

Cuando un rodillo de impacto empieza una nueva capa, que no sea mayor de 30 cm. los bulbos de presión y las ondas de impacto proveen suficiente amasamiento con la capa inferior para eliminar la estratificación que ocurre con cualquier otro compactador excepto la pata de cabra.

El rodillo de impacto ha probado ser uno de los más versátiles y económicos compactadores en terracerías, capaz de compactar eficientemente la mayor parte de los suelos. (Fig. 5.15)

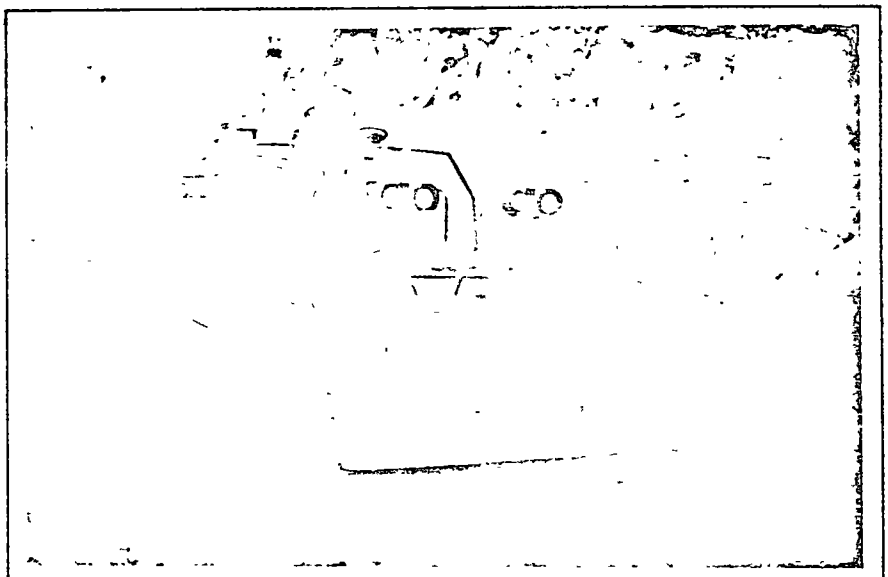


FIG 5 15 RODILLO DE IMPACTO (TAMPING-ROLLER)

6.- RODILLOS VIBRATORIOS .

Estos rodillos funcionan disminuyendo temporalmente la fricción interna del suelo. Como en los suelos granulares (gravas y arenas) su resistencia depende principalmente de la fricción interna (en los suelos plásticos depende de la cohesión), la eficiencia de estos rodillos está casi li-

mitada a suelos granulares.

La vibración provoca un reacomodo de las partículas del suelo que-- resulta en un incremento del peso volumétrico, pudiendo alcanzar espesores grandes de la capa (0.80 m).

Estos rodillos pueden producir un gran trabajo de compactación en - relación a su peso estático ya que la principal fuente de trabajo es la -- fuerza dinámica de compactación. (Fig. 5.16)

Buscando extender ventajas a suelos cohesivos se han desarrollado - rodillos pata de cabra vibratorios, en los que la fuerza y la amplitud de- la vibración se han aumentado, y se ha disminuido la frecuencia. Con el - mismo objeto se han acoplado dos rodillos vibratorios, "fuera de fase", a un marco rígido para obtener efecto de amasamiento.

Estos rodillos se clasifican por su tamaño, pequeños hasta 9,000 kg. de fuerza dinámica y grandes de más de 9,000, pudiendo llegar hasta 20,000 Kg. ó más. Los grandes pueden llegar a sobreesforzar suelos débiles por - lo que hay que manejarlos con cuidado.

Todos los vibradores deben de manejarse a velocidades de 2.5 a 5 -- Km/h. Velocidades mayores no incrementan la producción, y con frecuencia - no se obtiene la compactación.

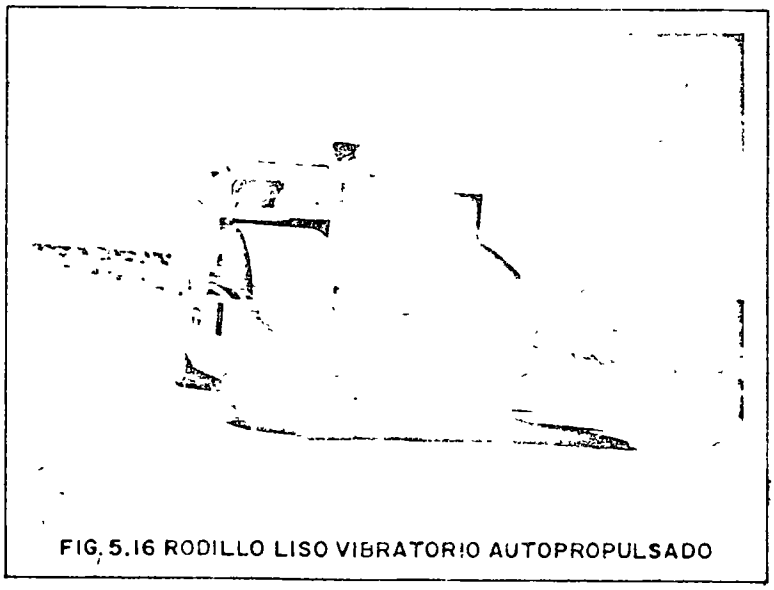


FIG. 5.16 RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO

C A P I T U L O VI

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COMPACTACION

Los factores que primordialmente influyen en la obtención de una compactación económica son:

1) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MATERIAL
2) GRANULOMETRIA DEL MATERIAL
3) NUMERO DE PASADAS DEL EQUIPO
4) PESO DEL COMPACTADOR
5) PRESION DE CONTACTO
6) VELOCIDAD DEL EQUIPO COMPACTADOR
7) ESPESOR DE CAPA.

1) CONTENIDO DE HUMEDAD. El agua tiene en el proceso de compactación, el papel de lubricante entre las partículas del material. Una falta de humedad exigirá mayor esfuerzo compactivo, así como también lo exigirá un exceso de la misma.

Debe recordarse que todo material tiene un contenido óptimo de humedad, para el cual se obtiene, bajo una cierta energía de compactación, una densidad máxima.

El agua, entonces, facilita el trabajo de compactación.

2) GRANULOMETRIA DEL MATERIAL. Para la obtención de una eficiente compactación es necesario, que haya partículas de varios tamaños en el material por compactar, ya que las partículas de menor tamaño ocuparán los espacios formados entre partículas de mayor tamaño.

Un material que contenga partículas de un solo tamaño será dificilmente compactado; sólo a través de un enérgico esfuerzo de compactación, el que provocará la fragmentación de las partículas, podrá ser densificado.

Es oportuno hacer notar aquí, que la forma de las partículas también tiene importancia en la compactación. Materiales con partículas de forma angulosa son generalmente más fácilmente compactados por sus acuñamiento, que materiales con partículas redondeadas.

3) NUMERO DE PASADAS. El número de pasadas que un equipo deba dar sobre un material dependerá de: (Fig. 6.1)

A) Tipo de compactador

B) Tipo de material

C) Contenido de humedad

D) Forma en que se aplique la presión al material.

E) Maniobrabilidad del equipo.

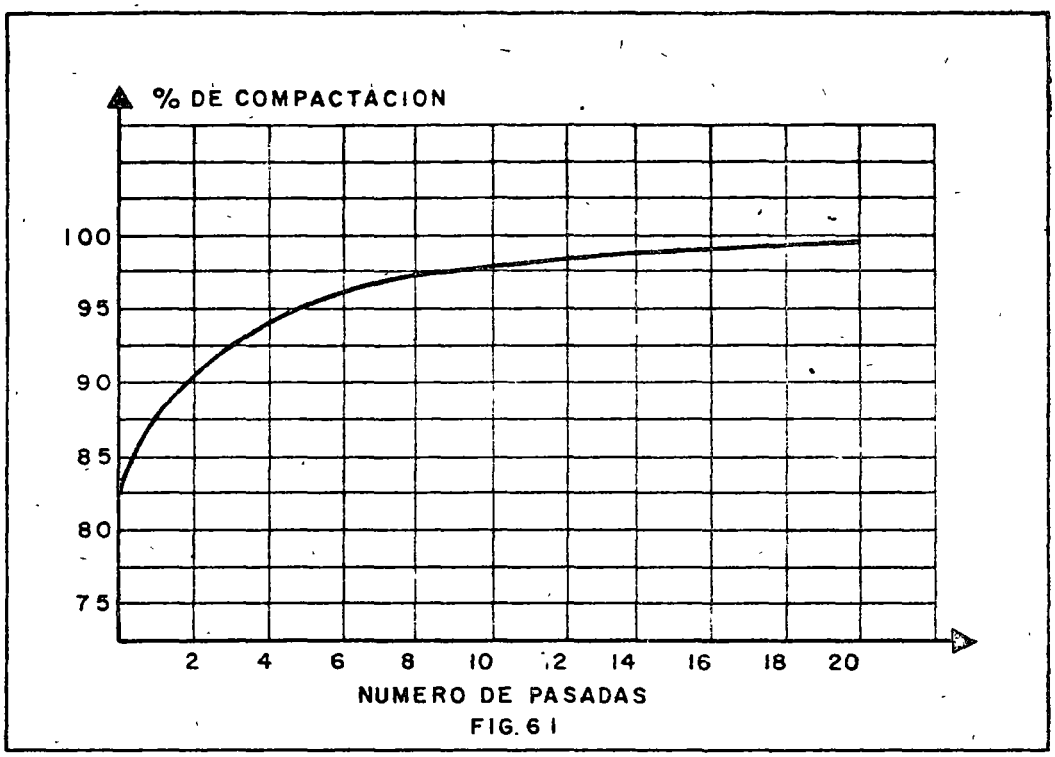


FIG. 61

4) PESO DEL COMPACTADOR. La presión ejercida sobre el material dependerá, en parte, del peso del equipo de compactación.

5) PRESION DE CONTACTO. Más que el peso del compactador importa la presión de contacto; ésta depende de:

A) Tipo de material

B) Estado del material (Suelto ó Semicompacto).

C) Area expuesta por el compactador

D) Presión de inflado en el caso de un equipo sobre neumáticos.

E) Peso del compactador.

F) Temperatura del material tratándose de mezclas asfálticas.

Los fabricantes de equipo de compactación se han preocupado por que sus máquinas ejerzan presiones de contacto uniformes, lo cual han logrado mediante suspensiones isostáticas.

Es necesario hacer hincapié, que resulta de mayor importancia la -- presión de contacto de un compactador, que el peso del mismo.

Por ejemplo un compactador muy pesado necesita de un mayor número de llantas ó de llantas más grandes, con lo cual, el área de contacto entre el compactador y el material se incrementa, resultando la presión de contacto, similar a la de un compactador normal con menos llantas o llantas menores.

6) VELOCIDAD DEL EQUIPO. De la velocidad de traslación del compactador y del número de pasadas, dependerá la habilidad de producción de un determinado equipo.

El equipo de compactación debe ser de una eficiencia tal, que no interfiera con el veloz equipo de depósito de material.

En virtud de que el equipo para movimiento de tierras se ha mejorado en tamaño, rapidez y eficiencia, así también los equipos de compactación se han modificado para poder mantenerse a un nivel de producción semejante.

La maniobrabilidad de un equipo compactador influye definitivamente en la velocidad del equipo.

7) ESPESOR DE CAPA. El espesor de capa por compactar dependerá esencialmente de:

A) Tipo de material
B) Humedad en el material
C) Tipo de compactador
D) Grado de compactación especificado.

Para determinar cual es el espesor de capa, de un cierto material, que puede compactar un equipo determinado, se puede uno referir al método del bulbo de presión.

Suponiendo que se quiere compactar, con un determinado equipo, un material que con una presión de 2.7 Kg/cm^2. se densifica correctamente. tratemos de encontrar el espesor de capa.

$$\text{presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Area}}$$

Se supone una área circular de contacto = $3.14\ e^2$.

La fuerza es el peso por llanta del compactador = F.

La presión de contacto es:

$$p_o = \frac{F}{3.14\ e^2}.$$

De donde:

$$e = \sqrt{\frac{F}{3.14\ p_o}}$$

Suponiendo F = 1800 Kg. y p_o = 9 Kg/cm².

$$e = \sqrt{\frac{1800\ \text{Kg.}}{3.14 \times 9}} \doteq 8\ \text{cm.}$$

Recurriendo a los factores de influencia para diferentes profundidades de la teoría de Boussinesq obtenemos:

Profundidad	Factor de Influencia	Presión
e = 8 cm.	$p_1 = 0.6\ p_o$	$P_1 = 5.4$ Kg/cm²
2e = 16 cm.	$p_2 = 0.3\ p_o$	$p_2 = 2.7$ Kg/cm²
3e = 24 cm.	$p_3 = 0.15\ p_o$	$p_3 = 1.35$ Kg/cm²
4e = 32 cm.	$p_4 = 0.09\ p_o$	$p_4 = 0.81$ Kg/cm²

De lo anterior se concluye que para un material que requiere 2.7 Kg/cm². de presión para ser compactado eficientemente con un compactor de 1800 Kg. de carga por rueda y una presión de contacto de 9 Kg/cm². se puede usar un espesor de capa de 16 cm.

C A P I T U L O VII

SELECCION DE COMPACTADORES

La selección del compactador más adecuado no siempre es sencilla, ya que depende de muchos factores: tipo de suelo, tipo de trabajo, método de movimiento de tierras, compatibilidad con equipo de otras actividades, compactadores disponibles, continuidad de trabajo, al final de este capítulo se da una tabla de selección que se intenta como guía únicamente, pero en la selección final deben hacerse intervenir, cuando menos, los factores mencionados. Es frecuente la combinación de varios equipos que combinen los diferentes efectos de compactación.

Los factores mas importantes que deben tomarse en cuenta para esta selección son:

1) Tipo de Material
2) Tamaño de la Obra
3) Requerimiento especiales.

1) TIPO DE MATERIAL.

Los materiales de granulometría gruesa son los más apropiados para-

compactar por el método dinámico.

Arenas, gravas y piedra triturada son eficientemente compactadas con este método.

Para estos tipos de material se usan con éxito los compactadores vibratorios lisos arrastrados ó autopropulsados.

Bases y sub-bases que pueden compactar al 95%, en espesores de 20 a 25 cm. en 3 ó 4 pasadas de un rodillo vibratorio de 4600 Kg. de peso y con una frecuencia de 1500-1800 vibraciones por minuto.

Para la compactación de limos se puede usar el rodillo liso vibratorio en caso de contener un 35 % de arena. El rodillo pata de cabra vibratorio resulta adecuado para la compactación de limos que contengan arcilla.

Para materiales arcillosos o arcilla se usa el rodillo pata de cabra vibratorio ó un rodillo de impacto. Habrá que vigilar la humedad del material, como en cualquiera otro de los métodos, cuando se trate de arcillas.

2) TAMAÑO DE LA OBRA.

Dependiendo del tamaño de la obra y habiendo ya seleccionada el tipo de compactador adecuado para el material por compactar, se puede determinar, el número de compactadores necesarios para cumplir con el plazo estipulado.

3) REQUERIMIENTOS ESPECIALES.

Existen casos en que por requerimientos especiales es necesario decidir por un determinado tipo de compactador. Cuando se exige una superficie determinada ó altos grados de compactación será necesario escoger al compactador adecuado.

Debemos tener en mente que, en la construcción pesada, la inversión en equipo es cuantiosa y que éste se adquiere usualmente fuera del país, -

por lo que es muy importante pesar cuidadosamente todas las posibilidades para poder escoger la máquina más eficiente; esto es, el menor número posible de unidades para un trabajo determinado.

C A P I T U L O VIII

REGLAS A SEGUIR EN CASO DE TENER PROBLEMAS CON LA COMPACTACION

¿ Qué hacer cuando el control nos indica una falla ?

Esta pregunta la vamos a contestar por medio de diagramas lógicos, que siguen a continuación, en los que intenta, en forma general, mostrar un camino lógico para un análisis formal.

En estos diagramas se usan los siguientes símbolos:

 = Un hecho ó una acción.

 = Una alternativa.

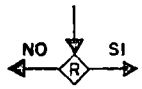
 = Pasa al punto X

 = El punto X

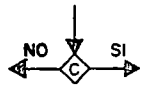
SELECCION DE COMPACTADORES

TIPO DE MATERIAL			RODILLO DE REJA	RODILLO DE IMPACTO	PATA DE CABRA	RODILLO VIBRATORIO	PATA DE CABRA VIBRADOR	RODILLO METALICO	RODILLO NEUMATICO
ACABADOS DE CAMINOS Y BASES Y SUB-BASES		ACABADO DE SUPERFICIES ASFALTICAS						●	●
		BASES ASFALTICAS				●		○	●
		BASES GRANULARES				●		X	○
		SUB-BASES GRANULARES				●		X	○
ROCAS		ROCA CON FINOS	●	○		X			
GRAVAS LIMPIAS	GW	GRAVAS BIEN GRADUADAS, MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA CON POCO O NADA DE FINOS	●	○		●			
	GP	GRAVAS MAL GRADUADAS, MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA CON POCO O NADA DE FINOS	●	○		●			
GRAVAS CON FINOS	GM	GRAVAS LIMOSAS, MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y LIMO	●	●		●	●		
	GC	GRAVAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA	○	●		●	○		
ARENAS LIMPIAS	SW	ARENAS BIEN GRADUADAS, ARENA CON GRAVA, CON POCO O NADA DE FINOS	●	○		●			
	SP	ARENAS MAL GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA CON POCO O NADA DE FINOS	●			●			
ARENAS CON FINOS	SM	ARENAS LIMOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y LIMOS	○	●		○	○	X	○
	SC	ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y ARCILLA	X	●		○	X	X	○
ARCILLAS Y LIMOS	ML	LIMOS INORGANICOS, POLVO DE ROCA, LIMOS ARENOSOS O ARCILLOSOS LIGERAMENTE PLASTICOS	X	●		○	●	X	○
	CL	ARCILLAS INORGANICAS DE BAJA O MEDIA PLASTICIDAD, ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS POBRES	X	●	○	X	●	X	●
	OL	LIMOS ORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD	X	○	○	X	●	X	●
	MH	LIMOS INORGANICOS, LIMOS MICACEOS O DIATOMACEOS, LIMOS ELASTICOS		●	○	X	●	X	○
	CH	ARCILLAS INORGANICAS DE ALTA PLASTICIDAD, ARCILLAS FRANCAS		●	○	X	●		○
	OH	ARCILLAS ORGANICAS DE MEDIA O ALTA PLASTICIDAD, LIMOS ORGANICOS DE MEDIA PLASTICIDAD		●	○	X	●		○
	Pt	TURBAS Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS							

PRIMERA SELECCION ● SEGUNDA SELECCION O COMBINACION ○ POSIBLE REQUIEREN ESTRICTO CONTROL X



= ¿ Se resolvió el problema ?



= ¿ Se alcanzó la compactación ?

C A P I T U L O IX

RENDIMIENTO DEL EQUIPO DE COMPACTACION Y COSTO DE LA COMPACTACION

I) RENDIMIENTO DE UN EQUIPO DE COMPACTACION

Para determinar la producción horaria de un equipo de compactación se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

A) Ancho compactado por la máquina = A

B) Velocidad de operación = V

C) Espesor de Capa = E

D) Número de pasadas para obtener la compactación especificada = N

Para calcular la producción se determina primero el área cubierta en una hora con una pasada; dividiendo la cifra así obtenida entre el número de pasadas requeridas para obtener la compactación estipulada, resulta el área compactada de suelo por hora. Multiplicando esta última área por el espesor compactado de capa se obtiene el volumen compactado por hora.

La fórmula puede escribirse:

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

P = Producción horaria (m^3/h).

A = Ancho compactado por la máquina (m)

V = Velocidad (Km/h)

E = Espesor de capa (cm)

N = Número de pasadas

10 = Factor de conversión

C = Eficiencia (0.6 a 0.8)

La eficiencia (C) afecta la capacidad teórica, reduciéndola por --- traslapes de pasadas paralelas, por tiempo perdido para dar vuelta y otros factores.

Conociendo los factores anteriores para cada equipo compactador, se pueden graficar, para espesor constante, las capacidades de producción como se indica en la gráfica. (Fig. 9.1)

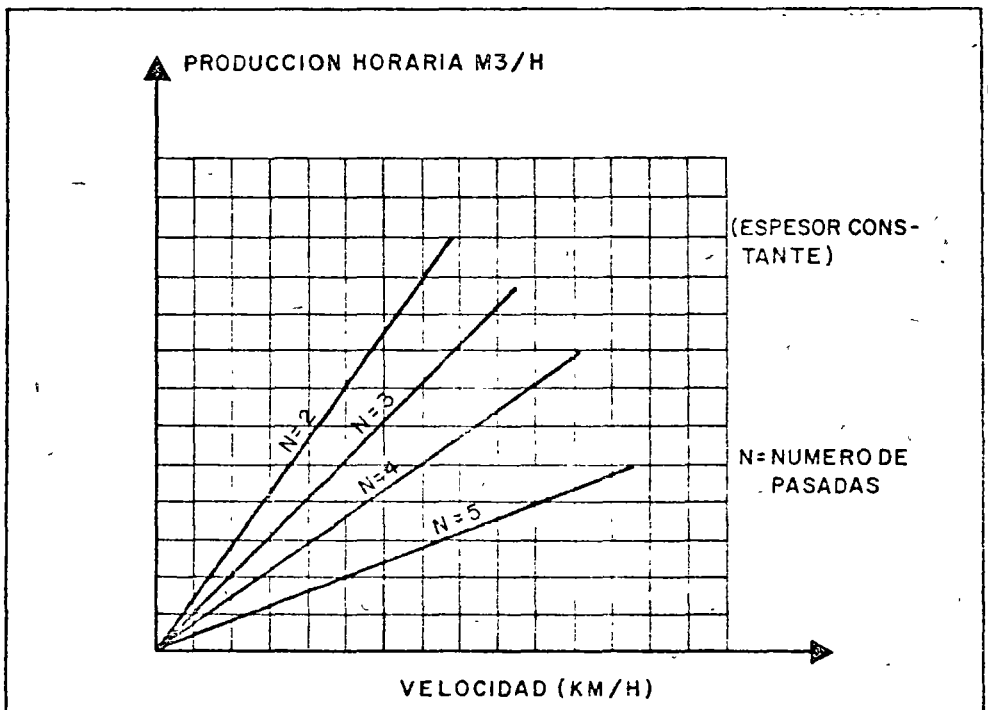


FIG 9 I

2) COSTO DE LA COMPACTACION.

Conociendo la capacidad de producción de un compactador y para conocer el costo del (m^3) compactado es necesario determinar el costo horario del equipo.

Para la determinación del costo horario del equipo de compactación se siguen los mismos pasos que se siguen para la determinación de cualquier otro costo horario de equipo de construcción.

Es decir se deben obtener:

A) Cargos fijos.

Depreciación
Intereses
Seguros
Almacenaje
Mantenimiento

B) C o n s u m o s

Combustibles
Lubricantes
Llantas

C) O p e r a c i ó n

D) T r a n s p o r t e

Sumando.

A) Cargos fijos
B) Consumos
C) Operación
D) Transporte

COSTO HORARIO

Determinado el costo horario del equipo y conociendo la producción-

del mismo, para un cierto grado de compactación, se puede obtener el costo por (m^3) compactado:

$$\text{Costo por } m^3 = \frac{\text{Costo horario Equipo.}}{\text{Producción Horaria Equipo.}}$$

E J E M P L O: (1)

Se tiene por compactar un material compuesto por 30 % limo y 70 % - arena.

Consideramos que se trata de un material granular y por lo tanto un compactador vibratorio es el indicado.

Se analizarán las siguientes alternativas:

1.- Rodillo liso vibratorio arrastrado por tractor agrícola.
2.- Rodillo sencillo liso vibratorio autopropulsado.
3.- Rodillo doble (tandem) vibratorio autopropulsado.

1.- DETERMINACION DE COSTOS HORARIO .

1.- Rodillo liso arrastrado por tractor agrícola.

PRECIO DE ADQUISICION RODILLO	$	180,000.00
PRECIO DE ADQUISICION TRACTOR	$	140,000.00
	$	320,000.00

Se considera una vida útil del conjunto de 8000 Horas y un valor de rescate de cero.

Cargos fijos	$	102.00
Consumos	$	6.00
Operación	$	12.00
Transporte	$	3.00
	$	123.00/HORA

2.- Rodillo sencillo vibratorio autopropulsado.

PRECIO DE ADQUISICION $ 390,000.00

Se considera también una vida útil de 8000 Horas y un valor de rescate de cero.

Cargos fijos	$	112.00
Consumos	$	6.00
Operación	$	12.00
Transporte	$	3.00
	$	133.00/HORA

3.- Rodillo tandem vibratorio autopropulsado.

PRECIO DE ADQUISICION $ 725,000.00

Haremos la misma consideración por lo que respecta a vida útil y valor de rescate que las alternativas anteriores.

Cargos fijos	$	205.00
Consumos	$	12.00
Operación	$	12.00
Transporte	$	3.00
	$	232.00/HORA.

II.- DETERMINACION DE PRODUCCIONES HORARIAS.

1.- Rodillo arrastrado por tractor agrícola.

Ancho = 1.50 m.

Velocidad = 4 Km/h.

Espesor = 20 cm.

Número de pasadas = 4 para 95%

Coeficiente de reducción = 0.7

$$P = \frac{1.50 \times 4 \times 20 \times 10 \times 0.7}{4}$$

$P = 210\ m^3/HORA.$

2.- Rodillo autopropulsado.

Ancho = 2.14 m.

Velocidad = 4 Km/h.

Espesor = 20 cm.

Número de pasadas = 4 para 95 %

Coeficiente de reducción = 0.8

(Es de mayor maniobrabilidad y de mayor energía dinámica).

$$P = \frac{2.14 \times 4 \times 20 \times 10 \times 0.8}{4}$$

$P = 342.4\ m^3/HORA$

3.- Rodillo tandem autopropulsado.

Ancho = 1.50 m.

Velocidad = 4 Km./h.

Espesor = 20 cm.

Número de pasadas = 2 (por ser dos rodillos)

Coeficiente de reducción = 0.8

$$P = \frac{1.50 \times 4 \times 20 \times 10 \times 0.8}{2}$$

$P = 480\ M^3/HORA.$

III.- DETERMINACION DE COSTO DE COMPACTACION .

	COSTO HORARIO	PRODUCCION	COSTO x M^3.
Caso 1	$ 123.00/H.	210 M^3/h.	$ 0.59/M^3.
Caso 2	$ 133.00/H.	342.4 M^3/h	$ 0.39/M^3.
Caso 3	$ 232.00/H.	480 M^3/h.	$ 0.48/M^3.

Se hace notar que a pesar de que la diferencia de valor de adquisición entre los casos (1) y (3) es de 126 % aproximadamente, se obtiene un ahorro en el caso (3), del costo de compactación, cercano al 20 %.

Suponiendo que se contara con un compactador de impacto autopropulsado, con costo horario de $ 240.00 y se tratara de compactar el material granular del ejemplo, se obtiene:

Producción Horaria:

Ancho = 1.94 mts.
Velocidad = 9 Km./Hora
Espesor = 20 cm.
Número de pasadas = 8 pasadas (contando sus cuatro rodillos).
Coeficiente de reducción = 0.8

$$\text{Producción} = \frac{1.94 \times 9 \times 20 \times 10 \times 0.8}{8}$$

Producción = 349.2 M^3/H

$$\text{Costo por compactación} = \frac{\$\ 240.00/H.}{349.2\ M^3/H.}$$

Costo = $ 0.69/M^3.

El costo obtenido demuestra una mala selección del equipo, ya que resultó mayor que los obtenidos para rodillos vibratorios.

El caso contrario puede encontrarse cuando con un rodillo vibratorio liso traten de compactarse materiales altamente cohesivos para los cuales el compactador de impacto resultará más ventajoso.

E J E M P L O ②

MATERIAL POR COMPACTAR: Arena bién graduada.
VOLUMEN POR COMPACTAR: 800 m^3. sueltos/hora.
FACTOR DE REDUCCION AL 95% = 0.85

A) PLANCHA TANDEM.

Ancho rodillos = 2.00 mts.

Velocidad máxima de desplazamiento 7 Km./h.

Número de pasadas para obtener el 95 % de compactación = 10

Espesor compacto de capa = 12 cm.

Costo horario = $ 68.00/h.

B) RODILLO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO

Ancho rodillo = 1.50 mts.

Velocidad máxima de desplazamiento = 4 Km./h.

Número de pasadas para obtener el 95 % de compactación = 3

Espesor compacto de capa = 25 cm.

Costo horario = $ 180.00/hora.

P R E G U N T A S.

1.- ¿ Cuantas planchas tandem son necesarias para compactar 800 m^3. sueltos por hora?.

2.- ¿ Cuantos rodillos vibratorios son necesarios para compactar 800 m^3. sueltos por hora ?.

3.- ¿ Cual equipo proporcionará una compactación más económica ?.

Se determinan primero las producciones horarias de los equipos.

A) PLANCHA TANDEM.

$$P = \frac{2.00 \times 7 \times 12 \times 10 \times 0.8}{10}$$

$$P = 134.4 \ M^3/h. \quad \text{(compactos)}$$

B) RODILLO VIBRATORIO.

$$P = \frac{1.50 \times 4 \times 25 \times 10 \times 0.8}{3}$$

$$P = 400 \ m^3/h. \quad \text{(Compactos)}$$

Como las producciones se han determinado en forma compacta y el volumen por hora por compactar esta dado en m^3. sueltos, se debe convertir este último también a forma compacta.

Volumen suelto x factor de reducción = Vol compacto.

$$\text{Vol compacto} = 800 \ m^3/h \times 0.85$$
$$= 680 \ m^3/h$$

R E S P U E S T A S:

1.- Se necesitan tantas planchas como:

$$\frac{680 \ m^3/h.}{134.4 \ m^3/h.} = \text{No. de planchas}$$

No. de planchas = 5.06

Se pueden utilizar 5 unidades, pero con utilización óptima que frecuentemente resulta difícil de obtener.

Se recomienda usar 6 unidades.

2.- Los rodillos vibratorios necesarios son:

$$\frac{680 \ m^3/h.}{400 \ m^3/h.} = \text{No. de rodillos}$$

No. de rodillos = 1.7

No. de rodillos = 2

Usando dos rodillos tendremos como factor de seguridad 0.3 de rodillo.

3.- Determinación del costo de compactación:

A) Planchas Tandem.

$$\text{Costo} = \frac{\text{Costo horario}}{\text{Producción}}$$

$$\text{Costo} = \frac{\$\ 68.00/\text{h.}}{134.4\ \text{M}^3/\text{h.}}$$

$$\text{Costo} = \$\ 0.51/\text{m}^3.$$

B) Rodillos Vibratorios.

$$\text{Costo} = \frac{\$\ 180.00/\text{h.}}{400\ \text{m}^3/\text{h.}}$$

$$\text{Costo} = \$\ 0.45/\text{m}^3.$$

E J E M P L O ③

Una compañía dispone para un trabajo de terracerías, de un rodillo-liso vibratorio autopropulsado con las siguientes características:

Ancho del rodillo = 1.50 mts.

Velocidad máxima de desplazamiento = 5 Km./h.

Número de pasadas para obtener el 100 % de compactación = 9.

Espesor compacto de capa = 18 cm.

Costo horario = $ 180.00/h.

El material por compactar es una arcilla limosa y el volumen total-es de 900.000 M^3. compactos.

P R E G U N T A.

¿ Se justifica la adquisición de un compactador de impacto con las-siguientes características?.

Costo de adquisición $ 850,000.00

Costo horario = $ 230.00/h.

Producción horaria al 100 % de compactación = 230 m^3/h.

Se debe determinar para cada equipo el costo de compactación.

A) Para rodillo vibratorio.

$$\text{Producción} = \frac{1.50 \times 4 \times 18 \times 10 \times 0.8}{9}$$

Producción = 96 m^3/h.

$$\text{Costo compactación} = \frac{\$\ 180.00/h}{96\ m^3/h}$$

Costo compactación = $ 1.88/m^3.

B) Para compactador de impacto.

$$\text{Costo compactación} = \frac{\$\ 230.00/h.}{230\ m^3/h.}$$

$$\text{Costo compactación} = \$\ 1.00/m^3.$$

Comparando un costo contra el otro, se observa que existe una diferencia de $ 0.88/m³. a favor del compactador de impacto.

Como el volumen por compactar es de 900,000 m³. el ahorro total por compactación es de $ 792,000.00 el cual justifica ampliamente la adqusición del compactador de impacto, que en este caso específico, resultaría el adecuado para el material por tratar.

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

1.- CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.
"COMPACTACION"
Ing. Federico Alcaraz Lozano
Centro de Educación continua Facultad de Ingeniería U.N.A.M. -- 1974.

2.- CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.
"CONTROL"
Ing. Federico Alcaraz Lozano
Centro de Educación Continua Facultad de Ingeniería U.N.A.M. -- 1974.

3.- CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.
"EQUIPO DE COMPACTACION"
Ing. Conrado Luer Dorantes
Centro de Educación Continua Facultad de Ingeniería U.N.A.M. -- 1974.

4.- CURSO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS.
"ELECCION DE EQUIPO"
Ing. Roberto Pasquel Lujan
Centro de Educación Continua Facultad de Ingeniería U.N.A.M. -- 1974.

5.- CURSO DE ESTABILIZACION DE SUELOS.
"RODILLOS VIBRATORIOS"
Industria del Hierro
Museo Tecnológico C.F.E. 1973.

6.- MOVIMIENTO DE TIERRAS.
H.L. Nichols Jr.

7.- BREVE DESCRIPCION DEL EQUIPO USUAL EN CONSTRUCCION.
Sección de Construcción.
Facultad de Ingeniería.

8.- MECANICA DE SUELOS. TOMO I
E. Juárez Badillo
A. Rico R. 1970

9.- MECANICA DE SUELOS EN LA INGENIERIA PRACTICA.
Karl Terzaghi
Ralph B. Peck
1968.

10.- APUNTES DE MECANICA DE SUELOS.
Leonardo Zeevaert
1968.

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

TEMA VIII EQUIPO DE COMPACTACION

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO

JUNIO-JULIO, 1977.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tel: 521-40-20

C A P I T U L O

I N T R O D U C C I O N

La palabra "Compactación" resulta de sustantivar el Adjetivo "compacto" que deriva del latín "compactus", participio pasivo de "compingere" que quiere decir unir, juntar.

Desde tiempos antiguos se ha reconocido la conveniencia de compactar los terraplenes de los caminos. Los métodos primitivos incluían llevar borregos de un lado para otro del terraplén y arrastrar con caballos aplanadoras pesadas de madera.

Hasta hace pocos años se podía contar con la compactación hecha por las unidades de transporte y por aplanadoras casuales, junto con los asentamientos naturales, para estabilizar los terraplenes, de modo que retuvieran su forma y soportaran las cargas que se colocaran sobre ellos.

En los últimos quince años a habido un gran progreso en la ciencia de la compactación de los suelos. Los estudios de laboratorio han resuelto muchos problemas del comportamiento del suelo, y los fabricantes han diseñado una amplia variedad de equipo para producir el máximo de compactación con el máximo de economía.

La compactación de los suelos debe ejecutarse de la forma mas adecuada, ya que a excepción de unas correctas características de drenaje, es el factor que tiene mayor influencia en las condiciones funcionales de cualquier obra civil, como pueden ser terraplenes, Sub-bases, bases y superficies de rodamiento.

Se desprende de la anterior, que la vida útil de una obra, en la interviene la compactación, dependerá en gran parte del grado de compactación especificado, el cual deberá ser estrictamente controlado.

La realización de proyectos cada vez más ambiciosos y de programas mas agresivos ha originado una intensa y constante evolución del equipo de compactación.

Se han introducido mejoras como: Poderosos sistemas hidráulicos, sensores electrónicos confiables, diseños mas funcionales, mayor versatilidad en su uso, transmisiones rápidas, potentes motores, etc., las cuales se han traducido en una mayor producción de los equipos.

Con objeto de poder cumplir con plazos cada vez menores en la ejecución de obras cada vez mayores, se ha llegado a la necesidad de utilizar equipos de gran producción.

Los grandes equipos de carga, acarreo y tiro de material, han obligado a los fabricantes de equipo de compactación a diseñar máquinas compactadoras capaces de balancear al tiro con la compactación, para evitar interferencia de actividades y pérdida de tiempo, lo que da por resultado un proyecto antieconómico.

C A P I T U L O II

CLASIFICACION DE LOS SUELOS

Para poder clasificar los suelos nos basaremos en el "Sistema Unificado de Clasificación de Suelos" S.U.C.S.

Este sistema cubre los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas menores. Un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas son gruesas, y fino; si más la mitad de sus partículas, en peso son finas.

I) SUELOS GRUESOS.

El símbolo de cada grupo está formado por dos letras mayúsculas, que son las iniciales de los nombres ingleses de los suelos más típicos de ese grupo.

G (Gravel) Gravas y suelos en que predominen estas.

S (Sand) Arenas y suelos arenosos.

Las gravas y las arenas se separan con la malla No. 4, de manera que un suelo pertenece al grupo genérico G, si más del 50 % de su frac--

ción gruesa (retenida en la malla 200) no pasa la malla No. 4, y es del grupo genérico S, en caso contrario.

a) Material practicamente limpio de finos, bien graduado. Símbolo W (well graded). En combinación con los símbolos genéricos, se obtienen los grupos GW y SW.

b) Material practicamente limpio de finos, mal graduado. Símbolo P (poorly graded). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GP y SP.

c) Material con cantidad apreciable de finos no plásticos. Símbolo M (del Sueco Mo y Mjala). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GM y SM.

d) Material con cantidad apreciable de finos plásticos. Símbolo C (Clay). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GC y SC.

2) SUELOS FINOS.

También en este caso el Sistema considera a los suelos agrupados, formándose el símbolo de cada grupo por dos letras mayúsculas, elegidas con un criterio similar al usado para los suelos gruesos, y dando lugar a las siguientes divisiones:

M (Del Sueco Mo y Mjala) Limos inorgánicos.

C (Clay) Arcillas Inorgánicas.

O (Organic) Limos y Arcillas Orgánicas.

Cada uno de estos tres tipos de suelos se subdividen, según su límite líquido, en dos grupos. Si este es menor del 50%, es decir, si son suelos de compresibilidad baja o media, se añade al símbolo genérico la letra L (Low Compressibility), obteniéndose por esta combinación los grupos ML, CL y OL. Los suelos finos con límite líquido mayor del 50%, o sea de alta compresibilidad, llevan tras el símbolo genérico la letra ---

a (High Compressibility), teniéndose así los grupos MH, CH y OH.

Al final de este capítulo aparece una tabla general del "Sistema Unificado de Clasificación de Suelos".

Los materiales friccionantes son principalmente gravas y arenas; entendiéndose por fricción interna a la resistencia al desplazamiento entre las partículas internas del material.

Los materiales cohesivos son arcillas y limos arcillosos; cohesión podemos definirla como la atracción mutua de las partículas de un suelo debido a fuerzas moleculares y a la presencia de humedad.

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

INCLUYENDO IDENTIFICACION Y DESCRIPCION

		PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO (Excluyendo las partículas mayores de 7.6 cm (3") y basando las fracciones en pesos estimados)			SIMBOLOS DE GRUPO (a)	NOMBRES TIPICOS	INFORMACION NECESARIA PARA LA DESCRIPCION DE LOS SUELOS
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS (Más de la mitad de las partículas retenidas en la malla No 200 (0.074 mm) son lo suficientemente grandes para verse a simple vista)	GRAVAS (Más de la mitad de la fracción grueso retenida en la malla No 4 (4.76 mm) es lo suficientemente grande para verse a simple vista)	GRAVAS LIMPIAS (Poco o nada de partículas finas)	Amplia gama en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios		GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos	Dese el nombre típico, indíquense los porcentajes aproximados de grava y arena, tamaño máximo, angulosidad, características de la superficie y dureza de las partículas gruesas, nombre local y geológico, cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis
			Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios		GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos	
		GRAVAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	Fracción fina poco o nada plástica (Para identificación véase grupo ML abajo)		GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	
			Fracción fina plástica (Para identificación véase grupo CL abajo)		GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	Para los suelos inalterados agréguese información sobre estratificación, compacidad, cementación, condiciones de humedad y características de drenaje
	ARENAS (Más de la mitad de la fracción grueso pasa la malla No 4 (4.76 mm) Para dar ejemplos véase la clasificación visual de la mezcla de suelos)	ARENAS LIMPIAS (Poco o nada de partículas finas)	Amplia gama en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios		SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, con poco o nada de finos	EJEMPLO: Arena limosa con grava como un 20 % de grava de partículas duras, angulosas y de 1.5 cm de tamaño máximo, arena gruesa a fina de partículas redondeadas o subangulosas, alrededor de 15% de finos no plásticos de baja resistencia en estado seco, compacta y húmeda en el lugar, arena aluvial, (SM)
			Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios		SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con poco o nada de finos	
		ARENAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	Fracción fina poco o nada plástica (Para identificación véase grupo ML abajo)		SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo	
			Fracción fina plástica (Para identificación véase grupo CL abajo)		SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla	
SUELOS DE PARTICULAS FINAS (Más de la mitad de las partículas pasan la malla No 200 (0.074 mm) (Las partículas de 0.074 mm de diámetro son lo suficientemente finas para verse a simple vista)		PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION EN LA FRACCION QUE PASA LA MALLA Nº 40					
		RESISTENCIA EN ESTADO SECO (Características al rompimiento)	DILATANCIA (Reacción al agitado)	TENACIDAD (Consistencia cerca del límite plástico)			
	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido menor de 50	Nula a ligera	Rápida a lenta	Nula	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos	Dese el nombre típico, indíquense el grado y carácter de la plasticidad, con[illegible] y tamaño máximo de las partículas de arena, color del suelo húmedo, nombre local y geológico, cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis
		Media a alta	Nula a muy lenta	Media	CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres	
		Ligera a media	Lenta	Ligera	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad	
	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido mayor de 50	Ligera a media	Lenta a nula	Ligera a media	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos	Para los suelos inalterados agréguese información sobre la estructura, estratificación, consistencia tanto en estado inalterado como remoldeado, condiciones de humedad y drenaje
		Alta a muy alta	Nula	Alta	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas	
		Media a alta	Nula a muy lenta	Ligera a media	OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad	EJEMPLO: Limo arcilloso, café, ligeramente plástico, porcentaje reducido de arena fina, numerosos agujeros verticales de raíces, firme y seco en el lugar, loess, (ML)
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS		Fácilmente identificables por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa			P_t	Turba y otros suelos altamente orgánicos	

(a) Clasificaciones de frontera – Los suelos que posean las características de dos grupos se designan con la combinación de los dos símbolos

(b) Todos los tamaños de las mallas en esta carta son los U.S. Standard

C A P I T U L O III

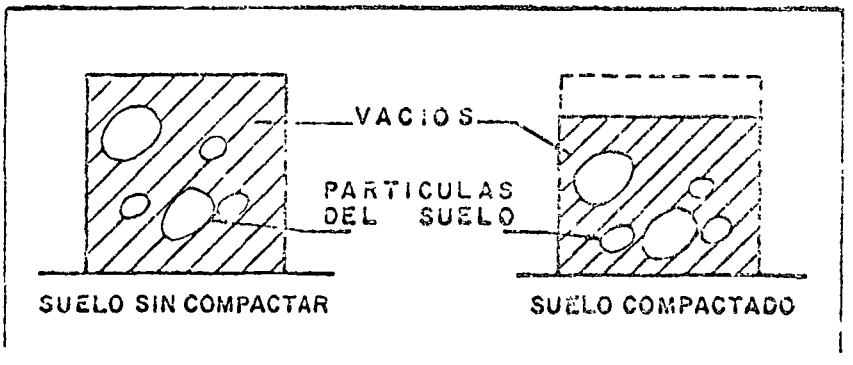
COMPACTACION

1.- D E F I N I C I O N.

En la terminología de Mecánica de Suelos, la reducción de los vacíos de un suelo recibe varios nombres: Consolidación, Compactación, Densificación, etc., existen ligeras diferencias en el significado de los dos primeros.

Consolidación, se usa para la reducción de vacíos, relativamente lenta, debida a la aplicación de una carga estática, usualmente acompañada de expulsión de agua del suelo, por ejemplo la reducción de vacíos en el suelo bajo un edificio.

El término Compactación se usa para la reducción de vacíos, más ó menos rápida, producida por medios mecánicos durante el proceso de construcción. (Fig. 3.1)



C A P I T U L O III

COMPACTACION

1.- D E F I N I C I O N.

En la terminología de Mecánica de Suelos, la reducción de los vacíos de un suelo recibe varios nombres: Consolidación, Compactación, Densificación, etc., existen ligeras diferencias en el significado de los dos primeros.

Consolidación, se usa para la reducción de vacíos, relativamente lenta, debida a la aplicación de una carga estática, usualmente acompañada de expulsión de agua del suelo, por ejemplo la reducción de vacíos en el suelo bajo un edificio.

El término Compactación se usa para la reducción de vacíos, más ó menos rápida, producida por medios mecánicos durante el proceso de construcción. (Fig. 3.1)

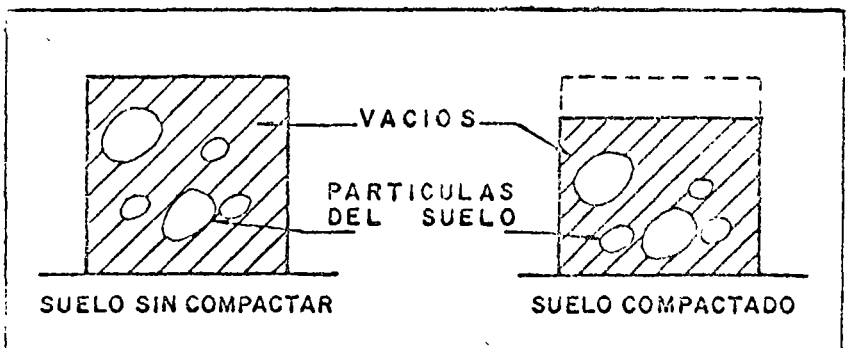


FIG. 3.1

Al reducirse los vacíos del suelo hay un incremento del peso volumétrico del material, de donde se puede dar la siguiente definición.

Compactación: Es el aumento artificial, por medios mecánicos, del peso volumétrico de un suelo, esto se logra a costa de la reducción de los vacíos del mismo al conseguir un mejor acomodo de las partículas que los forman mediante la expulsión de aire y/ó agua del material.

2.- PROPOSITO E IMPORTANCIA.

La compactación mejora las características de un suelo en lo que se refiere a:

a) Resistencia mecánica.

b) Resistencia a los asentamientos bajo cargas futuras.

c) Impermeabilidad.

Entre las obras que requieren compactación se pueden señalar como más importantes las carreteras, las aeropistas y las presas de tierra.

Estas estructuras deberán ser capaces de soportar su propio peso y el peso de las cargas super-impuestas, si falla, el costo de la reparación puede ser muy elevado.

Desde el punto de vista del constructor el problema es obtener la densidad especificada por el diseñador. Obtenida esta densidad se asegura que la resistencia a futuros asentamientos y la impermeabilidad sean las supuestas por el diseñador, sin embargo la obtención de la densidad de diseño no necesariamente asegura la resistencia mecánica supuesta, ya que ésta depende, en muchos suelos, de la humedad a la cual fué compactado. Es necesario entonces que la compactación sea efectuada a la humedad especificada, especialmente para suelos cohesivos.

Se hace notar que compactar a mayores grados del especificado no es conveniente, es decir, compactar de más, puede resultar perjudicial al proyecto.

La falla de algunas obras han obligado a que las especificaciones de compactación sean cada vez más estrictas; las tolerancias en más ó en menos, del grado de compactación especificado, son generalmente fijadas desde el inicio de la obra.

3.- PRUEBAS DE COMPACTACION.

En la construcción de terraplenes sería ideal poder medir la resistencia del suelo para determinar cuando se ha alcanzado la resistencia necesaria, pero el equipo para medir esta resistencia (especialmente a esfuerzos de compresión y cortante) es difícil de manejar, es caro y no es aplicable a todos los suelos, por lo tanto se han preparado las siguientes pruebas de laboratorio.

A) P r o c t o r

B) Proctor Modificada

C) P o r t e r.

A).- Proctor: R.R. Proctor estableció que hay una correspondencia entre el peso volumétrico seco de un suelo compactado y su resistencia. El equipo para hacer pruebas de compactación en la obra es un equipo económico y sencillo. Proctor desarrolló una prueba que consiste en:

a) Se toma una muestra representativa del suelo a compactar, de humedad conocida.

b) Se toma un cilindro de 4" de diámetro x 4½" de altura, se llena en tres capas aproximadamente iguales con material de prueba.

c) Cada capa se compacta con 25 golpes de un martillo de 2.5 Kg. con un área de contacto de 20 cm^2., el que se deja caer de 35 cm. de altura. (Fig. 3.2) Todo esto con el objeto de siempre dar al material la misma energía de compactación.

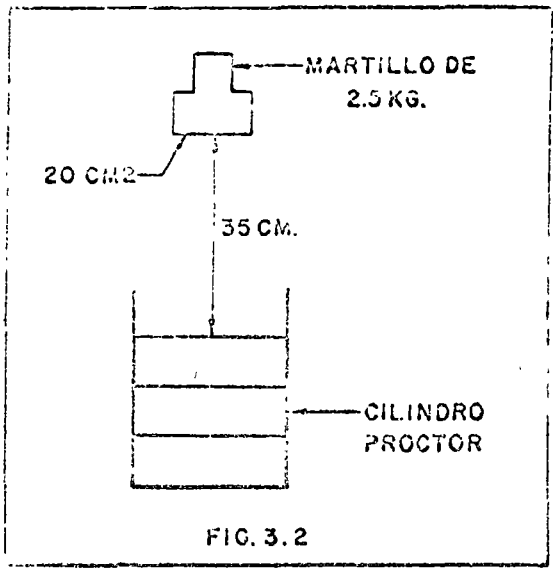


FIG. 3.2

d) Se pesa el material y como el volumen es conocido se calcula el peso volumétrico húmedo, simplemente dividiendo el peso del material entre su volumen. Como la humedad es conocida, se resta el peso del agua y se obtiene el peso volumétrico seco para esa humedad.

e) Se repite la prueba varias veces, variando cada vez el grado de humedad, con lo que se obtienen pares de valores Humedad-Peso - Volumétrico seco.

Con estos pares de valores se dibuja la siguiente gráfica. (Fig.3.3)

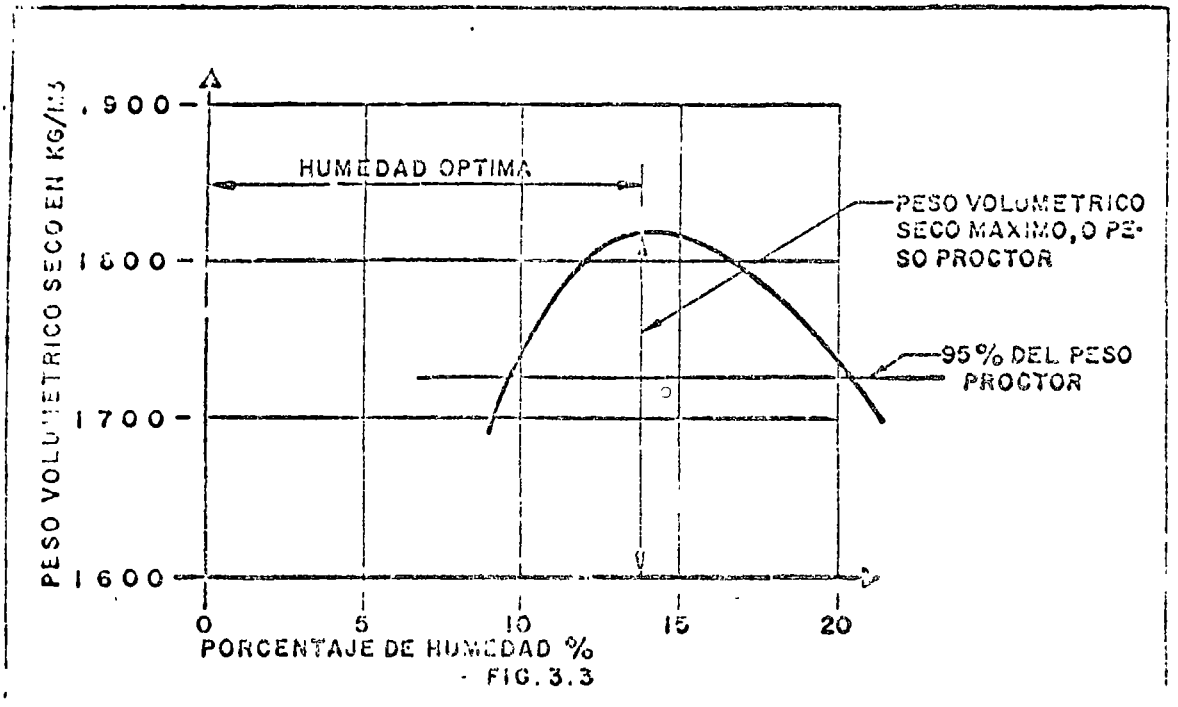


FIG. 3.3

Puede observarse que hay un cierto contenido de humedad para el -- cual el peso volumétrico es máximo, este peso se conoce como: "Peso volumétrico Seco Máximo" (P.V.S.M.), ó peso proctor, y el contenido de humedad como humedad óptima.

El diseñador entonces especifica el porcentaje del peso proctor que debe obtenerse en la construcción del terraplén y la humedad óptima.

Por ejemplo: Si el proyectista especifica 95% Proctor en el caso de la gráfica, tenemos: P.V.S.M. = 1820 Kg/M^3.

$$95\ \%\ \text{de P.V.S.M.} = 0.95 \times 1820 = 1729\ Kg/M^3.$$

es decir el constructor debe obtener un peso volumétrico seco mínimo de -- 1729 Kg/M^3 en ese material.

La razón de la existencia de un peso volumétrico máximo es que en-- todos los suelos, al incrementarse su humedad, se les proporciona un medio lubricante entre sus partículas, que permite un cierto acomodo de estas -- cuando se sujetan a un cierto trabajo de compactación. Si se sigue aumentando la humedad, con el mismo trabajo de compactación, se llega a obtener un mejor acomodo de sus partículas y en consecuencia un mayor peso volumétrico, si se aumenta más la humedad todavía, el agua empieza a ocupar el-- espacio que deberían ocupar las partículas del suelo y por lo tanto comienza a bajar el peso volumétrico del material, para el mismo trabajo de compactación.

Por lo tanto, si se aumenta ó disminuye la humedad será necesario-- aumentar el trabajo del equipo de compactación, lo que, en general, no es económico

3).- Proctor Modificada: Conforme fueron aumentando las cargas so-- bre las terracerías por el uso de camiones y aeroplanos cada vez más pesados, se vió la necesidad de desarrollar mayores densidades y resistencias- en muchos materiales usando mayor trabajo de compactación. Por esta razón

se desarrolló la prueba Proctor modificada.

Para esta prueba se usa el mismo cilindro proctor, pero el material se compacta en 5 capas con un martillo de 4.5 Kg. y cayendo de una altura de 46 cm., dando 25 golpes por capa. (Fig. 3.4)

En todos los aspectos las dos pruebas son semejantes, únicamente el trabajo de compactación se ha incrementado aproximadamente 4.5 veces.

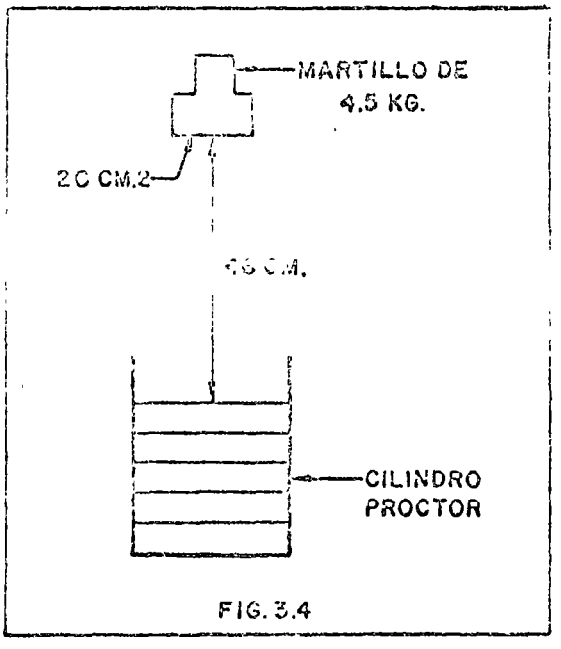


FIG. 3.4

La gráfica siguiente es un ejemplo de la prueba proctor y la prueba proctor modificada efectuadas en el mismo material. (Fig. 3.5)

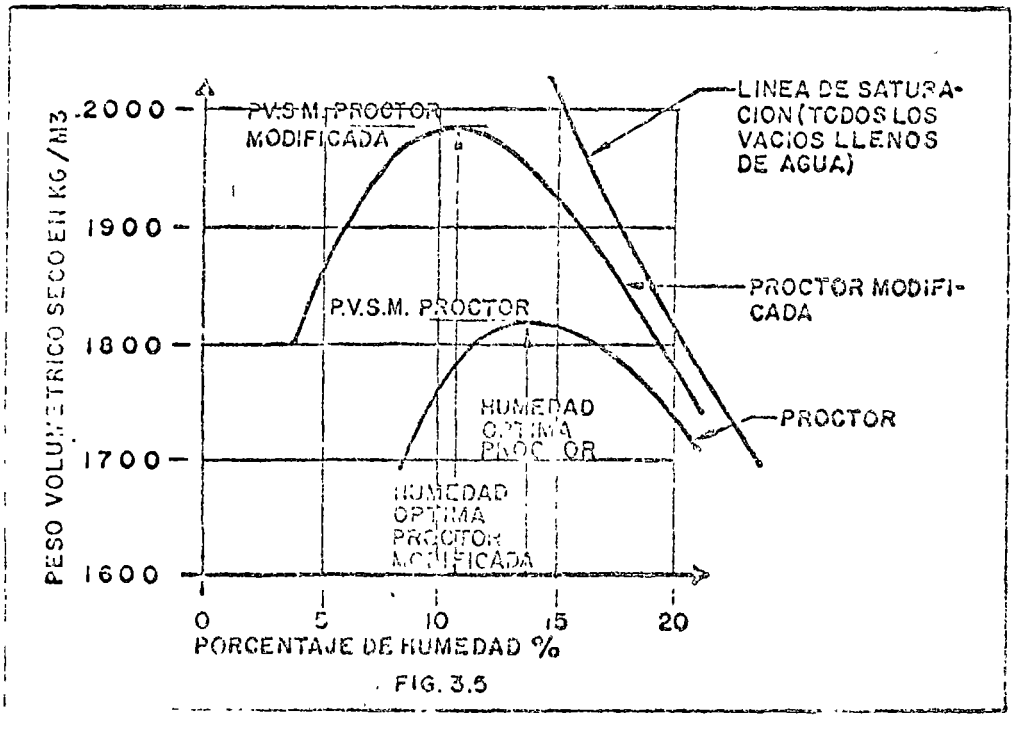


FIG. 3.5

Obsérvese en esta grafica que aunque el trabajo de compactación se ha incrementado 4.5 veces, la densidad solamente se incrementó 9%, y que la humedad óptima disminuyó 3%. Esto último es invariablemente cierto.

C).- Porter: Tanto la prueba Proctor como la Proctor modificada han dado muy buen resultado en suelos cuyos tamaños máximos son de 10 mm. (3/8"), en suelos con partículas mayores el golpe del martillo no resulta uniforme y por lo tanto la prueba puede variar de resultados en un mismo material.

Para obviar esta dificultad se ideó la prueba Porter, que consiste en lo siguiente:

a) Se toma una muestra del material a probar y se seca.
b) Se pasa por la malla de 25 mm. (1") y se determina el porcentaje, en peso, retenido en la malla, si el porcentaje es menor del 15%, se usará para la prueba el material que pasó la malla. Si el porcentaje retenido es mayor del 15% se prepara, del material original, una muestra que pase la malla de 1" y que sea retenida en la malla No. 4, de esta muestra se pesa un tanto igual al peso del retenido, el que se agrega al material que pasó la malla de 1", con este nuevo material se procede a la prueba.
c) A 4 Kg. de la muestra así preparada se le incorpora una cantidad de agua conocida; y se homogeniza con el material.
d) Con este material se llena, en tres capas, un molde metálico de 6" de diámetro por 8" de altura con el fondo perforado. Cada capa se pica 25 veces con una varilla de 5/8" (1.9 cm.) de diámetro por 30 cm. de longitud con punta de bala.
e) Sobre la última capa se coloca una placa circular ligeramente menor que el diámetro interior del cilindro, y se mete el molde en una prensa de 30 tons.
f) Se aplica la carga gradualmente de tal manera que en cinco minutos se alcance una presión de 140.6 Kg/cm^2., la cual debe mantenerse durante un minuto, e inmediatamente se descarga en forma gradual durante un minuto.

Si al llegar a la carga máxima no se humedece la base del molde, la humedad ensayada es inferior a la óptima.

g) Se prosigue por tanteos hasta que la base del molde se humedezca al alcanzar la carga máxima. La humedad de esta prueba es la humedad óptima. Se determina entonces el peso volumétrico seco de la muestra dentro del cilindro, a este peso se le conoce como el "Peso Volumétrico seco Máximo Porter", y que será el peso comparativo para el trabajo de campo.

Por ejemplo: si en la prueba Porter obtuvimos un "Peso Volumétrico-seco Máximo" de 2,000 Kg/m^3, y el diseñador ha pedido el 95% Porter, en la obra tendremos que alcanzar un peso volumétrico seco de: 0.95 x 2,000 = 1,900 Kg/m^3.

4.- METODOS DE CONTROL.

Para medir en la obra si se ha alcanzado el peso volumétrico especificado hay varios métodos:

A) Medida física de peso y volumen.

B) Mediciones nucleares.

C) O t r o s.

A).- Medida Física de Peso y Volumen: En cualquiera de los métodos existentes el principal problema radica en la determinación de la humedad para poder calcular el peso volumétrico seco en función del peso volumétrico húmedo que es el que se obtiene en las pruebas de campo. Normalmente se calienta una parte del material hasta secarlo y por diferencia se obtiene la humedad, pero este método es lento y peligroso porque en algunos suelos se altera el peso volumétrico con el calentamiento, debido a la evaporación de partes orgánicas principalmente. Nunca debe llegarse a la calcinación que también puede alterar el peso volumétrico, este método consiste en:

a) Se excava un agujero de 10 a 15 cm. de diámetro, ó un cuadrado de 15 cm por lado, a la misma profundidad de la capa por probar.

b) El material excavado es cuidadosamente recogido y pesado. Se seca para determinar la humedad y el peso volumétrico seco.

c) El volumen del agujero es medido. El método usado generalmente es llenándolo con una arena de peso volumétrico constante que se tiene en un recipiente graduado.

d) Conocidos el peso seco de la muestra y el volumen del agujero, se calcula el peso volumétrico seco de la muestra, que debe ser igual ó mayor que el peso volumétrico seco especificado.

B).- Prueba de Medición Nuclear: Para evitar el tiempo y costo que significa la prueba anterior se han ideado varios métodos, uno de ellos es el Método nuclear, que consiste en un bloque de plomo que contiene un isótopo radioactivo y un tubo geiger. (Fig. 3.6)

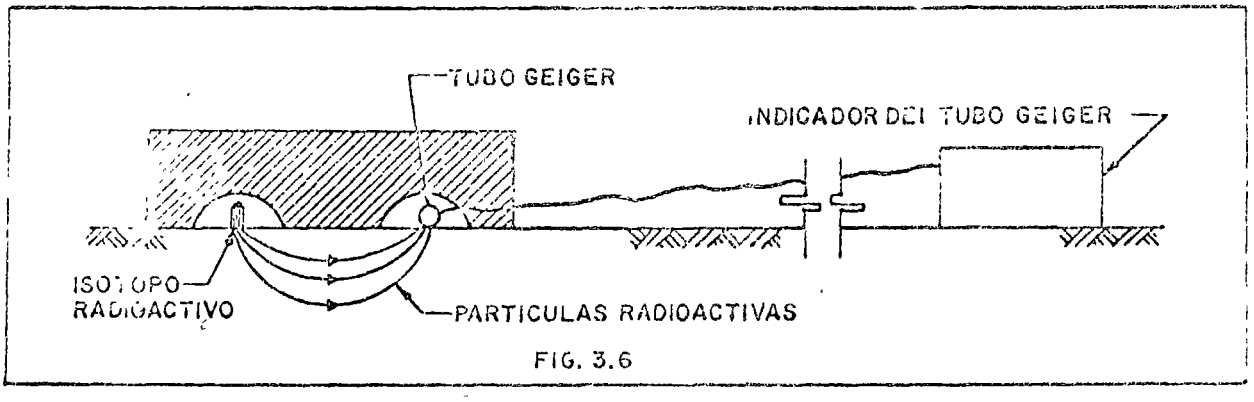


FIG. 3.6

El bloque de plomo se coloca sobre la capa a probar, el número de partículas que llegan al tubo Geiger está en función de la masa del material que tienen que atravesar, es decir, es función del peso volumétrico, entonces la medida del indicador debe compararse con otra medida hecha en una capa que tenga el peso volumétrico especificado.

Estos aparatos necesitan frecuente calibración, no siempre hay una indicación clara cuando el aparato no funciona bien y su exactitud varía con el tipo de suelo.

Estas desventajas, sin embargo son despreciadas por los constructores en grandes trabajos de terracerías, pues el aparato le permite asegurar que una cierta capa ha sido compactada, con un alto grado de confiabilidad, prosiguiendo el trabajo de inmediato con la siguiente capa.

C).- Otros: Como el problema principal es la determinación de la humedad se han desarrollado últimamente algunos métodos entre los que destaca principalmente el denominado "Speedy" (Fig. 3.7), que consiste en colocar un peso conocido de suelo mezclado con carburo de calcio dentro de un recipiente hermético provisto de un manómetro. El carburo reacciona con la humedad del suelo, produciendo gas acetileno y por lo tanto una presión que es registrada en el manómetro el que se puede inclusive graduar en gramos de agua, determinándose rapidamente de esta manera el porcentaje de humedad, y así poder calcular su peso volumétrico seco.

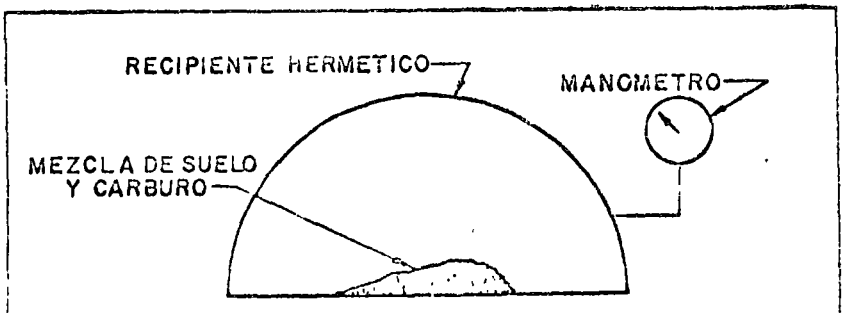


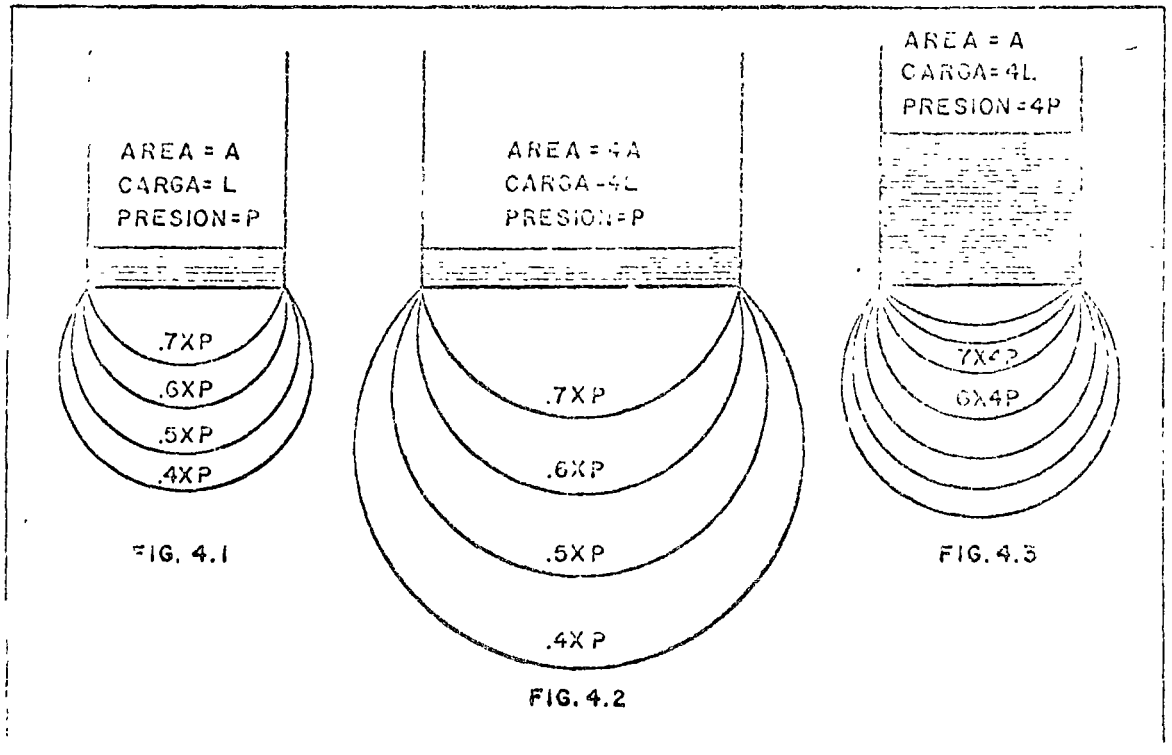
FIG. 3.7

C A P I T U L O IV

TRABAJO DEL EQUIPO DE COMPACTACION

Para comprender mejor la transmisión de los esfuerzos de compre--- sión en un suelo, consideremos una placa rígida, circular, de área "A", - colocada sobre un suelo, a la que se aplica una carga "L", dando una presión de contacto "p". (Fig. 4.1)

En el suelo se desarrollan presiones, si unimos los puntos de igual presión, obtendremos superficies llamadas, bulbos de presión.



Obsérvese lo siguiente:

a) Si aumenta el tamaño de la placa pero la presión permanece constante, incrementando la carga: la profundidad del bulbo de presión aumenta. (Fig. 4.2)

b) Si aumenta la presión, y el área permanece constante. (Fig. 4.3) la profundidad del bulbo no aumenta significativamente, pero la presión, y por lo tanto la energía de compactación, si aumenta.

Si consideramos un cierto equipo de compactación, trabajando capas de un determinado espesor:

De (a) y (b) se deduce que es necesario controlar el espesor de las capas para tener suficiente presión en el suelo para obtener la compactación deseada.

De (b) se deduce que no podemos aumentar significativamente el espesor de la capa de compactación simplemente lastrando excesivamente el equipo.

De (a) se deduce que para aumentar el espesor de la capa, debemos cambiar el equipo por otro que tenga mayor superficie de contacto, aunque la presión permanezca constante.

La Teoría de los bulbos de presión fué desarrollada por Boussinesq para un medio elástico. Para fines prácticos todos los suelos son elásticos y la teoría es razonablemente cierta aún para suelos granulares.

Los esfuerzos mecánicos empleados en la compactación, son una combinación de uno ó más de los siguientes efectos:

1).- PRESION ESTATICA: La aplicación de una fuerza por unidad de área.

2).- IMPACTO: Golpeo con una carga de corta duración, alta amplitud y baja frecuencia.

3).- VIBRACION: Golpeo con una carga de corta duración, alta frecuencia, baja amplitud.

[illegible]).- AMASAMIENTO: Acción de amasado, reorientación de partículas-- próximas, causando una reducción de vacíos.

[illegible].- CON AYUDA DE ENZIMAS.

1.- COMPACTACION POR PRESION ESTATICA.

Este principio se basa en la aplicación de pesos más o menos grandes sobre la superficie del suelo.

La acción de este principio de compactación es de arriba hacia abajo, es decir, las capas superiores alcanzan primero mayores densidades que las de abajo.

Este principio de compactación tiene dos inconvenientes en la obtención de una rápida densificación:

A).- Su Acción de Arriba hacia Abajo: El inconveniente de que la parte superior se compacte primero que la de abajo, es que el esfuerzo compactivo debe atravesar la parte ya compactada; para poder compactar la inferior. Se consume por lo tanto mayor energía de compactación.

También suele suceder que las características granulómetricas del material varíen, debido a la sobrecompactación de la porción superior de la capa; dicha sobrecompactación ó exceso de energía compactiva produce -- una fragmentación de partículas.

B).- Fomentar la resistencia de la fricción interna del material, durante la compactación: Definiendo como fricción interna a la resistencia de las partículas de un suelo para deslizarse dentro de la masa del mismo, se puede juzgar este segundo inconveniente.

Si llamamos (F) a la fuerza aplicada por el compactador y (n) al coeficiente de fricción interna del material, se puede deducir la reacción (R) de las partículas para deslizarse dentro de la masa de suelo.

$$R = [illegible]$$

A mayor fuerza aplicada mayor la reacción de la fricción interna del material, aquí es donde el papel que juega el agua resulta muy importante, ya que, tendrá efectos lubricantes entre las partículas reduciendo (n) y por consecuencia a (R).

Para este tipo de compactación es necesario hacer riegos intensivos de agua cuando el material así lo soporte.

2.- COMPACTACION POR IMPACTO.

La compactación por medio de impacto se logra haciendo caer repetidamente un peso desde una cierta altura.

Cuando una unidad compactadora tiene una frecuencia baja y una amplitud grande, la unidad cae dentro de este tipo de compactación.

El principio en que se basa este tipo de compactación es que, cuando un cuerpo se levanta una cierta distancia sobre una superficie y se deja caer, la presión que ejerce sobre ésta, es varias veces mayor que la presión que ejerce el mismo cuerpo estando apoyado estáticamente sobre dicha superficie.

3.- COMPACTACION POR VIBRACION.

Este principio de compactación es el que últimamente ha tenido mayor desarrollo y prácticamente ha invadido todos los materiales por compactar.

En la mayoría de los tipos de material, la compactación dinámica ó vibratoria, supera en eficiencia a los compactadores estáticos.

Como en la compactación por presión estática, en este tipo de compactación también se aplica una cierta presión, pero al mismo tiempo se somete al material a rápidos y fuertes impactos ó vibraciones, entre 700 y 4,000 dependiendo del compactador.

Debido a las vibraciones producidas por el equipo sobre el material, la fricción interna de éste, desaparece momentáneamente, propiciando el

acomodo de las partículas.

Esto se puede demostrar mediante el experimento de girar una perforadora de álabes dentro de un recipiente que contenga arena ó grava, primero en estado estático y luego colocando el recipiente sobre una placa vibratoria.

La vibración multiplica la movilidad interna del material en forma contundente; en suelos de granulometría gruesa la movilidad dinámica es de 10 a 30 veces mayor que la movilidad estática.

La experiencia sueca nos proporciona la siguiente tabla:

Material	Contenido de agua %	Momento Resistivo (Kg-cm) En Reposo	Con Vibraciones
Grava	0	1700	40
Arena	10	600	45
Limo	12	150	25

La compactación por vibración tiene un efecto de penetración como el sonido, el cual también es dinámico, pero tiene una frecuencia mayor y audible; este tipo de compactación evita los efectos de arco y disminuye la fricción interna del material permitiendo que las fuerzas compactivas trabajen a mayor profundidad y a mayor anchura.

Con este principio de compactación las partículas de material se ven sujetas a presión estática y a impulsos dinámicos de las fuerzas vibratorias, con lo cual se logra una compactación con menor esfuerzo.

La densificación de un material por medio de compactadores vibratorios es de abajo hacia arriba.

VENTAJAS DE LA COMPACTACION POR VIBRACION.

a) Es posible compactar a más altas densidades; facilita la obtención de los últimos porcientos del grado de compactación que son tan díficiles de obtener, y a veces imposibles de obtener, con

compactadores estáticos.

b) Permite el uso de compactadores más pequeños.

c) Se puede trabajar sobre capas de material de mayor espesor.

d) Permite hacer trabajos más rápidos por menor número de pasadas.

e) Por las razones anteriores los costos de compactación resultan más económicos.

4.- COMPACTACION POR AMASAMIENTO.

Amasar en este caso puede confundirse con exprimir, es decir el efecto de una pata de cabra al penetrar en un material ejerce presión hacia todos lados, obligando al agua y/o al aire a salir por la superficie.

La compactación por este principio se lleva a cabo de abajo hacia arriba; es decir las capas inferiores se densifican primero y las superiores posteriormente. Por esto se dice que un rodillo pata de cabra emerge o sale cuando el material se encuentra compactado debidamente.

Los rodillos pata de cabra se emplean fundamentalmente en materiales cohesivos; en cambio su efectividad es casi nula en materiales granulares.

5.- COMPACTACION CON LA AYUDA DE ENZIMAS.

Mediante la adición de productos enzimáticos en el agua de compactación, se ha pretendido obtener, en combinación con algún otro esfuerzo compactador mecánico, la densificación más rápida de los materiales.

Según la definición de Sumner o Somers una enzima es: "cierta substancia química-orgánica que está formada por plantas, animales y microrganismos, capáz de incrementar la velocidad de transformación química del medio donde se encuentra, sin que sea consumida por ello en este proceso, llegando a formar parte del conjunto".

Según los fabricantes de enzimas para compactación, esta se logra mediante una reacción química de ionización de los componentes orgánicos e inorgánicos del terreno, permitiendo que esta reacción origine una fusión-

molecular progresiva, lo que trae por consecuencia que las partículas del suelo se agruper y se transformen en una masa compacta y firme.

Se hace hincapié en que el agregar productos enzimáticos al agua de compactación no densificará al material tratado, sino que es necesario --- aplicar esfuerzo compactivo adicional; es decir, se usará algún equipo compactador y agua con enzimas, con lo cual puede reducirse el tiempo de compactación.

C A P I T U L O V

EQUIPO DE COMPACTACION

TIPOS DE COMPACTADORES.

Hay una gran variedad de equipos de compactación, se describirán sus características básicas:

1- RODILLOS METALICOS.

Un rodillo metálico utiliza solamente presión estática con un mínimo de manipulación en materiales plásticos.

Cuando estos rodillos inician la compactación de una capa el área de contacto es más ó menos ancha y se forma un bulbo de presión de una cierta profundidad, conforme avanza la compactación, el ancho del área de contacto se reduce, y por lo tanto también se reduce la profundidad del bulbo de presión y aumentan los esfuerzos de compresión en la cercanía de la superficie. (Fig. 5.1). Estos esfuerzos son con frecuencia suficientes para triturar los agregados en materiales granulares, e invariablemente causan la formación de una costra en la superficie de la capa (encarpetamiento).

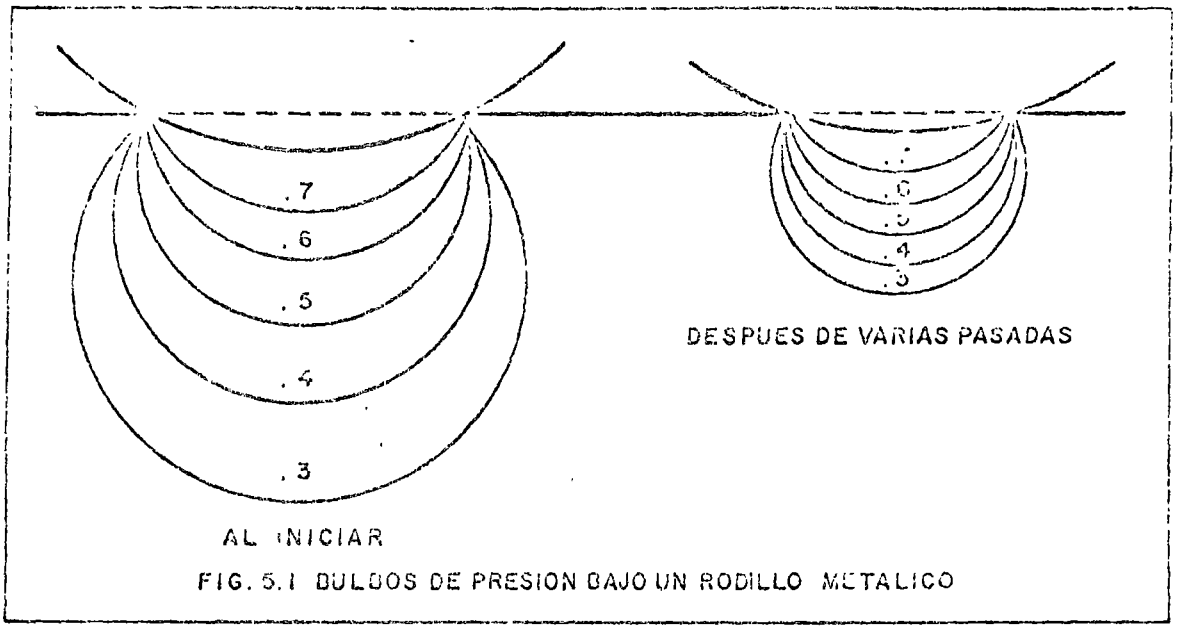


FIG. 5.1 BULBOS DE PRESION BAJO UN RODILLO METALICO

Si a esto se agrega la costumbre de hacer riegos adicionales durante la compactación, para compensar la evaporación, en una capa en donde la penetración del agua es difícil por la misma compacidad del material llegaremos a un estado de estratificación de la humedad, en este momento la formación de la costra es inevitable.

También es costumbre más ó menos generalizada, el sobre lastrar estos equipos cuando no se está obteniendo la compactación, para aumentar la penetración y la profundidad del bulbo de presión, esto generalmente tiene como consecuencia el sobre esforzar la superficie.

Un rodillo metálico, no compacta pequeñas áreas suaves, debido a que la rigidez de la rueda las puentea, estas áreas suaves se presentan con frecuencia en terracerías debido a la irregularidad de la capa.

Dentro de este grupo se puede hacer la división siguiente:

A) Planchas Tandem.- Son aquellas que tienen dos o tres rodillos metálicos paralelos. Los rodillos son generalmente huecos para ser lastrados con agua y/o arena. Tienen generalmente dos números por nomenclatura. El primero es el peso de la máquina sin lastre y el segundo es el peso de la máquina lastrada totalmente. (Fig. 5.2)

FIG. 5.2 PLANCHA EN TANDEM

B) Planchas de Tres Ruedas.- Son quizás las de más antiguo diseño;- estas planchas tienen dos ruedas traseras paralelas y una rueda delantera; las ruedas pueden ser huecas para ser lastradas ó formadas por placas de - acero roladas con atiesadores. (Fig. 5.3)

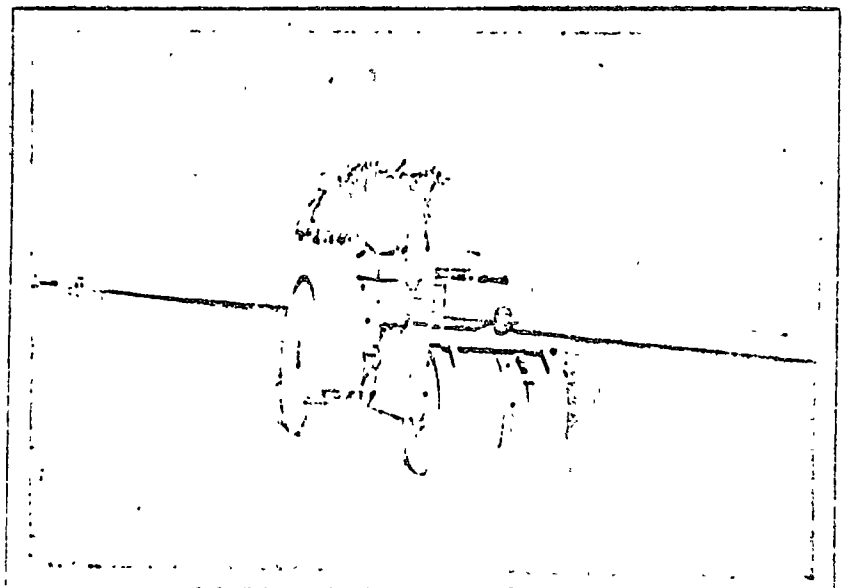


FIG. 5.3 PLANCHA DE TRES RUEDAS

Las planchas tandem, a pesar de que son generalmente de menor peso- que las de tres rodillos, suelen tener mayor compresión por centímetro ---

lineal de generatriz que las de tres rodillos, por tener menor superficie de contacto con el material.

Tanto las planchas tandem como las de tres rodillos, tienen bajas velocidades de operación y poca seguridad al compactar las orillas de terraplenes altos.

Son efectivas en suelos de naturaleza granular donde su efecto triturador puede ser necesario; su efectividad se ve mermada en materiales granulo plásticos, donde se tiende a un encarpetamiento; en materiales plásticos o cohesivos no tienen gran aplicación.

Resumiendo, puede decirse que estas máquinas por su lentitud y poca profundidad de acción, han perdido terreno en la compactación de grandes movimientos de tierra; también en algunas aplicaciones específicas que tienen estos equipos como la compactación de carpetas asfálticas, van siendo desplazadas por otras máquinas compactadoras.

2.- RODILLOS NEUMATICOS.

Los rodillos neumáticos son muy eficientes y a menudo esenciales para la compactación de sub-bases, bases y carpetas, sus bulbos de presión son semejantes a los de los rodillos metálicos, pero el área de contacto permanece constante por lo que no se produce el efecto de reducción del bulbo. Por otra parte, el efecto de puenteo del rodillo metálico, sobre zonas suaves, se elimina con llantas de suspensión independiente.

Estos compactadores pueden ser jalados ó autopropulsados.

Se pueden dividir conforme al tamaño de sus llantas en:

A) De llantas pequeñas

B) De llantas grandes.

A) DE LLANTAS PEQUEÑAS.- Generalmente tienen dos ejes en tandem y el número de llantas puede variar entre 7 y 13. El arreglo de las llantas

es tal que las traseras traslapan con las delanteras. (Fig. 5.4)

Algunos de estos compactadores tienen montadas sus ruedas en forma tal que oscilan o "bailan" al rodar, lo que aumenta su efecto de amasamiento.

Estos compactadores proporcionan una presión de contacto semejante a la proporcionada por equipos de mayor peso y llantas grandes, tienen mayor maniobrabilidad, no empujan mucho material adelante de ellos, tienen poca profundidad de acción y poca flotación en materiales sueltos.

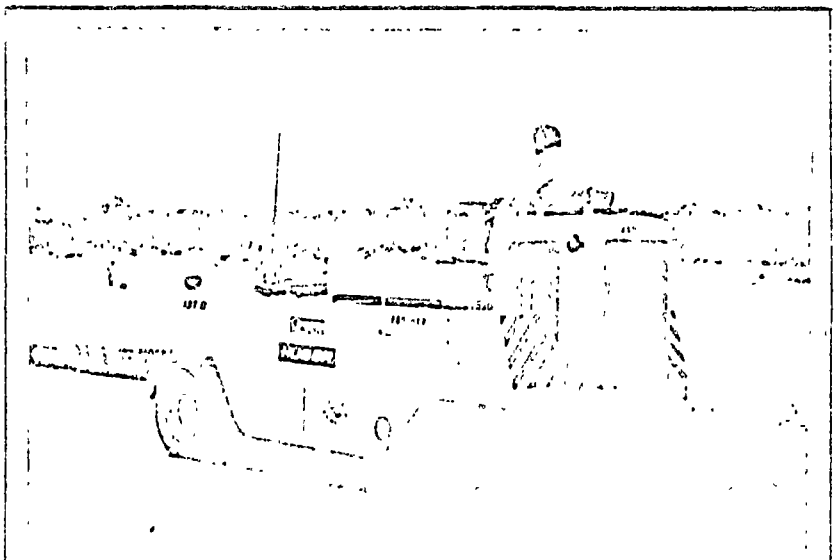


FIG. 5.4 RODILLO NEUMATICO

B) DE LLANTAS GRANDES.- Son generalmente arrastrados por tractor y pesan de 15 a 50 tons. Tienen 4 ó 6 llantas en un mismo eje. Su costo horario es generalmente caro por el tipo de tractor que se utiliza para arrastrarlos.

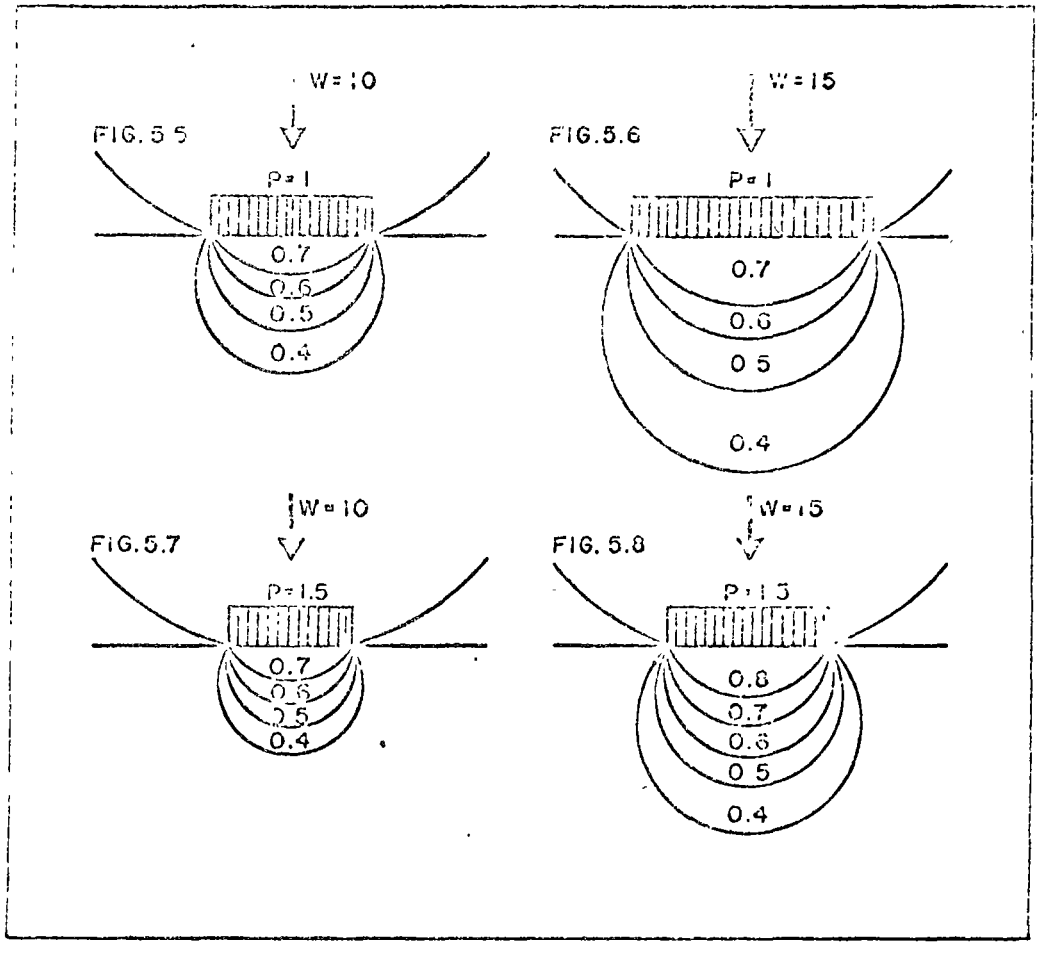
Su mejor aplicación es usarlos como compactadores de prueba.

Los dos factores más importantes que intervienen en este tipo de compactadores son:

a) Peso total.- Dependiendo del número total de llantas y del sistema de suspensión del compactador se puede conocer el peso o fuerza aplica

da por llanta. A mayor peso total, mayor carga por llanta, en caso de tratarse de una suspensión isostática.

b) La presión de inflado es importante, pero está ligada íntimamente a la carga de la llanta. Si "W" es el peso del compactador, y "p" es la presión de contacto: (Fig. 5.5)



Podemos observar que si aumentamos el peso sin aumentar la presión (Fig. 5.6), aumentamos la profundidad del bulbo, pero no aumentamos la presión, ésto nos permitiría trabajar capas relativamente mayores, pero el aumento de eficiencia es casi nulo, y las llantas durarán menos pues estamos aumentando el trabajo de deformación de la llanta.

Si aumentamos la presión sin aumentar la carga (Fig. 5.7) disminuimos la profundidad del bulbo de presión, y podemos llegar a encarpetar la capa. Esto puede ser eficiente si la capa es delgada como suele serlo en -

bases y sub-bases.

Si aumentamos el peso y la presión, (Fig. 5.8) estamos aumentando la presión efectiva sobre la capa y por lo tanto el trabajo de compactación sobre la capa, sin embargo esto nos puede disminuir la vida útil de las llantas y del equipo.

En el concepto moderno de un compactador neumático la carga sobre la llanta y la presión de inflado, deben ser las adecuadas para dar la presión de contacto suficiente para ejercer el esfuerzo requerido de compactación (es aconsejable no alejarse mucho de las recomendaciones del fabricante).

Por la razón anterior los fabricantes de equipo progresistas han provisto, a sus máquinas con implementos para variar rápidamente la presión de inflado de sus equipos.

Las presiones de inflado usuales son del orden de 50 psi, para compactadores pequeños (hasta 10 tons) y puedan llegar hasta 80 psi en compactadores grandes. (de 10 a 60 tons.)

La presión de inflado no es igual a la de contacto ya que interviene (en mucho) la rigidez de la llanta inflada.

Tienen aplicaciones especializadas como la compactación del terreno natural en aeropuertos (grandes extensiones, terreno plano, alto grado de compactación, fácil acceso, etc.), tienen gran utilidad para sellar las capas superiores, con lo que se logra una buena impermeabilidad.

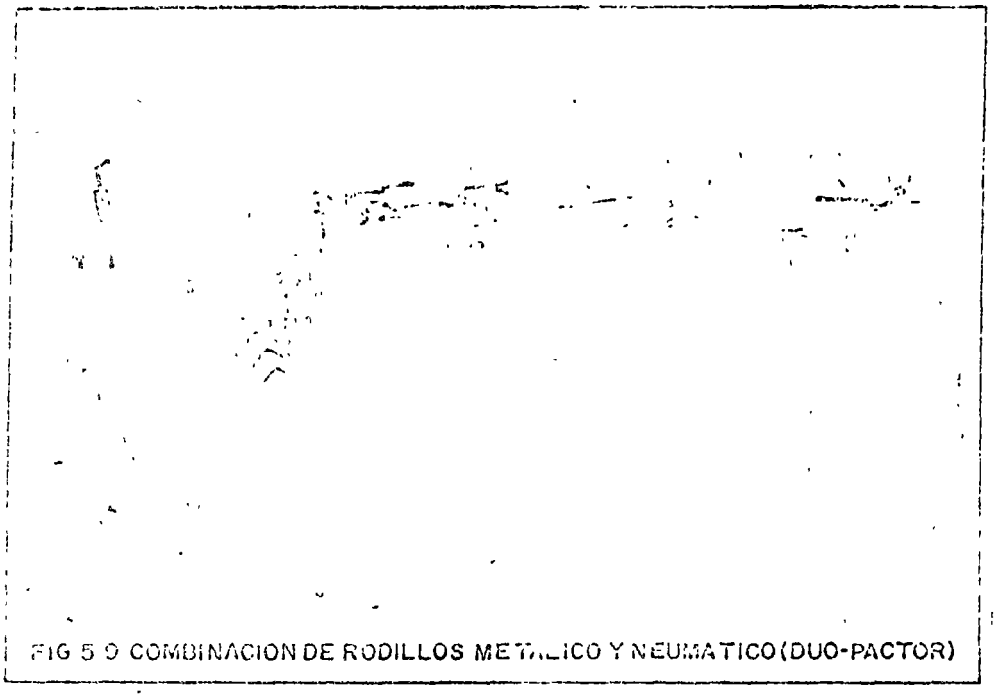


FIG 5.9 COMBINACION DE RODILLOS METALICO Y NEUMATICO (DUO-PACTOR)

3.- RODILLOS PATA DE CABRA.

Son ahora raramente usados, excepto para amasamiento y compactación de arcillas donde las estratificación debe ser eliminada como en el corazón impermeable de una presa. Debido a la pequeña área de contacto de una pata y al alto peso de éstos equipos el bulbo de presión es intenso y poco profundo. La compactación se consigue por penetración y amasamiento más que por efecto del bulbo de presión. (Fig. 5.10)

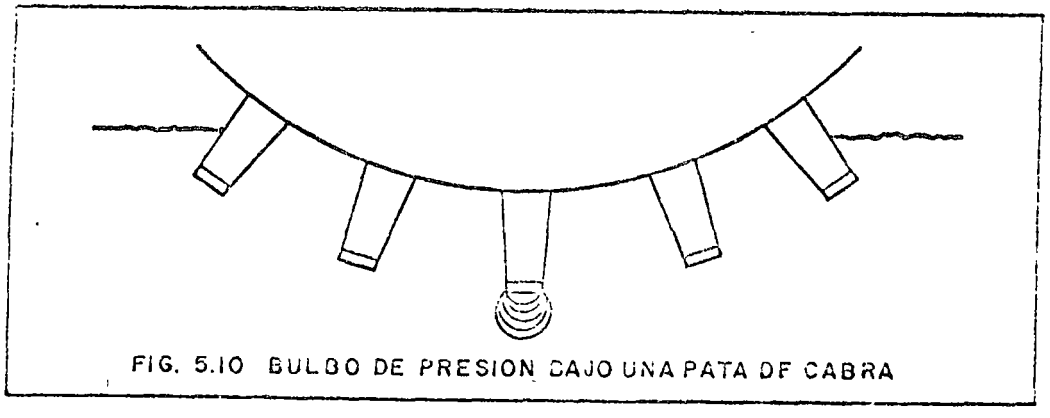


FIG. 5.10 BULBO DE PRESION BAJO UNA PATA DE CABRA

Los rodillos pata de cabra son lentos, tienen una gran resistencia al rodamiento, por lo que consumen mucha potencia. Este equipo es todavía

pedido en especificaciones algunas veces pero su uso está declinando debido a los altos costos que tienen, usualmente por unidad de volumen compactado. (Fig. 5.II)

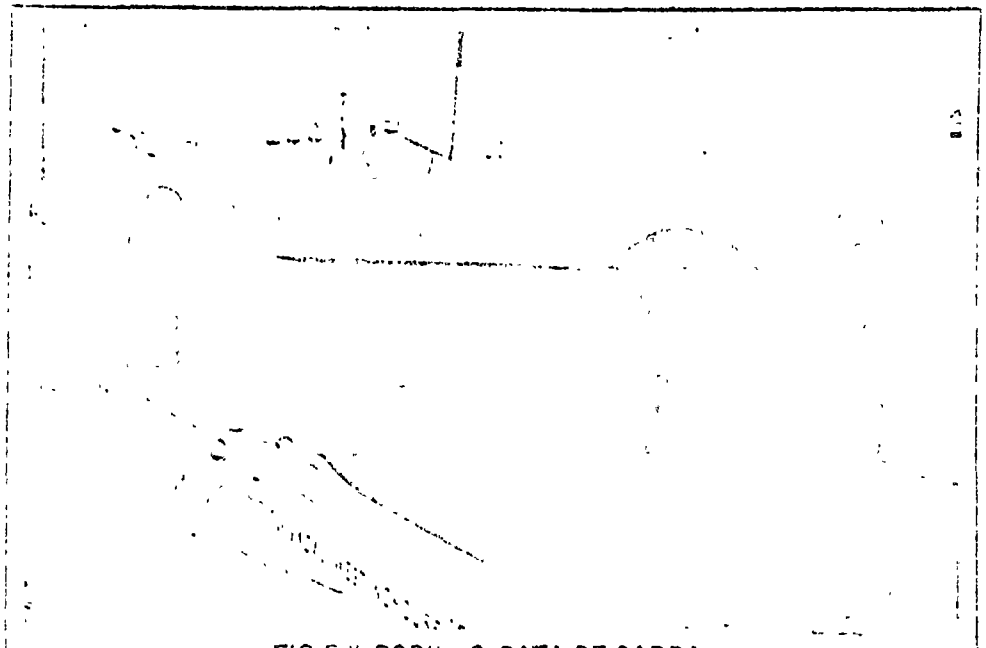


FIG.5.II RODILLO PATA DE CABRA

4.- RODILLO DE REJA.

Este compactador fué desarrollado originalmente para disgregar y compactar rocas poco resistentes a la compresión, como rocas sedimentarias y algunas metamórficas, para hacer caminos de penetración transitables todo el año.

El rodillo transita sobre la roca suelta sobre el camino, rompiéndola y produciendo finos que llenan los vacíos formando una superficie suelta y estable. Como una guía la roca que se puede escarificar también se puede disgregar.

Al ser usado este equipo se encontró que era capaz de compactar a alta velocidad una gran variedad de suelos. Los puntos altos de la reja producen efecto de impacto, y cuando es remolcado a alta velocidad, produce efecto de vibración, efectivo en materiales granulares. El pérfil alternado alto y bajo de la rejilla produce efecto de amasamiento por lo que

este rodillo también es eficiente en materiales plásticos. Desafortunadamente, como los materiales plásticos suelen ser pegajosos, se atascan de material los huecos de la reja y se reduce la eficiencia. (Fig. 5.12)

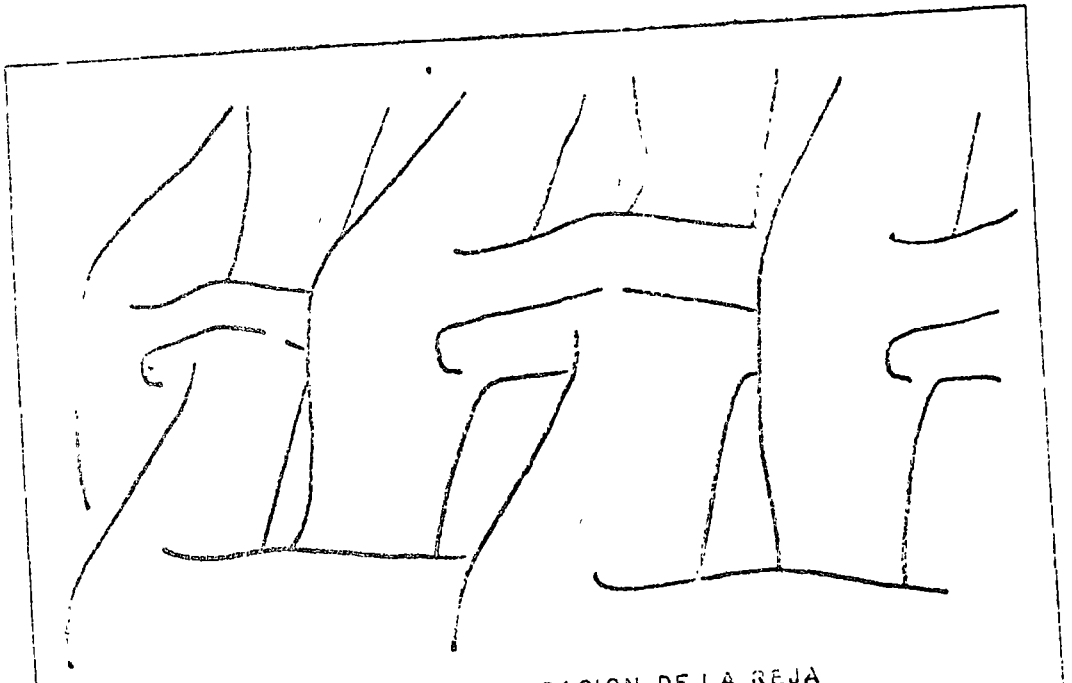


FIG. 5.12 CONFIGURACION DE LA REJA

Estos rodillos, debido a su misma configuración no pueden dejar una superficie tersa como puede ser una base de una carretera.

5.- RODILLO DE IMPACTO. (TAMPING ROLLER).

A causa de los problemas de limpieza del rodillo de reja, se diseñó un nuevo rodillo usando los mismos principios: el rodillo de impacto, este es un rodillo metálico, en el que se han fijado unas salientes en forma -- aproximada de una pirámide rectangular truncada. (Fig. 5.13)

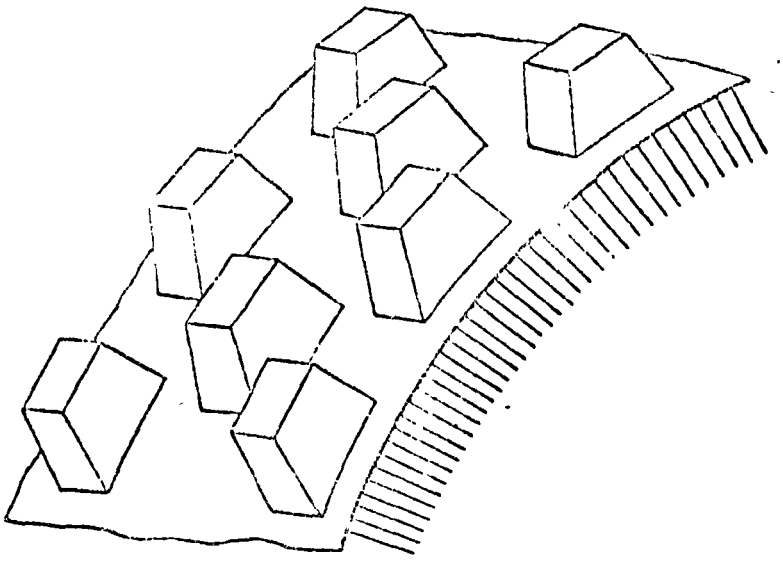


FIG. 5.13 SECCION DE UN RODILLO DE IMPACTO, MOSTRANDO LA DISTRIBUCION Y FORMA DE LAS PIRAMIDES

Estas pirámides no son de la misma altura pues hay unas más altas que otras, siguiendo el modelo de puntos altos y bajos del rodillo de reja, esto le dá las mismas ventajas, pudiéndose limpiar fácilmente por medio de dientes sujetos al marco.

Estas salientes han sido diseñadas de tal manera que el área de contacto se incrementa con la penetración, ajustándose automáticamente la presión a la resistencia del suelo compactado. (Fig. 5.14)

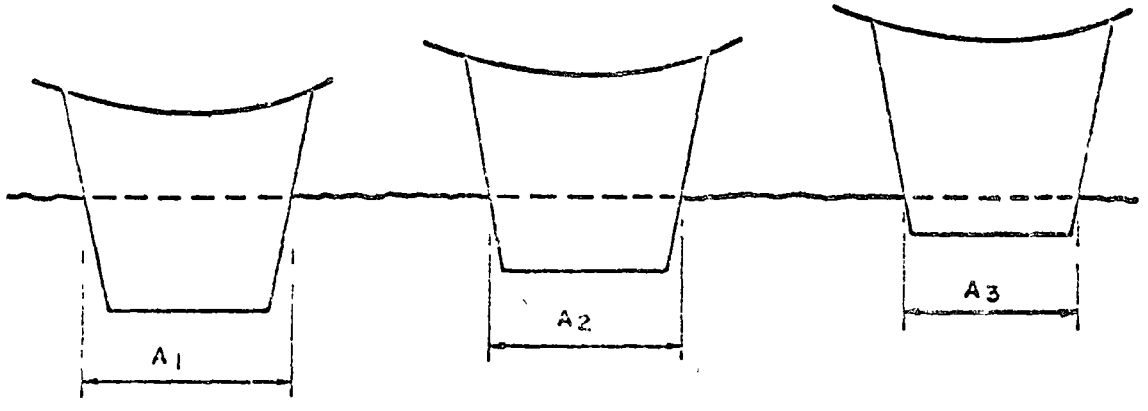


FIG. 5.14 AJUSTE DEL AREA DE APOYO

El diseño contempla también una fácil entrada y salida a la capa, - lo que disminuye la resistencia al rodamiento.

Estos rodillos han probado ser muy eficientes y eliminan estratificación en los terraplenes, esto es importante en corazones impermeables de presas.

Cuando un rodillo de impacto empieza una nueva capa, que no sea mayor de 30 cm. los bulbos de presión y las ondas de impacto proveen suficiente amasamiento con la capa inferior para eliminar la estratificación que - ocurre con cualquier otro compactador excepto la pata de cabra.

El rodillo de impacto ha probado ser uno de los más versátiles y -- económicos compactadores en terracerías, capaz de compactar eficientemente la mayor parte de los suelos. (Fig. 5.15)

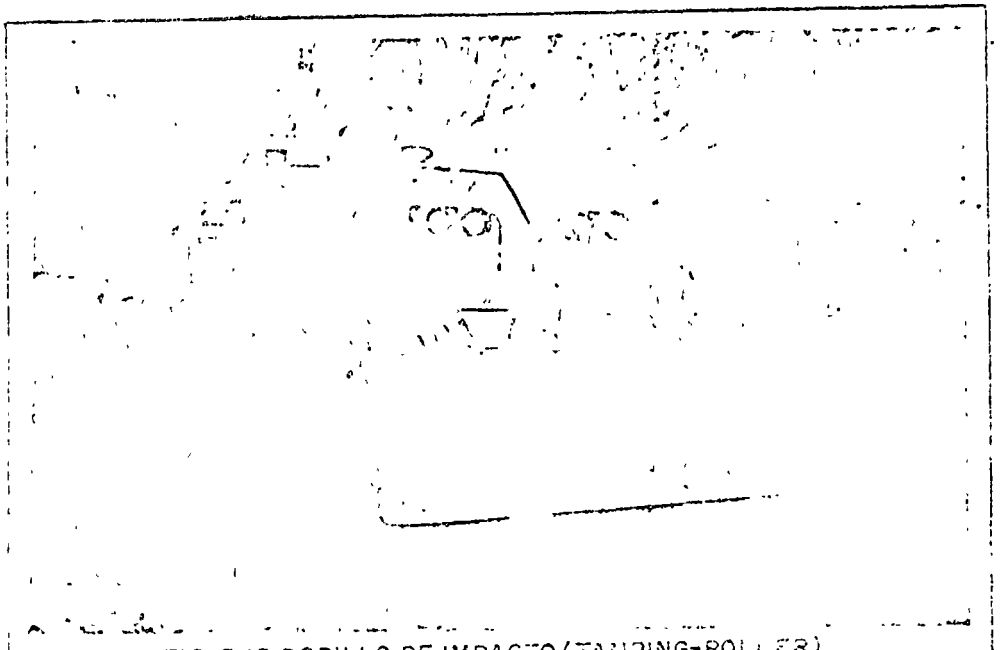


FIG. 5.15 RODILLO DE IMPACTO (TAMPING-ROLLER)

6.- RODILLOS VIBRATORIOS.

Estos rodillos funcionan disminuyendo temporalmente la fricción interna del suelo. Como en los suelos granulares (gravas y arenas) su resistencia depende principalmente de la fricción interna (en los suelos plásticos depende de la cohesión), la eficiencia de estos rodillos está casi li-

mitada a suelos granulares.

La vibración provoca un reacomodo de las partículas del suelo que resulta en un incremento del peso volumétrico, pudiendo alcanzar espesores grandes de la capa (0.80 m).

Estos rodillos pueden producir un gran trabajo de compactación en relación a su peso estático ya que la principal fuente de trabajo es la fuerza dinámica de compactación. (Fig. 5.16)

Buscando extender ventajas a suelos cohesivos se han desarrollado rodillos pata de cabra vibratorios, en los que la fuerza y la amplitud de la vibración se han aumentado, y se ha disminuido la frecuencia. Con el mismo objeto se han acoplado dos rodillos vibratorios, "fuera de fase", a un marco rígido para obtener efecto de amasamiento.

Estos rodillos se clasifican por su tamaño, pequeños hasta 9,000 kg. de fuerza dinámica y grandes de más de 9,000, pudiendo llegar hasta 20,000 Kg. ó más. Los grandes pueden llegar a sobreesforzar suelos débiles por lo que hay que manejarlos con cuidado.

Todos los vibradores deben de manejarse a velocidades de 2.5 a 5 Km/h. Velocidades mayores no incrementan la producción, y con frecuencia no se obtiene la compactación.

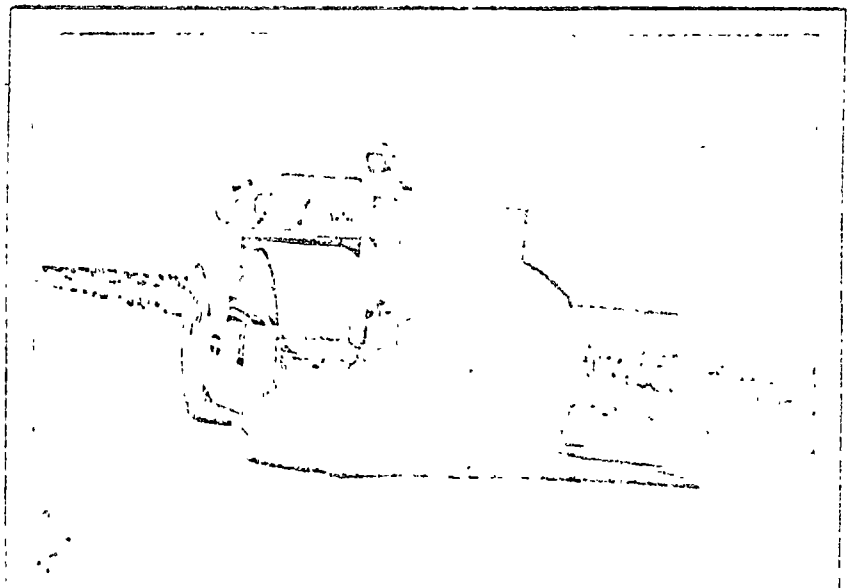


FIG. 5.16 RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO

C A P I T U L O VI

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COMPACTACION

Los factores que primordialmente influyen en la obtención de una -- compactación económica son:

1) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MATERIAL
2) GRANULOMETRIA DEL MATERIAL
3) NUMERO DE PASADAS DEL EQUIPO
4) PESO DEL COMPACTADOR
5) PRESION DE CONTACTO
6) VELOCIDAD DEL EQUIPO COMPACTADOR
7) ESPESOR DE CAPA.

1) CONTENIDO DE HUMEDAD. El agua tiene en el proceso de compactación, el papel de lubricante entre las partículas del material. Una falta de humedad exigirá mayor esfuerzo compactivo, así como también lo exigirá un exceso de la misma.

Debe recordarse que todo material tiene un contenido óptimo de humedad, para el cual se obtiene, bajo una cierta energía de compactación, una densidad máxima.

El agua, entonces, facilita el trabajo de compactación.

2) GRANULOMETRIA DEL MATERIAL. Para la obtención de una eficiente compactación es necesario, que haya partículas de varios tamaños en el material por compactar, ya que las partículas de menor tamaño ocuparán los espacios formados entre partículas de mayor tamaño.

Un material que contenga partículas de un solo tamaño será difícilmente compactado; sólo a través de un enérgico esfuerzo de compactación, el que provocará la fragmentación de las partículas, podrá ser densificado.

Es oportuno hacer notar aquí, que la forma de las partículas también tiene importancia en la compactación. Materiales con partículas de forma angulosa son generalmente más fácilmente compactados por sus acuñamiento, que materiales con partículas redondeadas.

3) NUMERO DE PASADAS. El número de pasadas que un equipo deba dar sobre un material dependerá de: (Fig. 6.1)

A) Tipo de compactador

B) Tipo de material

C) Contenido de humedad

D) Forma en que se aplique la presión al material.

E) Maniobrabilidad del equipo.

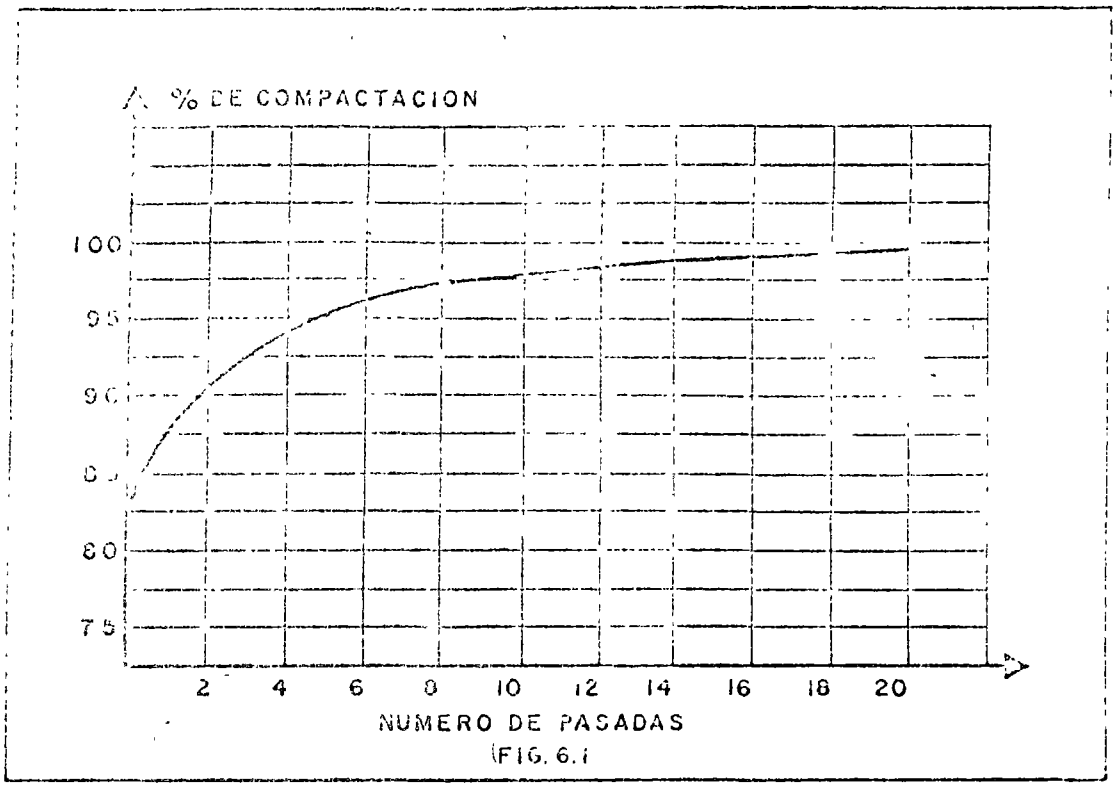


FIG. 6.1

4) PESO DEL COMPACTADOR. La presión ejercida sobre el material dependerá, en parte, del peso del equipo de compactación.

5) PRESION DE CONTACTO. Más que el peso del compactador importa la presión de contacto; ésta depende de:

A) Tipo de material

B) Estado del material (Suelto ó Semicompacto).

C) Area expuesta por el compactador

D) Presión de inflado en el caso de un equipo sobre neumáticos.

E) Peso del compactador.

F) Temperatura del material tratándose de mezclas asfálticas.

Los fabricantes de equipo de compactación se han preocupado por que sus máquinas ejerzan presiones de contacto uniformes, lo cual han logrado mediante suspensiones isostáticas.

Es necesario hacer hincapié, que resulta de mayor importancia la -- presión de contacto de un compactador, que el peso del mismo.

Por ejemplo un compactador muy pesado necesita de un mayor número de llantas ó de llantas más grandes, con lo cual, el área de contacto entre el compactador y el material se incrementa, resultando la presión de contacto, similar a la de un compactador normal con menos llantas o llantas menores.

6) VELOCIDAD DEL EQUIPO. De la velocidad de traslación del compactador y del número de pasadas, dependerá la habilidad de producción de un determinado equipo.

El equipo de compactación debe ser de una eficiencia tal, que no interfiera con el veloz equipo de depósito de material.

En virtud de que el equipo para movimiento de tierras se ha mejorado en tamaño, rapidez y eficiencia, así también los equipos de compactación se han modificado para poder mantenerse a un nivel de producción semejante.

La maniobrabilidad de un equipo compactador influye definitivamente en la velocidad del equipo.

7) ESPESOR DE CAPA. El espesor de capa por compactar dependerá esencialmente de:

A) Tipo de material
B) Humedad en el material
C) Tipo de compactador
D) Grado de compactación especificado.

Para determinar cual es el espesor de capa, de un cierto material, que puede compactar un equipo determinado, se puede uno referir al método del bulbo de presión.

Suponiendo que se quiere compactar, con un determinado equipo, un material que con una presión de 2.7 Kg/cm². se densifica correctamente, tratemos de encontrar el espesor de capa.

$$\text{presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Area}}$$

Se supone una área circular de contacto = 3.14 e^2.

La fuerza es el peso por llanta del compactador = F.

La presión de contacto es:

$$p_o = \frac{F}{3.14\ e^2}.$$

De donde:

$$e = \sqrt{\frac{F}{3.14\ p_o}}$$

Suponiendo F = 1800 Kg. y p_o = 9 Kg/cm².

$$e = \sqrt{\frac{1800\ \text{Kg.}}{3.14 \times 9}} \doteq 8\ \text{cm.}$$

Recurriendo a los factores de influencia para diferentes profundidades de la teoría de Boussinesq obtenemos:

Profundidad	Factor de influencia	Presión
e = 8 cm.	$p_1 = 0.6\ p_o$	P_1 = 5.4 Kg/cm²
2e = 16 cm.	$p_2 = 0.3\ p_o$	p_2 = 2.7 Kg/cm²
3e = 24 cm.	$p_3 = 0.15\ p_o$	p_3 = 1.35 Kg/cm²
4e = 32 cm.	$p_4 = 0.09\ p_o$	p_4 = 0.81 Kg/cm²

De lo anterior se concluye que para un material que requiere 2.7 Kg/cm². de presión para ser compactado eficientemente con un compactor de 1800 Kg. de carga por rueda y una presión de contacto de 9 Kg/cm², se puede usar un espesor de capa de 16 cm.

C A P I T U L O VII

SELECCION DE COMPACTADORES

La selección del compactador más adecuado no siempre es sencilla, ya que depende de muchos factores: tipo de suelo, tipo de trabajo, método de movimiento de tierras, compatibilidad con equipo de otras actividades, compactadores disponibles, continuidad de trabajo, al final de este capítulo se da una tabla de selección que se intenta como guía únicamente, pero en la selección final deben hacerse intervenir, cuando menos, los factores mencionados. Es frecuente la combinación de varios equipos que combinen los diferentes efectos de compactación.

Los factores mas importantes que deben tomarse en cuenta para esta selección son:

1) Tipo de Material
2) Tamaño de la Obra
3) Requerimiento especiales.

1) TIPO DE MATERIAL.

Los materiales de granulometría gruesa son los más apropiados para

compactar por el método dinamico.

Arenas, gravas y piedra triturada son eficientemente compactadas -- con este método.

Para estos tipos de material se usan con éxito los compactadores vibratorios lisos arrastrados ó autopropulsados.

Bases y sub-bases que pueden compactar al 95%, en espesores de 20 a 25 cm. en 3 ó 4 pasadas de un rodillo vibratorio de 4600 Kg. de peso y con una frecuencia de 1500-1800 vibraciones por minuto.

Para la compactación de limos se puede usar el rodillo liso vibratorio en caso de contener un 35 % de arena. El rodillo pata de cabra vibratorio resulta adecuado para la compactación de limos que contengan arcilla.

Para materiales arcillosos o arcilla se usa el rodillo pata de cabra vibratorio ó un rodillo de impacto. Habrá que vigilar la humedad del material, como en cualquiera otro de los métodos, cuando se trate de arcillas.

2) TAMAÑO DE LA OBRA.

Dependiendo del tamaño de la obra y habiendo ya seleccionada el tipo de compactador adecuado para el material por compactar, se puede determinar, el número de compactadores necesarios para cumplir con el plazo estipulado.

3) REQUERIMIENTOS ESPECIALES.

Existen casos en que por requerimientos especiales es necesario decidir por un determinado tipo de compactador. Cuando se exige una superficie determinada ó altos grados de compactación será necesario escoger al compactador adecuado.

Debemos tener en mente que, en la construcción pesada, la inversión en equipo es cuantiosa y que éste se adquiere usualmente fuera del país, -

por lo que es muy importante pesar cuidadosamente todas las posibilidades para poder escoger la máquina más eficiente; esto es, el menor número posible de unidades para un trabajo determinado.

SELECCION DE COMPACTADORES

TIPO DE MATERIAL			RODILLO DE REJA	RODILLO DE IMPACTO	PATA DE CABRA	RODILLO VIBRATORIO	[illegible]	RODILLO OTTICO	OTRO
ACABADOS DE CAMINOS Y BASES Y SUB-BASES		ACABADO DE SUPERFICIES ASFALTICAS							
		BASES ASFALTICAS				O		O	O
		BASES GRANULARES				O		X	O
		SUB-BASES GRANULARES				O		X	O
ROCAS		ROCA CON FINOS	O	O		X			
GRAVAS LIMPIAS	GW	GRAVAS BIEN GRADUADAS, MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA CON POCO O NADA DE FINOS	O	O		O			
	GP	GRAVAS MAL GRADUADAS, MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA CON POCO O NADA DE FINOS	O	O		O			
GRAVAS CON FINOS	GM	GRAVAS LIMOSAS, MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y LIMO	O	O		O	O		
	GC	GRAVAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA	O	O		O	O		
ARENAS LIMPIAS	SW	ARENAS BIEN GRADUADAS, ARENA CON GRAVA, CON POCO O NADA DE FINOS	O	O		O			
	SP	ARENAS MAL GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA CON POCO O NADA DE FINOS	O			O			
ARENAS CON FINOS	SM	ARENAS LIMOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y LIMOS	O	O		O	O	X	O
	SC	ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y ARCILLA	X	O		O	X	X	O
ARCILLAS Y LIMOS	ML	LIMOS INORGANICOS, POLVO DE ROCA, LIMOS ARENOSOS O ARCILLOSOS LIGERAMENTE PLASTICOS	X	O		O	O	X	O
	CL	ARCILLAS INORGANICAS DE BAJA O MEDIA PLASTICIDAD, ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS POBRES	X	O	O	X	O	X	O
	OL	LIMOS ORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD	X	O	O	X	O	X	O
	MH	LIMOS INORGANICOS, LIMOS MICACEOS O DIATOMACEOS, LIMOS ELASTICOS		O	O	X	O	X	O
	CH	ARCILLAS INORGANICAS DE ALTA PLASTICIDAD, ARCILLAS FRANCAS		O	O	X	O		O
	OH	ARCILLAS ORGANICAS DE MEDIA O ALTA PLASTICIDAD, LIMOS ORGANICOS DE MEDIA PLASTICIDAD		O	O	X	O		O
	Pt	TURBAS Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS							

PRIMERA SELECCION O — SEGUNDA SELECCION O O CONDICIONES — POSIBLE REQUIERE ESTUDIO X

C A P I T U L O VIII

REGLAS A SEGUIR EN CASO DE TENER PROBLEMAS CON LA COMPACTACION

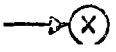
¿ Qué hacer cuando el control nos indica una falla ?

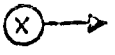
Esta pregunta la vamos a contestar por medio de diagramas lógicos, que siguen a continuación, en los que intenta, en forma general, mostrar un camino lógico para un análisis formal.

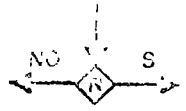
En estos diagramas se usan los siguientes símbolos:

 = Un hecho ó una accion.

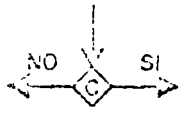
 = Una alternativa.

 = Pasa al punto X

 = El punto X



= ¿ Se resolvió el problema ?



= ¿ Se alcanzó la compactación ?

C A P I T U L O IX

RENDIMIENTO DEL EQUIPO DE COMPACTACION Y COSTO DE LA COMPACTACION

I) RENDIMIENTO DE UN EQUIPO DE COMPACTACION

Para determinar la producción horaria de un equipo de compactación se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

A) Ancho compactado por la máquina = A

B) Velocidad de operación = V

C) Espesor de Capa = E

D) Número de pasadas para obtener la compactación especificada = N

Para calcular la producción se determina primero el área cubierta en una hora con una pasada; dividiendo la cifra así obtenida entre el número de pasadas requeridas para obtener la compactación estipulada, resulta el área compactada de suelo por hora. Multiplicando esta última área por el espesor compactado de capa se obtiene el volumen compactado por hora.

La fórmula puede escribirse:

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

P = Producción horaria (m^3/h).

A = Ancho compactado por la máquina (m)

V = Velocidad (Km/h)

E = Espesor de capa (cm)

N = Número de pasadas

10 = Factor de conversión

C = Eficiencia (0.6 a 0.8)

La eficiencia (C) afecta la capacidad teórica, reduciéndola por --- traslapes de pasadas paralelas, por tiempo perdido para dar vuelta y otros factores.

Conociendo los factores anteriores para cada equipo compactador, se pueden graficar, para espesor constante, las capacidades de producción como se indica en la gráfica. (Fig. 9.1)

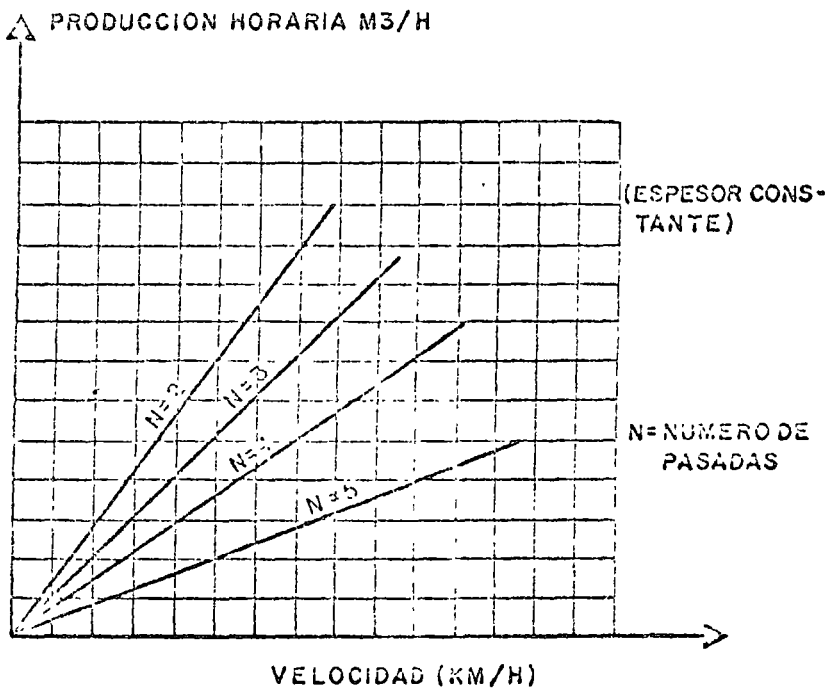


FIG. 9.1

2) COSTO DE LA COMPACTACION.

Conociendo la capacidad de producción de un compactador y para conocer el costo del (m^3) compactado es necesario determinar el costo horario del equipo.

Para la determinación del costo horario del equipo de compactación se siguen, los mismos pasos que se siguen para la determinación de cualquier otro costo horario de equipo de construcción.

Es decir se deben obtener:

A) Cargos fijos.

- Depreciación
- Intereses
- Seguros
- Almacenaje
- Mantenimiento

B) C o n s u m o s

- Combustibles
- Lubricantes
- Llantas

C) O p e r a c i ó n

D) T r a n s p o r t e

Sumando.

A) Cargos fijos
B) Consumos
C) Operación
D) Transporte

COSTO HORARIO

Determinado el costo horario del equipo y conociendo la producción-

del mismo, para un cierto grado de compactación, se puede obtener el costo por (m^3) compactado:

$$\text{Costo por } m^3 = \frac{\text{Costo horario Equipo.}}{\text{Producción Horaria Equipo.}}$$

E J E M P L O: (1)

Se tiene por compactar un material compuesto por 30 % limo y 70 % arena.

Consideramos que se trata de un material granular y por lo tanto un compactador vibratorio es el indicado.

Se analizarán las siguientes alternativas:

1.- Rodillo liso vibratorio arrastrado por tractor agrícola.
2.- Rodillo sencillo liso vibratorio autopropulsado.
3.- Rodillo doble (tandem) vibratorio autopropulsado.

I.- DETERMINACION DE COSTOS HORARIO.

1.- Rodillo liso arrastrado por tractor agrícola.

PRECIO DE ADQUISICION RODILLO	$ 180,000.00
PRECIO DE ADQUISICION TRACTOR	$ 140,000.00
	$ 320,000.00

Se considera una vida útil del conjunto de 8000 Horas y un valor de rescate de cero.

Cargos fijos	$ 102.00
Consumos	$ 6.00
Operación	$ 12.00
Transporte	$ 3.00
	$ 123.00/HORA

2.- Rodillo sencillo vibratorio autopropulsado.

PRECIO DE ADQUISICION $ 390,000.00

Se considera también una vida útil de 8000 horas y un valor de rescate de cero.

Cargos fijos	$ 112.00
Consumos	$ 6.00
Operación	$ 12.00
Transporte	$ 3.00
	$ 133.00/HORA

3.- Rodillo tandem vibratorio autopropulsado.

PRECIO DE ADQUISICION $ 725,000.00

Haremos la misma consideración por lo que respecta a vida útil y valor de rescate que las alternativas anteriores.

Cargos fijos	$ 205.00
Consumos	$ 12.00
Operación	$ 12.00
Transporte	$ 3.00
	$ 232.00/HORA.

II.- DETERMINACION DE PRODUCCIONES HORARIAS.

1.- Rodillo arrastrado por tractor agrícola.

Ancho = 1.50 m.

Velocidad = 4 Km/h.

Espesor = 20 cm.

Número de pasadas = 4 para 95%

Coeficiente de reducción = 0.7

$$P = \frac{1.50 \times 4 \times 20 \times 10 \times 0.7}{4}$$

$P = 210\ m^3/HORA.$

2.- Rodillo autopropulsado.

Ancho = 2.14 m.

Velocidad = 4 Km/h.

Espesor = 20 cm.

Número de pasadas = 4 para 95 %

Coeficiente de reducción = 0.8

(Es de mayor maniobrabilidad y de mayor energía dinámica).

$$P = \frac{2.14 \times 4 \times 20 \times 10 \times 0.8}{4}$$

$P = 342.4\ m^3/HORA$

3.- Rodillo tandem autopropulsado.

Ancho = 1.50 m.

Velocidad = 4 Km./h.

Espesor = 20 cm.

Número de pasadas = 2 (por ser dos rodillos)

Coeficiente de reducción = 0.8

$$P = \frac{1.50 \times 4 \times 20 \times 10 \times 0.8}{2}$$

$P = 480\ M^3/HORA.$

III.- DETERMINACION DE COSTO DE COMPACTACION .

	COSTO HORARIO	PRODUCCION	COSTO x M^3.
Caso 1	$ 123.00/H.	210 M^3/h.	$ 0.59/M^3.
Caso 2	$ 133.00/H.	342.4 M^3/h	$ 0.39/M^3.
Caso 3	$ 232.00/H.	480 M^3/h.	$ 0.48/M^3.

Se hace notar que a pesar de que la diferencia de valor de adquisición entre los casos (1) y (3) es de .26 % aproximadamente, se obtiene un ahorro en el caso (3), del costo de compactación, cercano al 20 %.

Suponiendo que se contara con un compactador de impacto autopropulsado, con costo horario de $ 240.00 y se tratara de compactar el material granular del ejemplo, se obtiene:

Producción horaria:

Ancho = 1.94 mts.
Velocidad = 9 Km./Hora
Espesor = 20 cm.
Número de pasadas = 8 pasadas (contando sus cuatro rodillos).
Coeficiente de reducción = 0.8

$$\text{Producción} = \frac{1.94 \times 9 \times 20 \times 10 \times 0.8}{8}$$

Producción = 349.2 M^3/H

$$\text{Costo por compactación} = \frac{\$\ 240.00/H.}{349.2\ M^3/H.}$$

Costo = $ 0.69/M^3.

El costo obtenido demuestra una mala selección del equipo, ya que resultó mayor que los obtenidos para rodillos vibratorios.

El caso contrario puede encontrarse cuando con un rodillo vibratorio liso trataran de compactarse materiales altamente cohesivos para los cuales el compactador de impacto resultará más ventajoso.

E J E M P L O (2)

MATERIAL POR COMPACTAR: Arena bién graduada.
VOLUMEN POR COMPACTAR: 800 m^3. sueltos/hora.
FACTOR DE REDUCCION AL 95% = 0.85

A) PLANCHA TANDEM.

Ancho rodillos = 2.00 mts.

Velocidad máxima de desplazamiento 7 Km./h.

Número de pasadas para obtener el 95 % de compactación = 10

Espesor compacto de capa = 12 cm.

Costo horario = $ 68.00/h.

B) RODILLO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO

Ancho rodillo = 1.50 mts.

Velocidad máxima de desplazamiento = 4 Km./h.

Número de pasadas para obtener el 95 % de compactación = 3

Espesor compacto de capa = 25 cm.

Costo horario = $ 180.00/hora.

P R E G U N T A S.

1.- ¿ Cuantas planchas tandem son necesarias para compactar 800 m^3. sueltos por hora?.

2.- ¿ Cuantos rodillos vibratorios son necesarios para compactar 800 m^3. sueltos por hora ?.

3.- ¿ Cual equipo proporcionará una compactación más económica ?.

Se determinan primero las producciones horarias de los equipos.

A) PLANCHA TANDEM.

$$P = \frac{2.00 \times 7 \times 12 \times 10 \times 0.8}{10}$$

$$P = 134.4 \ M^3/h. \quad \text{(compactos)}$$

B) RODILLO VIBRATORIO.

$$P = \frac{1.50 \times 4 \times 25 \times 10 \times 0.6}{3}$$

$$P = 400 \ m^3/h. \ \text{(Compactos)}$$

Como las producciones se han determinado en forma compacta y el volumen por hora por compactar esta dado en m^3. sueltos, se debe convertir este último también a forma compacta.

Volumen suelto x factor de reducción = Vol compacto.

$$\text{Vol compacto} = 800 \ m^3/h \times 0.85$$
$$= 680 \ m^3/h$$

R E S P U E S T A S:

1.- Se necesitan tantas planchas como:

$$\frac{680 \ m^3/h.}{134.4 \ m^3/h.} = \text{No. de planchas}$$

No. de planchas = 5.06

Se pueden utilizar 5 unidades, pero con utilización óptima que frecuentemente resulta difícil de obtener.

Se recomienda usar 6 unidades.

2.- Los rodillos vibratorios necesarios son:

$$\frac{680 \ m^3/h.}{400 \ m^3/h.} = \text{No. de rodillos}$$

No. de rodillos = 1.7

No. de rodillos = 2

Usando dos rodillos tendremos como factor de seguridad 0.3 de rodillo.

3.- Determinación del costo de compactación:

A) Planchas Tandem.

$$\text{Costo} = \frac{\text{Costo horario}}{\text{Producción}}$$

$$\text{Costo} = \frac{\$\ 68.00/\text{h.}}{134.4\ \text{M}^3/\text{h.}}$$

$$\text{Costo} = \$\ 0.51/\text{m}^3.$$

B) Rodillos Vibratorios.

$$\text{Costo} = \frac{\$\ 180.00/\text{h.}}{400\ \text{m}^3/\text{h.}}$$

$$\text{Costo} = \$\ 0.45/\text{m}^3.$$

E J E M P L O ③

Una compañía dispone para un trabajo de terracerías, de un rodillo-liso vibratorio autopropulsado con las siguientes características:

Ancho del rodillo = 1.50 mts.

Velocidad máxima de desplazamiento = 5 Km./h.

Número de pasadas para obtener el 100 % de compactación = 9.

Espesor compacto de capa = 18 cm.

Costo horario = $ 180.00/h.

El material por compactar es una arcilla limosa y el volumen total-es de 900,000 M^3. compactos.

P R E G U N T A.

¿ Se justifica la adquisición de un compactador de impacto con las-siguientes características?.

Costo de adquisición $ 850,000.00

Costo horario = $ 230.00/h.

Producción horaria al 100 % de compactación = 230 m^3/h.

Se debe determinar para cada equipo el costo de compactación.

A) Para rodillo vibratorio.

$$\text{Producción} = \frac{1.50 \times 4 \times 18 \times 10 \times 0.8}{9}$$

Producción = 96 m^3/h.

$$\text{Costo compactación} = \frac{\$\ 180.00/h}{96\ m^3/h}$$

Costo compactación = $ 1.88/m^3.

B) Para compactador de impacto.

$$\text{Costo compactación} = \frac{\$\ 230.00/h.}{230\ m^3/h.}$$

$$\text{Costo compactación} = \$\ 1.00/m^3.$$

Comparando un costo contra el otro, se observa que existe una diferencia de $ 0.88/m³. a favor del compactador de impacto.

Como el volumen por compactar es de 900,000 m³. el ahorro total por compactación es de $ 792,000.00 el cual justifica ampliamente la adquisición del compactador de impacto, que en este caso específico, resultaría el adecuado para el material por tratar.

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

1.- CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.
"COMPACTACION"
Ing. Federico Alcaraz Lozano
Centro de Educación continua Facultad de Ingeniería U.N.A.M. -- 1974.

2.- CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.
"CONTROL"
Ing. Federico Alcaraz Lozano
Centro de Educación Continua Facultad de Ingeniería U.N.A.M. -- 1974.

3.- CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.
"EQUIPO DE COMPACTACION"
Ing. Conrado Luer Dorantes
Centro de Educación Continua Facultad de Ingeniería U.N.A.M. -- 1974.

4.- CURSO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS.
"ELECCION DE EQUIPO"
Ing. Roberto Pasquel Lujan
Centro de Educación Continua Facultad de Ingeniería U.N.A.M. -- 1974.

5.- CURSO DE ESTABILIZACION DE SUELOS.
"RODILLOS VIBRATORIOS"
Industria del Hierro
Museo Tecnológico C.F.E. 1973.

6.- MOVIMIENTO DE TIERRAS.
H.L. Nichols Jr.

7.- BREVE DESCRIPCION DEL EQUIPO USUAL EN CONSTRUCCION.
Sección de Construcción.
Facultad de Ingeniería.

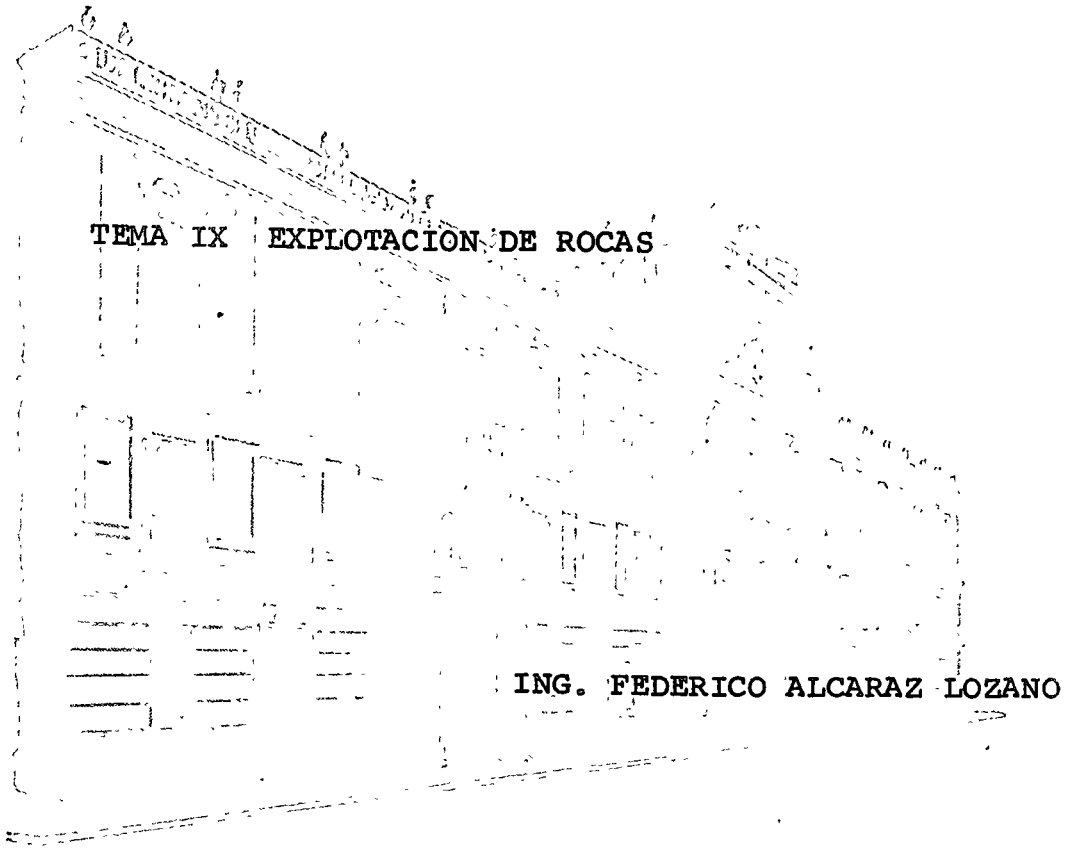
8.- MECANICA DE SUELOS. TOMO I
E. Juárez Badillo
A. Rico R. 1970

9.- MECANICA DE SUELOS EN LA INGENIERIA PRACTICA.
Karl Terzaghi
Ralph B. Peck
1968.

10.- APUNTES DE MECANICA DE SUELOS.
Leonardo Zeevaert
1968.

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS



TEMA IX EXPLOTACION DE ROCAS

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO

JUNIO-JULIO, 1977.

EXPLOTACION DE ROCA:

En la explotación de roca podremos encontrar los siguientes casos importantes:

- *Roca graduada (en la que se piden requerimientos de tamaño).*
  - *Para trituración*
  - *Para enrocamientos etc.*
- *Roca sin graduar (cortes) (en la que no se piden requerimientos de tamaño)*

PROCESOS PRINCIPALES.

- *Extracción*
  - *con arado*
  - *con explosivos*
- *Carga*
  - *En distancias cortas para alimentar otra máquina (Quebradora).*
  - *En distancias largas para pedraplen.*
- *Acarreo*
  - *a corta distancia*
    - *Para alimentar otra máquina (Quebradora).*
    - *Para formar un pedraplén.*
  - *a distancia.*

###

EXTRACCION.

La extracción consiste en separar un fragmento de roca de un banco ó corte, reducido al tamaño adecuado para el uso a que se destine.

Para trituración →	El tamaño limitado por la abertura de la quebradora primaria.
Para enrocamientos. →	El tamaño limitado por proyecto, especificaciones y por el equipo de cargas y acarreo.
Para corte y pedraplén. →	El tamaño limitado por el equipo de carga y acarreo, ó por la capacidad de los tractores.

El proceso de extracción con arado ya fué visto anteriormente en este curso, nos limitaremos a la extracción con explosivos.

EXPLOSIVOS.

DEFINICION.

Por explosivos se entienden aquellas substancias de poca estabilidad química, que son capaces al incendiarse ó detonar de producir una gran cantidad de energía, la que producirá una explosión. Si esta está confinada se aprovecha para separar la roca del banco (tronada)

RESEÑA HISTORICA.

Desde la aparición del hombre en la tierra, hasta el siglo XIV, éste no conocía otra detonación que no fuera la del rayo y otros fenóme--

###

nos telúricos. Nunca pensaron nuestros antepasados que una subs-- tancia aparentemente inofensiva llegara a ocasionar explosiones tan destructoras como las que en la actualidad son capaces de destruír a la humanidad.

En Europa, entre los años 1200 y 1300, se conoció la pólvora negra, la más antigua de las substancias explosivas, que consistía en una - mezcla de salitre, carbón de leña y azufre. Probablemente su in-- ventor fué el monje Bertoldo Schwarz a quien también se le debe su aplicación en las armas de fuego.

La pólvora negra sólo se utilizó para fines bélicos en un principio, y no fué sino hasta el siglo XVII cuando se probó en Alemania e Inglate rra para demoler piedras. Cuando los resultados que se obtuvieron fueron satisfactorios, se abandonaron los viejos métodos mineros, - generalizándose el trabajo con barrenos en la construcción de túneles y caminos. La operación de dar fuego a los barrenos se consideró - siempre peligrosa, ya que hasta el año de 1831 se conoció la mecha lenta.

Cinco siglos después de descubierta la pólvora negra, el químico fran- cés Berthollet (1788) la modificó, sustituyendo el salitre por clorato - potásico, transformándola, así, en un explosivo más potente. En ese mismo año Berthollet presentó la plata negra como una de las subs-- tancias más peligrosas. El alquimista inglés Howard (1799) obtuvó el fulminato de mercurio, el cual hace explosión por medio de llama ó de percusión, constituyendo un verdadero detonante.

###

Aunque los descubrimientos de la nitroglicerina y el algodón pólvora por los químicos Sobrero y Schonbein influyeron notablemente en el campo de los explosivos, el que abrió nuevos horizontes en esta Industria, fué el sabio sueco ALFREDO NOBEL (1833-1896) que logró hacer manejable la peligrosa nitroglicerina, transformándola en un - explosivo de trabajo, al que llamó DINAMITA, la cual no es otra cosa que el 75% de nitroglicerina absorvida en 25% de tierra de infusorios (una tierra de diatomeas muy porosa). A Nobel se le debe, también, la gelativa explosiva, así como la introducción del ya olvidado fulminato de mercurio, que fabricó a manera de cebo para provocar con - seguridad la explosión de la dinamita, del algodón pólvora y de otros explosivos.

Los suecos Ahlsson y Norrbin obtuvieron los explosivos de nitrato de amónico, precursores de los explosivos de seguridad. Turpin dió a conocer el ácido pícrico. Esto, así como la salida al mercado de la pólvora sin humo, la laminar, etc., inició la erección de fábricas de pólvoras y explosivos en todo el mundo, dando así principio a una nueva era en la que se ha tratado de sacer el mayor provecho a estas substancias. Empresas muy poderosas se han dedicado al estudio y los resultados obtenidos son los máximos adelantos en esta materia. Queda al constructor sacar el mayor partido de los explosivos industriales y así cooperar al constante adelanto de los procedimientos de construcción, ya que estos son una expresión objetiva de la evolución constante de la humanidad.

###

PROPIEDADES.

a) Fuerza.

Por fuerza se entiende la energía ó potencia del explosivo; energía que a su vez determina el empuje ó fuerza que desarrolla y, por consiguiente, el trabajo que es capaz de hacer. Las dinamitas nitroglicerinas se clasifican según la proporción de nitroglicerina por peso que contienen. La dinamita nitroglicerina de 40% de fuerza, por ejemplo, contiene realmente 40% de nitroglicerina. La fuerza de acción de este tipo de explosivo se toma como base para la clasificación de todas las demás dinamitas. Así pues, la fuerza de cualquier otra dinamita, expresada en tanto por ciento, indica que esta revienta con tanta potencia como otra alaca equivalente de dinamita nitroglicerina en igualdad de peso.

Pocas son las personas entre las que usan dinamitas que entienden bien la energía relativa de las dinamitas de diferentes porcentajes de fuerza. Suele creerse que la energía verdadera desarrollada por estas distintas fuerzas guarda proporción directa con los porcentajes marcados. Se cree, por ejemplo, que la dinamita de 40% es dos veces más fuerte que la de 20%.

La inexactitud de esta creencia ha sido demostrada por cuidadosas pruebas de laboratorio, cuyos resultados se indican en la tabla siguiente que muestra el número de cartuchos de determinada fuerza necesaria para igualar un cartucho de diferente fuerza y de la misma densidad.

###

TABLA I

Un cartucho	60%	50%	45%	40%	35%	30%	25%	20%	15%
60%	1.00	1.12	1.20	1.28	1.38	1.50	1.63	1.80	2.08
50%	0.89	1.00	1.07	1.14	1.23	1.34	1.45	1.60	1.85
45%	0.83	0.93	1.00	1.07	1.15	1.25	1.36	1.50	1.73
40%	0.78	0.87	0.94	1.00	1.08	1.17	1.27	1.40	1.53
35%	0.72	0.81	0.87	0.93	1.00	1.09	1.18	1.30	1.50
30%	0.67	0.75	0.80	0.85	0.92	1.00	1.09	1.20	1.38
25%	0.61	0.69	0.74	0.78	0.85	0.92	1.00	1.10	1.27
20%	0.55	0.62	0.67	0.71	0.77	0.83	0.90	1.00	1.15
15%	0.48	0.54	0.58	0.61	0.76	0.72	0.78	0.86	1.00

Tabla que muestra el número de cartutuchos de determinada fuerza necesaria para igualar un cartucho de diferentes fuerzas.

b) Velocidad.

Es la rapidez expresada en metros por segundo con que se propaga la onda de detonación a lo largo de una columna de explosivos.

Algunos explosivos violentos detonan mucho más rapidamente que otros. Cuando mayor es la rapidez de explosión mayor suele ser el efecto de quebramiento. Como este efecto depende también hasta cierto punto de la fuerza y de la densidad, deben tomarse en cuenta estas tres propiedades al escoger el explosivo adecuado para un fin determinado.

c) Resistencia al agua.

Los explosivos violentos difieren mucho entre sí por lo que toca a la resistencia al agua. En zonas secas esto no tiene mucho importancia, pero cuando existe mucha agua es preciso emplear un explosivo resistente al agua.

###

d) Densidad.

La densidad de una dinamita se expresa en forma del número de cartuchos de 1 $\frac{1}{4}$" x 8" (3.175 x 20.32cm.) que contiene una caja de 25Kg. la diferencia de densidad tiene por objeto facilitar la tarea de concentrar ó distribuir las cargas de la manera deseada.

e) Inflamabilidad.

Se refiere a la facilidad con que arde un materia. En el caso de las dinamitas, varia desde alguna que se incendian con facilidad y se queman violentamente, a otras que no sufren combustión a no ser que se les aplique directa y continuamente alguna flama exterior.

f) Emanaciones.

Los gases que se originan con la explosión de dinamita son principalmente bióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua, los cuales no son tóxicos en el sentido general de la palabra. Además de éstos, se forman ó pueden formarse emanaciones venenosas como el monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno. En la industria de explosivos estas emanaciones se conocen con el nombre de "gases". Tanto la naturaleza como la cantidad de gases venenosos varían en los diferentes tipos y clases de dinamitas.

g) Selección.

Para seleccionar el explosivo adecuado se anexa la siguiente table con propiedades y uso de los explosivos.

###

TABLA II

TIPO	ACENTE EXPLOSIVO	FUERZA	VELOCIDAD	RESISTENCIA AL AGUA	EMANACION	U S O
Dinamita Nitrogliceri na.	Nitroglicerina		Alta	Buena	Exceso de gases.	Trabajos a cielo abierto.
Extra	Nitroglicerina y amoniaco	20 a 60%	Alta	Regular	Exceso de gases.	Trabajos a cielo abierto.
Granulada	Amoniaco	25 a 65%	Baja	Muy mala	Exceso de gases.	Trabajos a cielo abierto (canteras)
Gelatina	Amoniaco	30 a 75%	Muy alta	Buena a excelente.	Muy pocos gases a nulos	Sismología. Trabajos submarinos y subterráneos.
Permitidos	?	-	Alta	Regular	Muy pocos gases.	Trabajos mineros (carbón)
Baja densidad	Amoniaco	25%	Regular	Ninguna	Pocos gases	Trabajos mineros.
Nitrato de Amonio	Amoniaco	-	Regular	Ninguna	Exceso de gases	Trabajos a cielo abierto.

Selección y Propiedades de los Explosivos más comunes en construcción.

ACCESORIOS PARA VOLADURAS.

Los accesorios para voladuras son los productos ó dispositivos empleados para ceber cargas explosivas, suministrar ó transmitir una llama que inicie una explosión, ó llevar una onda detonadora de un punto a otro ó de una carga explosiva a otra.

INICIADORES.

a) Mecha para minas.

La mecha para minas consiste en un núcleo de pólvora negra especial, envuelto con varias cubiertas de hilazas ó cintas y sustancias impermeabilizantes. Su objeto de hacer estallar al fulminante, por lo tanto debe arder en una forma contínua y uniforme. La velocidad de ignición oscila entre 125 y 131 segundos por metro.

b) Ignitacord.

Es un artefacto para encender mecha. Tiene la apariencia de un cable de diámetro muy pequeño y arde progresivamente con una flama exterior corta y muy caliente que permite encender una serie de mechas en "rotación", con la ventaja de que el tiempo necesario para que una persona inicie el encendido de la serie, es el mismo que se necesitará para encender una sola mecha.

Se surte en tres velocidades de combustión: De 26 a 33 segundos por metro; de 52 a 65 segundos por metro y de 13 a 16 segundos por metro.

###

DETONADORES.

a) Fulminantes.

Los fulminantes son tubos ó casquillos cerrados en un extremo y que contienen una carga de explosivos de gran sensibilidad. Están hechos para detonar con las chispas del tren de fuego de la mecha para mi-- nas.

b) Estopines eléctricos.

Los estopines eléctricos, son fulminantes elaborados de tal manera que pueden hacerse detonar con corriente eléctrica. Con ellos pueden inciarse simultáneamente varias cargas de explosivos de gran potencia. Los estopines eléctricos tienen una carga básica de un explosivo de alta velocidad, una carga como cebo y una carga de ignición suelta ó de tipo píldora.

El dispositivo para la detonación con electricidad consiste en dos --- alambres con aislamiento de plástico, con un tapón de hule que mantiene los alambres en su lugar y un puente de alambre anticorrosivo de diámetro pequeño, que une las terminales de los alambres debajo del tapón. Cuando se aplica la corriente eléctrica el puente se pone incandescente y detona el estopín.

c) Estopines eléctricos tipo instantáneo.

Los estopines eléctricos instantáneos tienen casquillos de aluminio de 1 1/8" de largo; estos son los detonadores para usos comunes. Un alambre lleva aislamiento color rojo y el otro amarillo, estos dos colores distintos son de gran ayuda al hacer las conexiones.

###

d) Estopines eléctricos de tiempo.

Los estopines eléctricos de tiempo son semejantes a los estopines - eléctricos instantáneos, con la diferencia que llevan un elemento de retardo colocado entre el puente de alambre y las cargas de detonación.

Existen dos tipos diferentes de estopines eléctricos de tiempo, los - regulares Mark V y los estopines eléctricos de tiempo "MS". La diferencia estriba, particularmente en la duración del intervalo de retardo entre períodos consecutivos de la serie.

e) Estopines eléctricos de tiempo regulares Mark V.

La nueva serie de estopines eléctricos de tiempo regulares, ha sido fabricada para disparar con un intervalo definido entre el estopín -- más lento de cualquier período y el más rápido del siguiente período-- do. Estas nuevas series aseguran un intervalo positivo de tiempo - entre períodos y a través de toda la serie de tiempos. Comprenden 10 períodos de retardo, los tiempos de detonación de los estopines - Mark V después de aplicar la corriente, para el primer período es de 25 MS y para el décimo período 9.6 segundos.

f) Estopines eléctricos de tiempo "MS".

Los estopines eléctricos de tiempo con retardo de milésimos de segundo difieren de los estopines de tiempo ordinario en que los intervalos de retardo son muy cortos. Su elemento de retardo es diferente al de los estopines de tiempo ordinarios. Se surten en 10 períodos

cuyos numeros indican el tiempo que tarda el disparo en producirse, en milésimos de segundo a saber: MS - 25, MS - 50, MS - 100, -- MS - 150, MS - 200, MS - 300, MS - 400, MS - 600, MS - 800, MS - 1000.

MECHAS DETONANTES.

a) Primacord.

Este producto es un cordón detonante que contiene un núcleo de te-- tranitrato de pentaeritritol (Niperita) dentro de una envoltura impermeable reforzada con cubiertas que la protegen. Tiene una velocidad de detonación muy alta de 6,400 metros por segundo. La fuerza con que estalla es suficiente para hacer detonar los explosivos violentos continuos dentro de un barreno, de modo que si se conecta al primer cartucho que se coloque en el barreno, actúa como un agente inicia-- dor a todo lo largo de la carga explosiva.

El "primacord" se usa principalmente para disparos múltiples de barrenos grandes en la superficie ya sean verticales y horizontales. Es ilimitado el número de barrenos que pueden dispararse en esta forma.

PINZAS CORRUGADORAS DE FULMINANTES.

Hay dos tipos de pinzas: Las de mano y las máquinas corrugadoras. Las pinzas de mano dan un servicios satisfactorio en las operaciones donde el número de fulminantes que va a fijarse a los tramos de mecha es relativamente pequeño. En cambio la máquina se recomienda para operaciones donde diariamente se fija una gran cantidad de fulminantes y donde hay puestos centrales para hacer ese trabajo de fi-

###

jación.

MAQUINAS EXPLOSORAS.

Estas máquinas suministran la corriente necesaria para disparos -- eléctricos. Hay dos tipos de Máquinas Explosoras. El tipo "Descarga de Condensador" y el tipo "Generador".

DESCARGA DE CONDENSADOR.

Utiliza pilas secas para la carga de un banco de condensadores que - ya así pueden proporcionar una corriente directa y de corta duración a los dispositivos de disparo eléctrico. Están provistas de cajas metálicas resistentes al agua. Se caracterizan por:

1. *- Una capacidad extremadamente alta, en comparación con su peso y tamaño.*
2. *- La ausencia de partes dotadas de movimiento.*
3. *- La eliminación del factor humano que interviene en las máquinas de tipo mecánico.*
4. *- Una luz piloto, y*
5. *- Un sistema de alambres e interruptores que reúne importantes características de seguridad.*

GENERADOR.

Su principio se basa en un generador modificado que proporciona una corriente directa pulsativa. Estás máquinas son de tipo llamado "de vuelta" ó también "Cremallera". Están diseñadas de tal manera que no fluye de ellas corriente alguna hasta que se dé todo el movimiento

###

necesario a la manivela de Vuelta ó de Cremallera; es entonces cuando la corriente va a dar a las líneas de disparo en casi todo su amperaje y voltaje.

INSTRUMENTOS DE PRUEBA.

a) Galvanómetro para voladuras.

Este instrumento tiene una pila especial de cloruro de plata que proporciona la corriente necesaria para mover una manecilla en una escala graduada. La pila y las partes mecánicas están encerradas en una caja de pasta la cual está provista de dos bornes de contacto. Sirve para probar los estopines eléctricos individuales y también para determinar si un circuito de voladura está cerrado ó no y si está en condiciones para el disparo; además sirve para localizar los alambres rotos, las conexiones defectuosas y los cortos circuitos, así como para medir la resistencia aproximada de un circuito.

b) Voltiohmetro para voladuras.

Este instrumento es una combinación del voltímetro y del óhmetro, que sirve para descubrir la presencia de corrientes extrañas, para la lectura de voltaje de las líneas y para medir la resistencia de los circuitos de voladura.

c) Reostato.

Este instrumento se usa para probar la eficiencia de las máquinas explosoras de cremallera.

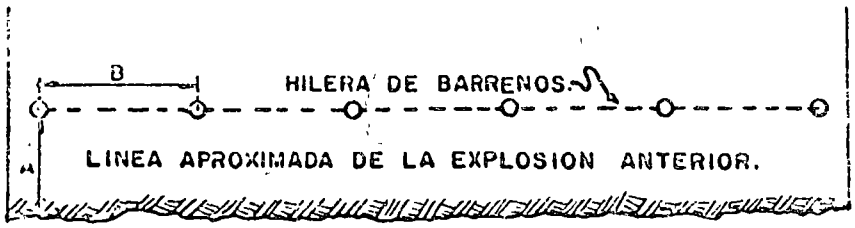
###

VOLADURAS.

Para una buena voladura no basta seleccionar correctamente el - explosivo, ya que es necesario conocer también el método de aplicación más indicado para cada clase de trabajo, obteniéndose con ello una máxima eficiencia, la cual se traduce en menor costo de - la obra. Usualmente los resultados óptimos en voladuras se ad-- quieren a través de la experiencia.

Un corte puede atacarse tronando parte de él, como si se tratara de una cantera de frente angosto, disparando varias hileras de barrenos al mismo tiempo (Fig. 1). Para este caso la profundidad P debe exceder, aproximadamente, 30 centímetros, y tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

$$\begin{array}{rrcl} \textit{Si} & P & < & 3.00 \text{ metros} \\ \textit{Entonces} & A & < & P \\ & B & > & P \\ & B & > & 3.00 \text{ metros.} \end{array}$$



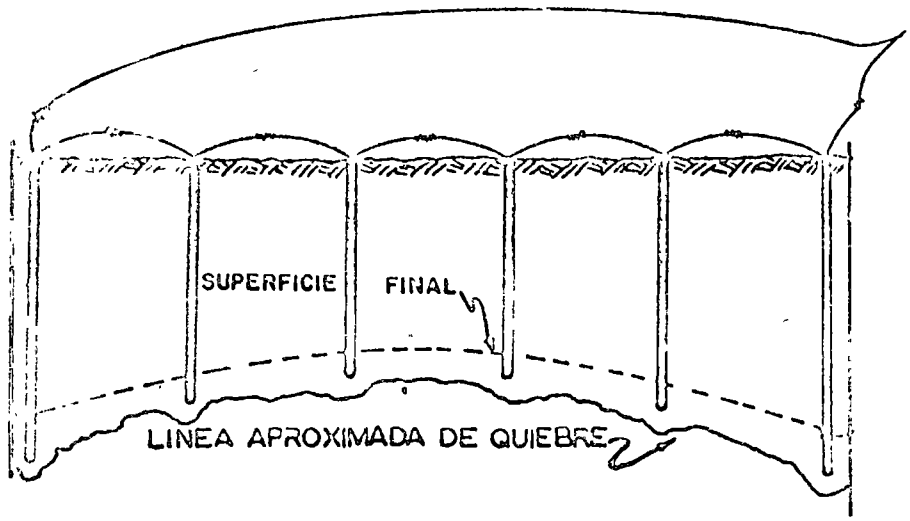


Figura 1

Para barrenación corta es recomendable los barrenos de $1\frac{1}{2}$" (3.31 - cm) de diámetro en donde el pueble no debe pasar de la mitad del barreno. El consumo de dinamita gelatina 40% en este tipo de barrenación es de 0.5 a 0.6 Kg/m3 de roca.

En la construcción de terracerías en laderas deberá utilizarse los - escombros ó rezagas del corte para completar la cama deseada, como se indica en la Fig. 2. Tanto en este caso como en los otros es recomendable efectuar una sola tronada del corte utilizando el sistema Mark V ó de los milisegundos, pues con él se obtiene una mejor fragmentación.

###

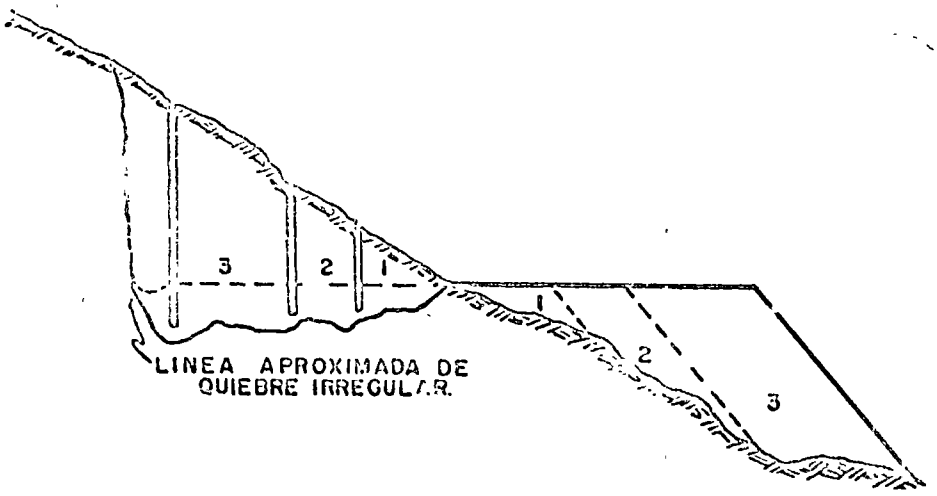


Figura 2.

control de proyección, menor vibración y, con ello, mayor seguridad. Los resultados con el sistema Mark V son sorprendentes; con la práctica puede dominarse una voladura. Los siguientes ejemplos ilustran lo anterior.

Método para reducir la vibración:

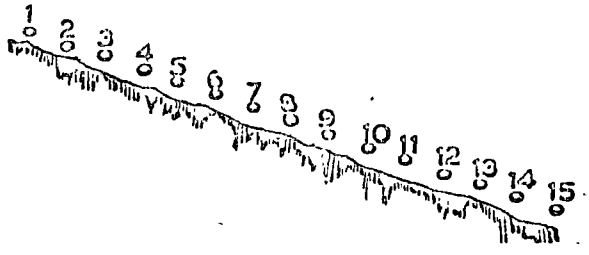


Figura 3.

###

Método para evitar la proyección excesiva:

Figura 4.

Método para dar mayor fragmentación, pero con máxima proyección.

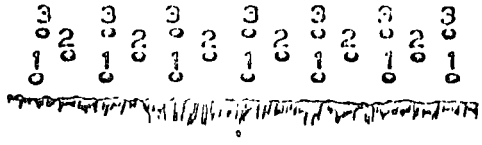


Figura 5.

Para disminuir la proyección es recomendable el siguiente método:

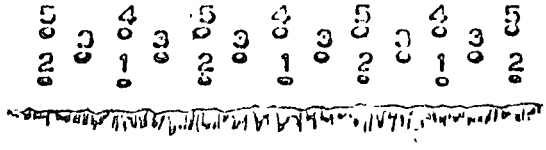


Figura 6.

En la explotación de canteras, cuando los frentes no son muy altos (menores de 10 metros), se utilizan los métodos de las figuras 3, 4, 5 y 6 antes expuesto.

Para bancos comprendidos entre 8 y 15 metros de altura es reco--

###

mendable disparar de 2 a 5 hileras de pozos simultáneamente con el objeto de desprender suficiente material y aumentar la fragmentación.

> *Es importante hacer notar que todas las cifras anotadas son aproximadas y se -- intentan solamente como una guía general, y como una base para comenzar a hacer pruebas en cada caso especial.*

CONSUMO DE EXPLOSIVOS.

Este debe determinarse en cada caso por medio de pruebas.

Para facilitar las pruebas se parte de las siguientes reglas:

1) La carga por metro cúbico de roca fragmentada, será la misma, independientemente del tamaño de la prueba.

2) La carga específica necesaria para una voladura es alrededor de 0.4 kg/m3.

3) La carga del fondo del barreno debe ser 2.7 veces mayor que la carga de la columna

###

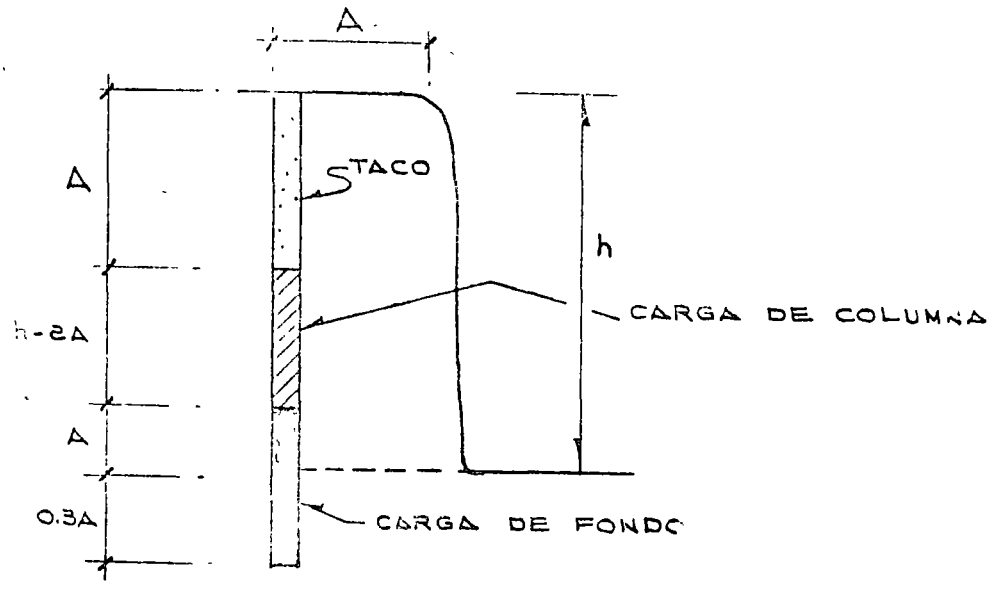


Figura 7.

y se distribuirá de acuerdo con la figura 7.

4) Un buen procedimiento para hacer pruebas consistente en volar -- barrenos de 0.50 m. de profundidad y 0.50 m. de pata. Se repite varias veces el procedimiento, aumentando la carga hasta que sea suficientemente grande para fracturar la pata.

Si el centro de gravedad de la roca es lanzado hacia el frente de - 0 a 1m. se dice que la carga es la correcta. Lanzamientos mayores de la roca, a 2, 4, 6 y 8ms, indican excesos de carga de 10, - 20, 30 y 40% respectivamente.

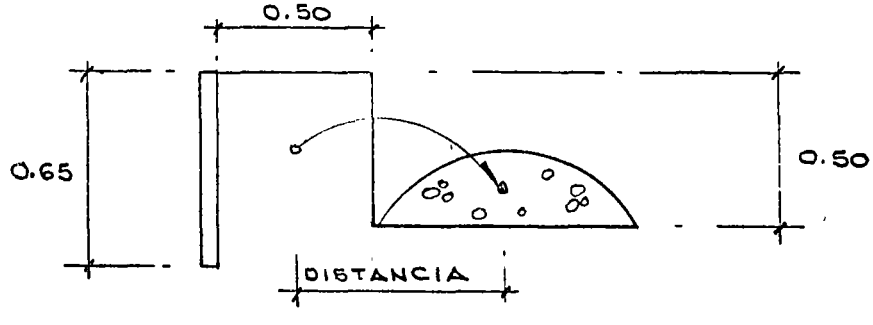


Figura 8.

Con esta carga se hacen pruebas un poco más grandes (5m. de profundidad),

5) *La separación entre barrenos es aproximadamente 1.3 A.*

6) *La pata depende de la carga por metro que se pueda concentrar en el fondo y de la altura de la carga.*

La altura de la carga, a su vez, depende del diámetro del barreno.

7) *La relación entre el tamaño de la pata y el diámetro del barreno (d), está dada por:*

$$A = 40\ d.$$

8) *La relación del diámetro a la altura del banco es de 0.005 a 0.0125.*

9) *Para voladuras de filas múltiples, conviene reducir la distancia entre barrenos, después del frontal según:*

$$A_1 = A - 0.05\ h.$$

10) *El consumo específico para barrenos múltiples es 20% menos que el de un solo barreno.*

11) *El peso volumétrico de la dinamita extra 40% ó gelatina 60% es de 1.0 a 1.4 kg/dm3.*

VOLADURAS CONTROLADAS.

Los consumidores de explosivos han buscado y ensayado muchas maneras para reducir el exceso de rompimiento ó sobreexcavación de las voladuras. Por razones de seguridad, el rompimiento excesivo es inconveniente tratándose de taludes, bancos, frentes ó pendientes inestables y es también económicamente inconveniente cuando la ex-

###

cavación excede la "línea de pago" (implica concreto extra y los taludes fracturados requieren un mantenimiento costoso.)

En voladuras controladas se utilizan varios métodos para reducir el exceso de rompimiento; sin embargo, todas tienen un objetivo común; Disminuir y distribuir mejor las cargas explosivas para reducir al mínimo los esfuerzos y la fractura de la roca más allá de la línea misma de excavación.

Por muchos años la barrenación en Línea fué el único procedimiento utilizado para controlar el rompimiento excesivo. La Barrenación en Línea ó de límite simplemente consiste de una serie de barrenos en línea, vacíos, a corta distancia unos de otros y a lo largo de la línea misma de excavación, proporcionando así un plano de debilidad que la voladura puede romper con facilidad.

Estos procedimientos difieren del principio de la Barrenación en Línea, asencialmente, en que algunos ó todos los barrenos se disparan con cargas explosivas relativamente pequeñas y debidamente distribuidas. La detonación de estas pequeñas cargas tiende a fracturar la roca entre los barrenos y permite mayores espaciamientos que en el caso de la Barrenación en Línea. Por lo tanto, los costos de barrenación se reducen y en muchos casos se logra un mejor control del exceso de rompimiento.

BARRENACION EN LINEA, DE LIMITE O DE COSTURA.

Principio.

La Voladura con Barrenación en Línea involucra una sola hilera de

###

barrenos de diámetro pequeño, poco espaciados, sin cargar y a lo largo de la línea misma de excavación. Esto proporciona un plano de menor resistencia, que la voladura primaria pueda romper con mayor facilidad. También origina que parte de las ondas de choque creadas por la voladura sean reflejadas, lo que reduce la trituración y las tensiones en la pared terminada.

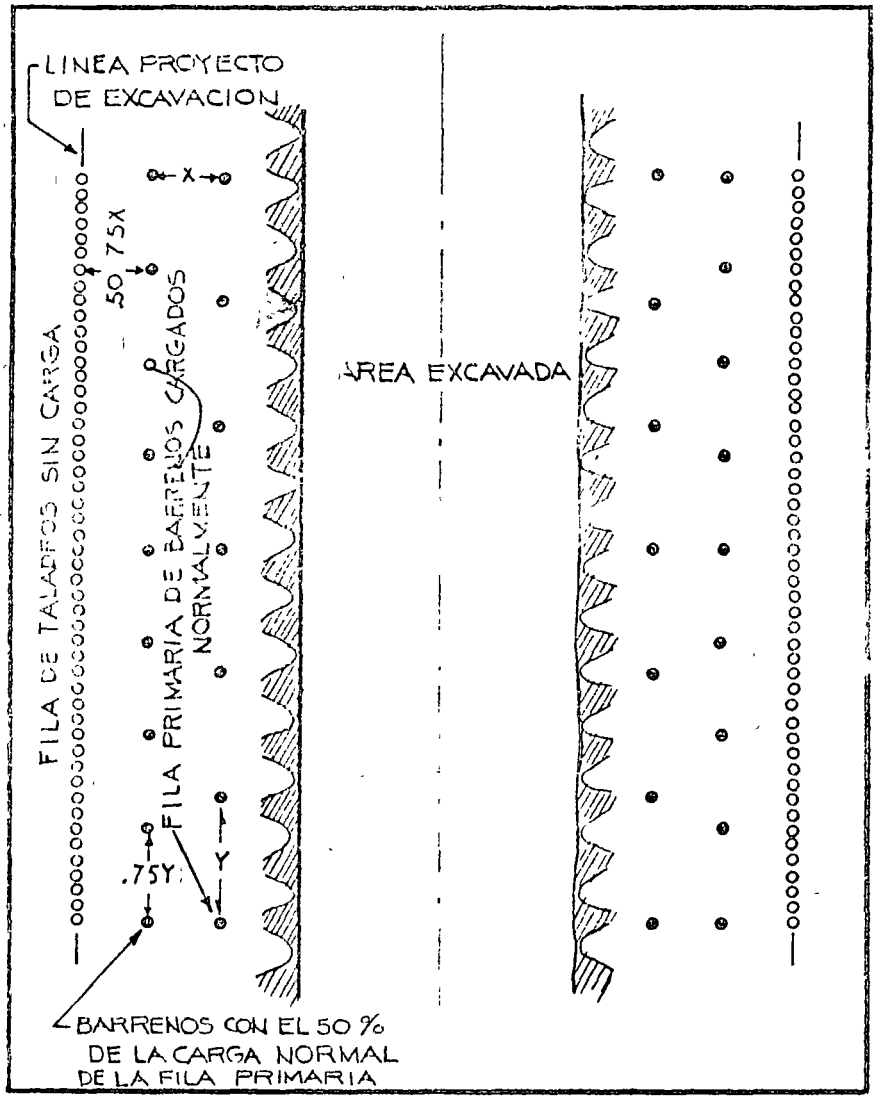
Aplicación.

Las perforaciones de la Barrenación en Línea generalmente son de 2" a 3" de diámetro y se separan de 2 ó 4 veces de su diámetro a lo largo de la línea de excavación. Los barrenos mayores de 3" se usan poco con este sistema pues los altos costos de barrenación no pueden compensarse suficientemente con mayores espaciamientos.

La profundidad de los barrenos depende de su buena alineación. Para obtener buenos resultados, los barrenos deben quedar en el mismo plano. Cualquier desviación en ellos, al tratar de barrenar más profundamente, tendrá un efecto desfavorable en los resultados. Para barrenos de 2" a 3" de diámetro las profundidades mayores a 9 metros son raramente satisfactorias.

a continuación la figura No. 8A

###



Plantilla Típica del Procedimiento de Barrenación en línea.

Figura 8 A

Los barrenos de la voladura directamente adyacentes a los de la -- Barrenación en Línea, se cargan generalmente con menos explosivos y también a menor espaciamiento que los otros barrenos. La - distancia entre las perforaciones de la Barrenación en Línea y los más próximos, cargados, es usualmente del 50 al 75% de la pata -- usual.

Los mejores resultados con la Barrenación en Línea se obtienen en formaciones homogéneas en donde los planos de estratificación, jun-

tas y hendeduras son mínimas.

Trabajos subterráneos.- La aplicación de la teoría básica del sistema de Barrenado en Línea, esto es, utilizando solamente barrenos vacíos, es muy limitada en trabajos subterráneos. Generalmente se usan barrenaciones cerradas, pero siempre cargadas aunque ligeramente. A este procedimiento hemos preferido llamarle Voladura Perfilada y será descrita posteriormente.

VOLADURAS AMORTIGUADAS.

PRINCIPIO

La Voladura Amortiguada a veces denominada como voladura para recortar, lajear ó desbastar, se introdujo en el Canadá hace varios años. Al igual que la Barrenación en Línea, la Voladura Amortiguada implica una sola fila de barrenos a lo largo de la línea proyecto de excavación.

Las cargas para las voladuras amortiguadas deben ser pequeñas, bien distribuidas, perfectamente retacadas y se harán explotar después de que la excavación principal ha sido despejada. Al ser volada la pata, el taco amortigua la vibración dirigida hacia la pared terminada, reduciendo así al mínimo la fractura y las tensiones en esta pared. Disparando los barrenos de amortiguamiento a pequeños intervalos, la detonación tiende a cortar la roca entre ellos dejando una superficie uniforme y con un mínimo de sobreexcavación.

Obviamente, a mayor diámetro de barreno, se obtiene mayor amortiguamiento.

###

TABLA III

CARGAS Y PLANTILLAS PROPUESTAS PARA VOLADURAS AMORTIGUADAS.

DIAMETRO DEL BARRENO EN PULGADAS	ESPACIAMIENTO EN (1) PIES	BERMA EN PIES (1)	CARGA EXPLOSIVA EN LIBRAS/PIE (1)
2 - 2 $\frac{1}{2}$	3	4	0.08 - 0.25
3 - 3 $\frac{1}{2}$	4	5	0.13 - 0.50
4 - 4 $\frac{1}{2}$	5	6	0.75 - 0.75
5 - 5 $\frac{1}{2}$	6	7	0.75 - 1.00
6 - 6 $\frac{1}{2}$	7	9	1.00 - 1.59

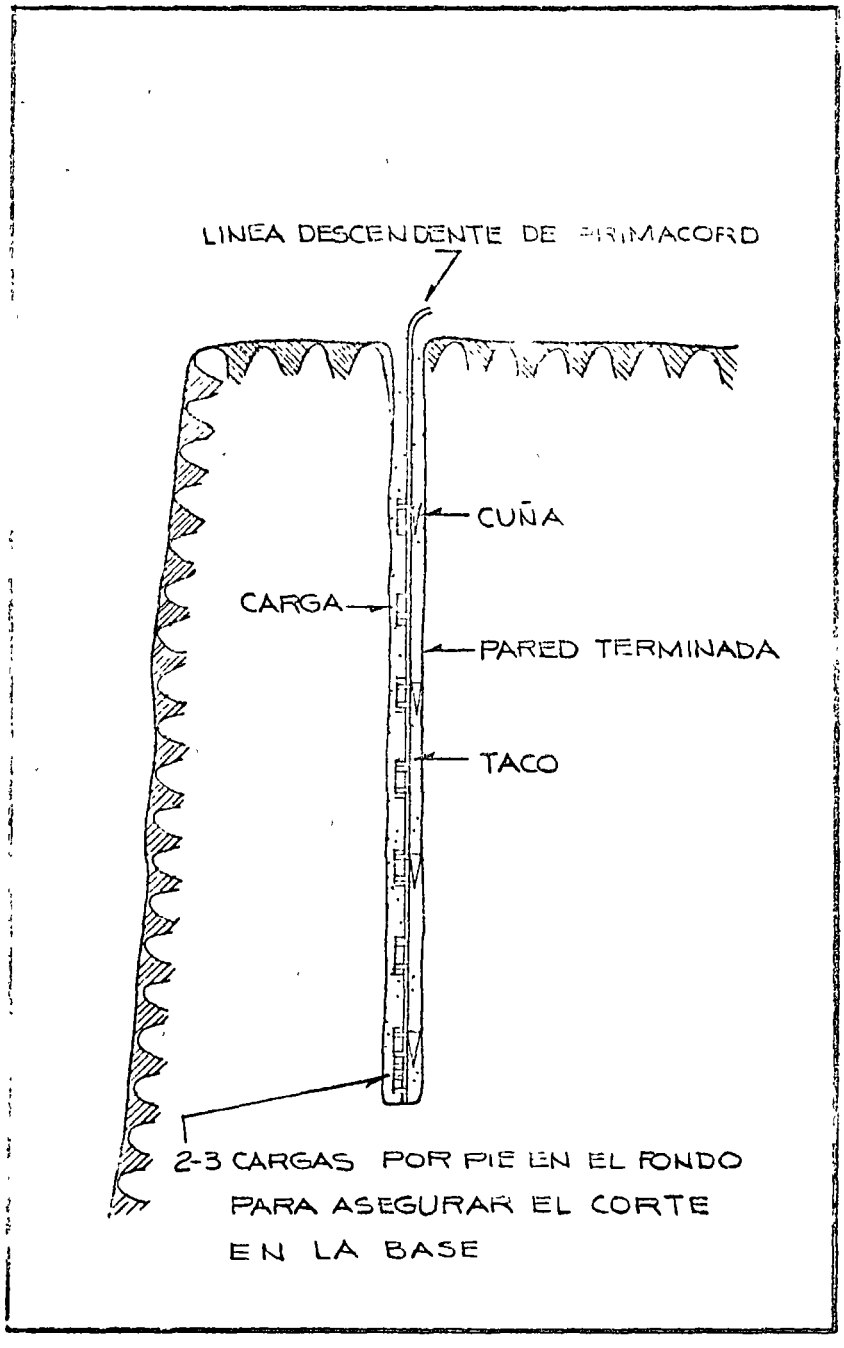
(1). - Dependen de la naturaleza de la roca. Las cifras anotadas son promedios.

(2). - El diámetro del cartucho deberá ser igual ó menor que la mitad del diámetro del barreno.

Trabajos a cielo abierto. - *El banco ó perma y el espaciamiento -- variarán de acuerdo con el diámetro de los barrenos que se hagan. - La Tabla III muestra una guía de patrones y cargas para diferentes diámetros de barrenos. Nótese que los números mostrados cubren un campo promedio debido a las variaciones que resultan del tipo - de formación por volarse. Con este procedimiento los barrenos se cargan con cartuchos enteros ó fraccionados atados a líneas de Primacord a manera de rosario, usándose generalmente cartuchos de - 1 $\frac{1}{2}$" de diámetro por 8" de largo y colocándose a 1 ó 2 pies de separación.*

Para efectos de un amortiguamiento máximo las cargas deben colo-- carse dentro del barreno tan próximas como sea posible a la pared correspondiente al lado de la excavación. (Ver figura 9).

Figura 9



COLOCACION DE LAS CARGAS DE EXPLOSIVO PARA VOLADURAS AMORTIGUADAS.

El retardo mínimo entre la explosión de los barrenos amortiguadores proporciona la mejor acción de corte entre barreno y barreno; por lo tanto, normalmente se emplean líneas troncales de Primacord. En donde el ruido y la vibración resulten críticos, se pueden obtener buenos resultados con estopines de retardo MS.

La profundidad máxima que puede volarse con éxito por este método, depende de la precisión del alineamiento de los barrenos. Con barrenos de diámetros mayores puede mantenerse un mejor alineamiento a mayor profundidad. Las desviaciones de más de 6" del plano de los barrenos dan generalmente malos resultados. Se han hecho voladuras con éxito usando barrenos de amortiguamiento hasta de 90 pies de profundidad.

Cuando se realizan voladuras por amortiguamiento en áreas curvas ó en esquinas, se requiere menores espaciamientos que cuando vuela una sección recta. Pueden también utilizarse ventajosamente taladros-guía cuando se vuelan caras no lineales. En esquinas a 90°, una combinación de varios procedimientos para voladuras controladas, dará mejores resultados que la voladura amortiguada simple-

(Veáse la Figura 10)

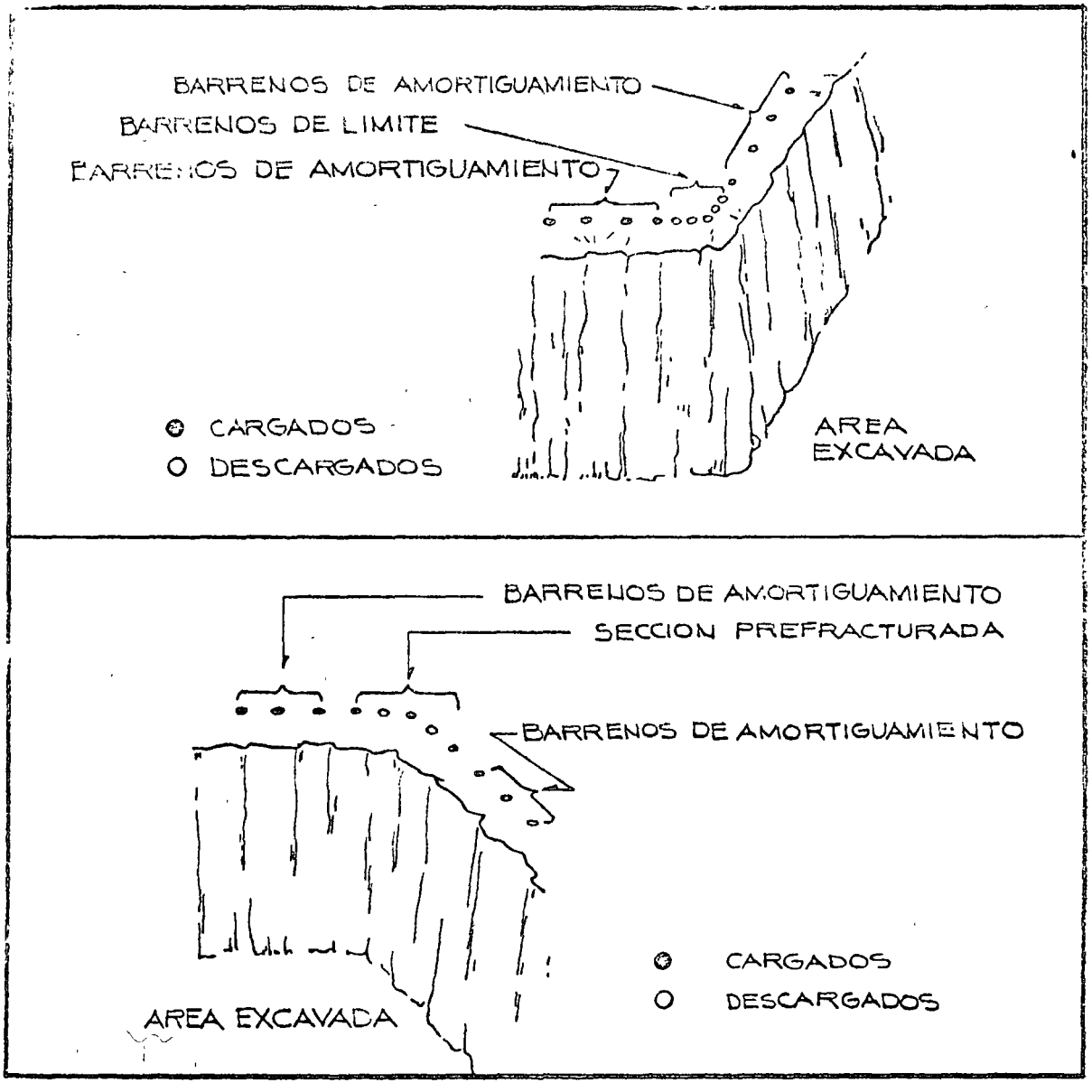
VENTAJAS.

La voladura Amortiguada ofrece ciertas ventajas, tales como:

Mayores espaciamientos entre barrenos para reducir los costos de perforación.

Mejores resultados en formaciones no consolidadas.

Figura 10.



VOLADURAS AMORTIGUADAS EN FRENTES, EN ESQUINA O EN RINCON.

El mejor alineamiento obtenido con barrenos de gran diámetro permite perforar barrenos más profundos.

VOLADURAS PERFILADAS O DE AFINE.

PRINCIPIO.

Puesto que el uso de este método en trabajos a descubierto es prácticamente idéntico a los de la Voladura Amortiguada, se tratará sobre su aplicación solamente en trabajos subterráneos.

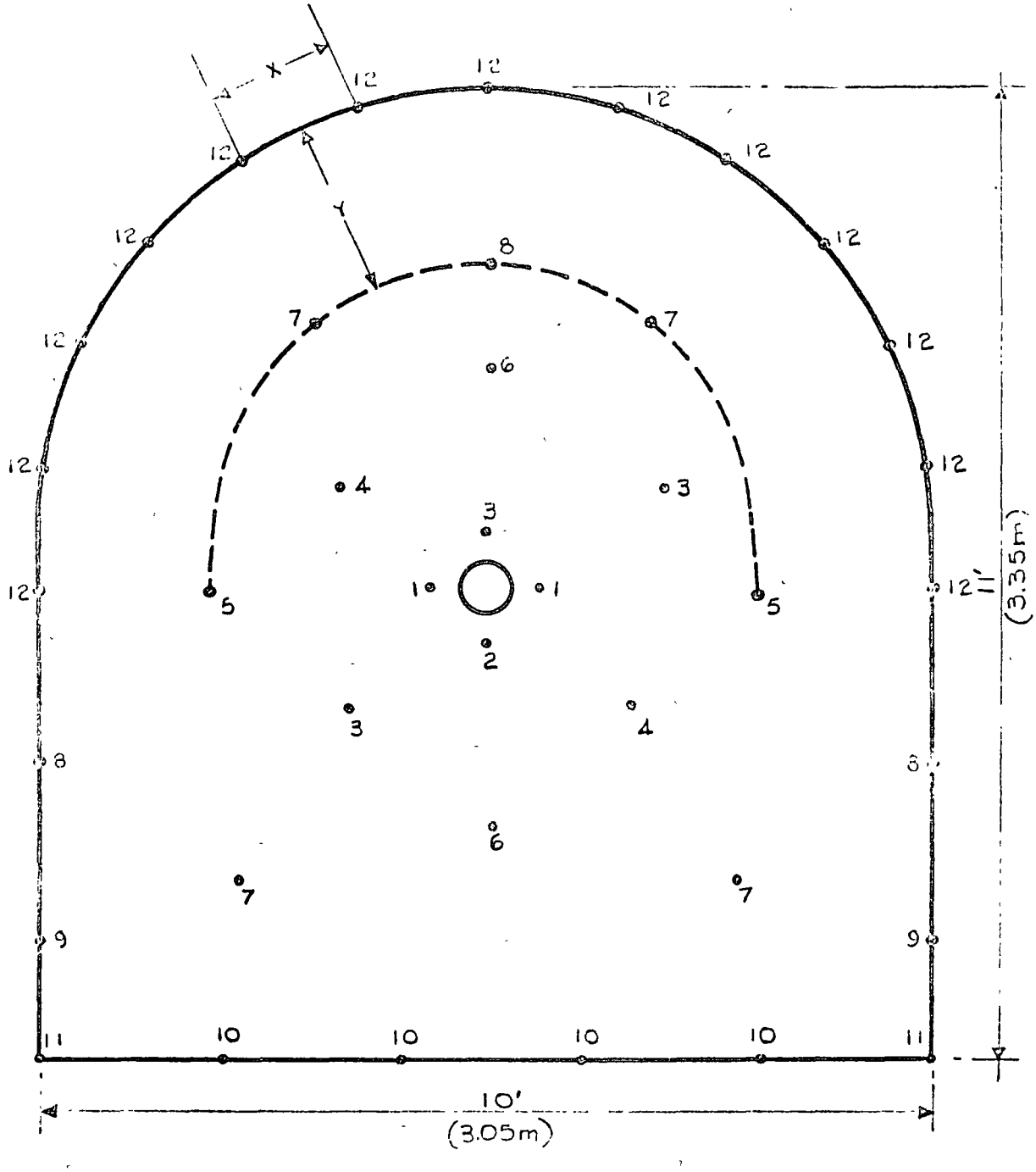
El principio básico de la Voladura de Afine es el mismo que el de la Voladura Amortiguada: Se hacen barrenos a lo largo de los límites de la excavación y se cargan con poco explosivo para eliminar el banco final. Disparando con un mínimo de retardo entre los barrenos, obtiene un efecto cortante que proporciona paredes lisas con un mínimo de sobreexcavación.

APLICACION.

Trabajos subterráneos.- En frentes subterráneos, en donde la roca del techo y de los contrafuertes se derrumba y desmorona por la falta de consolidación del material, el exceso de rompimiento es común debido a la acción triturante de las voladuras.

Empleando el método de la Voladura Perfilada ó de Afine con cargas ligeras y bien distribuidas en los barrenos perimetrales, se requieren menos soportes y resulta una menor sobreexcavación. Aún en formaciones homogéneas más duras, este método proporciona techos y paredes más lisos y más firmes.

Figura 11.



PLANTILLA TIPICA PARA EXPLOSIONES

RETARDADAS EN GALERIAS DE AVANCE

La voladura perfilada en trabajos subterráneos utiliza barrenos perimetrales en una relación de aproximadamente $1\frac{1}{2}$ a 1, entre el ancho de la berma y el espaciamiento usando cargas ligeras, bien distribuidas y disparadas en el último período de retardo de la voladura. (Ver Fig. 11). Estos barrenos se disparan después de los barrenos de pata ó pié para asegurar que la roca fragmentada se desplace lo suficiente para ofrecer el máximo desahogo a los barrenos de la Voladura Perfilada. Este franqueo permite la libre remoción del banco final y produce menos fractura más allá del límite de la excavación.

Las cargas pequeñas bien distribuídas en los barrenos perimetrales usando plantillas y retardos convencionales, han producido regularmente resultados satisfactorios. La Tabla IV proporciona las plantillas recomendadas y las cargas en libras por pié, para la Voladura Perfilada.

Puesto que no es conveniente ni práctico atar cargas a las líneas de Primacord en barrenos horizontales, la Voladura Perfilada se realiza cargando a carril cartuchos de dinamita de baja densidad de pequeños diámetros para obtener, tanto cargas pequeñas, como su buena distribución a lo largo del barreno.

VENTAJAS.

La voladura Perfilada ó de Afine ofrece dos ventajas principales:

Reduce el rompimiento excesivo que produce los métodos convencionales.

Requiere menos ademe.

TABLA IV.

VOLADURA PERFILADA.

DIAMETRO DEL BARRENO EN PULGADAS.	ESPACIAMIENTO EN (1) PIES	BERMA EN PIES (1)	CARGA EXPLOSIVA LIBRAS/PIE (1)
1 ½ - 1 3/4	2	3	0.12 - 0.25
2	2 ½	3 ½	0.12 - 0.25

(1). - Dependen de la naturaleza de la roca.

Las cifras anotadas son - promedios.

##

PREFRACTURADO

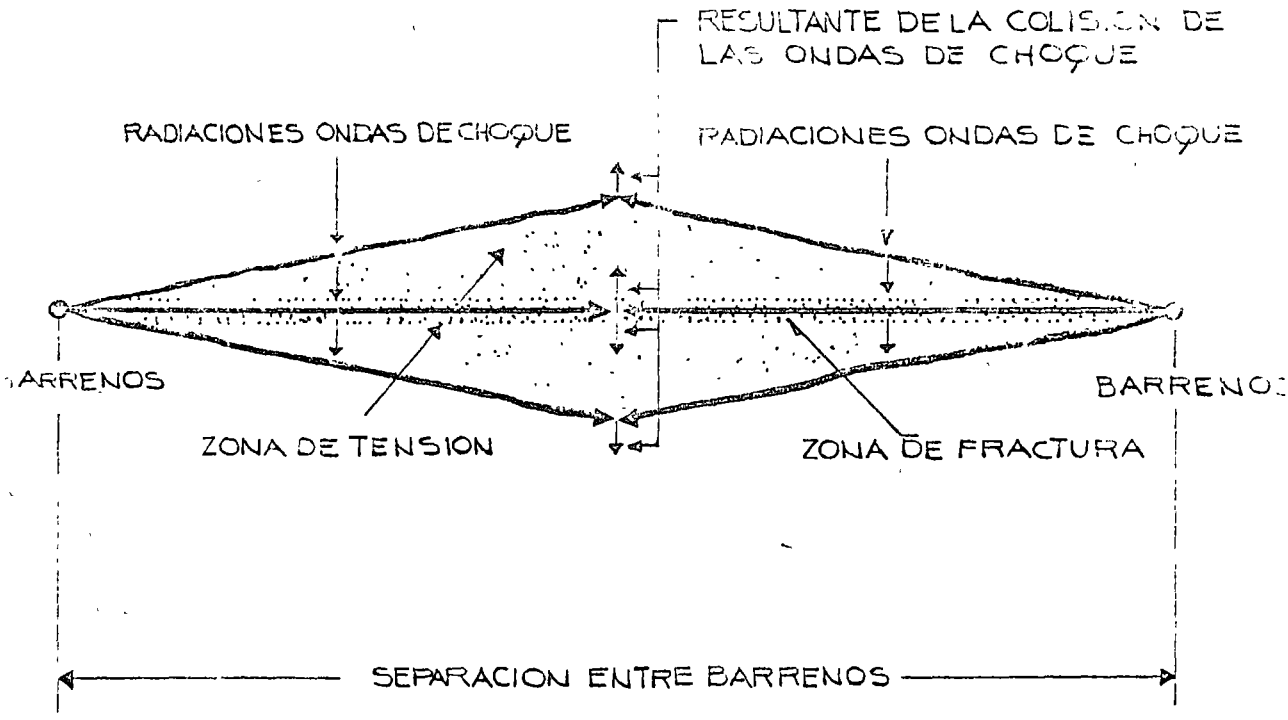
PRINCIPIO.

El Prefracturado, también llamado Precortado ó Pre-ranurado comprende una fila de barrenos a lo largo de la línea de excavación. Los barrenos son generalmente del mismo diámetro (2" - 4") y en la mayoría de los casos, todos cargados. El Prefracturado difiere de la Barrenación en Línea, de la Voladura Amortiguada y de la Voladura -- Perfilada, en que sus barrenos se disparan antes que cualquier ba-- rreno de los de alguna sección de la excavación principal inmediata.

La teoría del prefracturado consisten en que cuando dos cargas se -- disparan simultáneamente en barrenos adyacentes, la colisión de los ondas de choque procedentes de los barrenos rompe la pared de roca intermedia y origina grietas entre los barrenos. (Ver Fig. 12.). Con cargas y espaciamientos adecuados, la zona fracturada entre los barrenos se constituirá en una agosta franja que la voladura principal puede romper con facilidad. El resultado es una pared lisa casi no produce sobreexcavación.

El plano prefacturado refleja parte de las ondas de choque procedentes de las voladuras principales inmediatamente posteriores impi-- diendo que sean transmitidas a la pared terminadas, reduciendo al mínimo la fracturación y la sobreexcavación. Esta reflexión de las ondas de choque de las voladuras principales también tiende a reducir la vibración.

Figura 12.



PRINCIPIO DE PREFACTURADO.

N O T A . - Si los barrenos están sobrecargados, la zona de fractura se extenderá hacia los lados y aún más allá de la zona de tensión.

###

APLICACION.

Trabajos a cielo abierto.- Los barrenos para prefracturar se car-- gan de manera similar a los barrenos para voladuras amortiguadas, esto es, se forman cargas "en rosario" de cartuchos enteros ó partes de cartucho, de 1" ó 1 ½" de diámetro, por 8" de largo, espaciados a 1 a 2 piés centro a centro.

Como en las Voladuras Amortiguadas, los barrenos se disparan generalmente en forma simultánea, usando una línea troncal de Primacord. Si se disparan líneas demasiado largas se pueden retardar - algunos tramos con estopines MS a Conectores Primacord MS.

En roca sin consolidación alguna, los resultados se mejorarán utilizando barrenos-guía ó de alivio (sin carga), entre los barrenos -- cargados, provocando así el corte a lo largo del plano deseado. Aún en formaciones más consistentes, los barrenos-guía colocados entre los cargados, dan mejor resultado que aumentando la carga explosiva por barreno.

Los espaciamientos promedio y las cargas por pié de barreno se dan en la Tabla V. Estas cargas anotadas son para las condiciones de rocas normales y pueden obtenerse utilizando cartuchos de dinamita -- convencionales, fraccionados ó enteros, espaciados y ligados a líneas de Primacord, ("rosario").

La profundidad que puede prefracturarse de una sola vez, nuevamente depende de la habilidad para mantener un buen alineamiento de los barrenos. Las desviaciones mayores a 6" del plano de corte ----

###

TABLA V

CARGAS Y ESPACIAMIENTOS PROPUESTOS PARA EL PREFRACTURADO.

DIAMETRO DEL BARRENO EN PULGADAS.	*CARGA EXPLOSIVA EN LBS./PIE (1)(2)*	*ESPACIAMIENTO EN PIES (1)*
$1\frac{1}{2}$ - 1 3/4	0.08 - 0.25	1 - $\frac{1}{2}$
2 - $2\frac{1}{2}$	0.08 - 0.25	$1\frac{1}{2}$ - 2
3 - $3\frac{1}{2}$	0.13 - 0.50	$1\frac{1}{2}$ - 3
4	0.25 - 0.75	2 - 4

(1) .- Dependen de la naturaleza de la roca.

(2). - El diámetro del cartucho debe ser igual ó menor que la mitad del diámetro del barreno.

deseado, darán resultados negativos. Generalmente la máxima -- profundidad que puede utilizarse para berrenos de 2" a 3½" de diámetro sin una desviación considerable en el alineamiento es de 50 piés.

Teóricamente, la longitud de una voladura para Prefracturar es - ilimitada. En la práctica, sin embargo, el disparar muy adelante de la excavación primaria puede traer problemas pues las carac-- terísticas de la roca pueden cambiar y la carga ser causa de un -- exceso de fractura en las zonas más débiles. Llevando el Prefrac- turado adelante únicamente a la mitad de la voladura principal si-- guiente (Ver Fig. 13) los conocimientos que se van obteniendo con las voladuras principales respecto a la roca, pueden aplicarse a los disparos de prefracturado subsecuentes. En otras palabras, las cargas pueden modificarse si es necesario y corre un menor - riesgo que si se dispara el total de la línea de excavación antes de avanzar con las voladuras principales.

El Prefracturado puede realizarse simultáneamente a la voladura principal retrasando sus barrenos con retardadores MS, de manera que los barrenos de Prefracturado estallen primero que los de la - voladura principal. (Ver Fig. 14).

VENTAJAS.

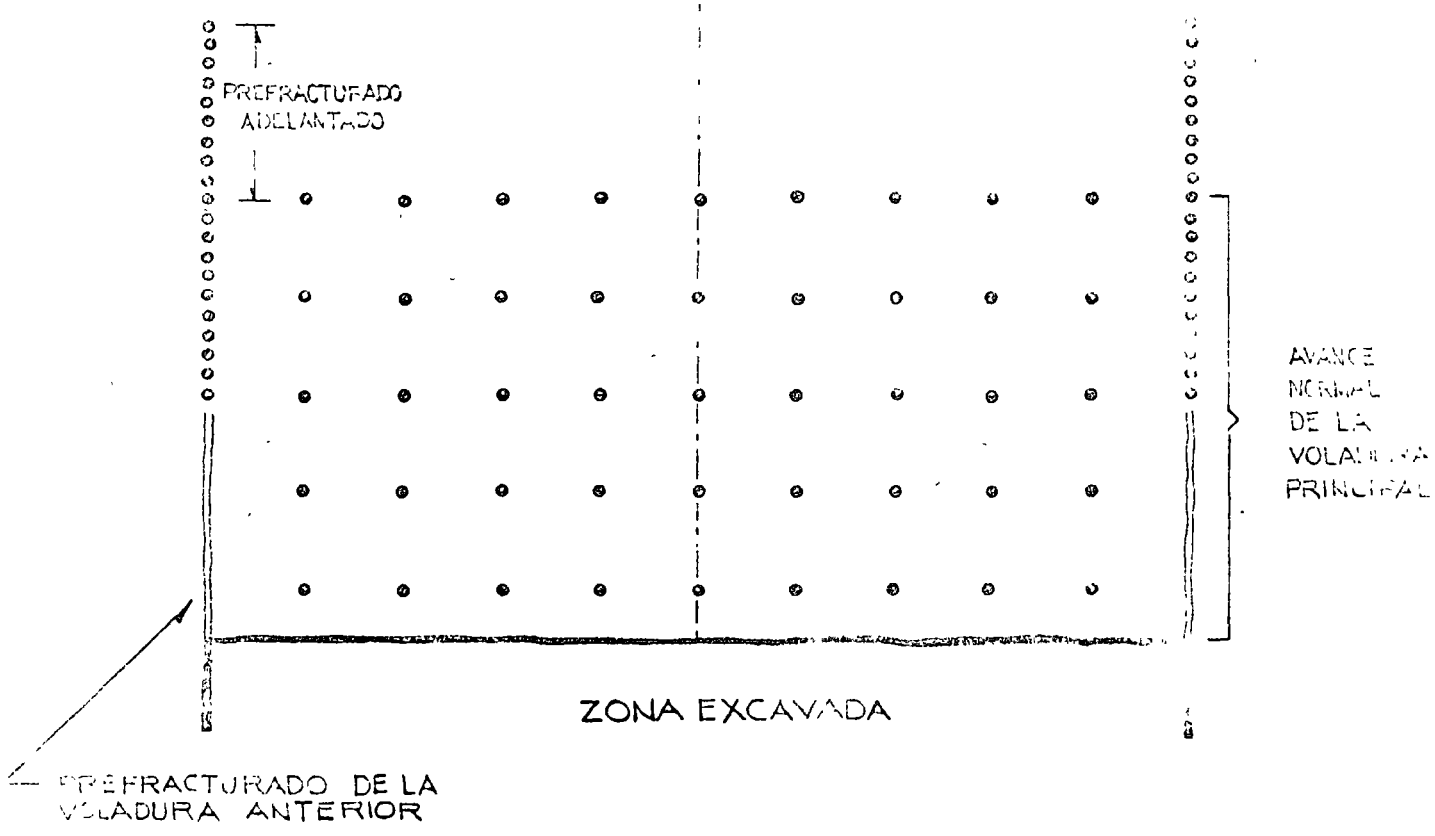
El Prefracturado ofrece las siguientes ventajas:

Aumento en el espaciamiento de los barrenos-reducción de costos de barrenación.

No es necesario regresar a volar taludes ó paredes después de la ex-

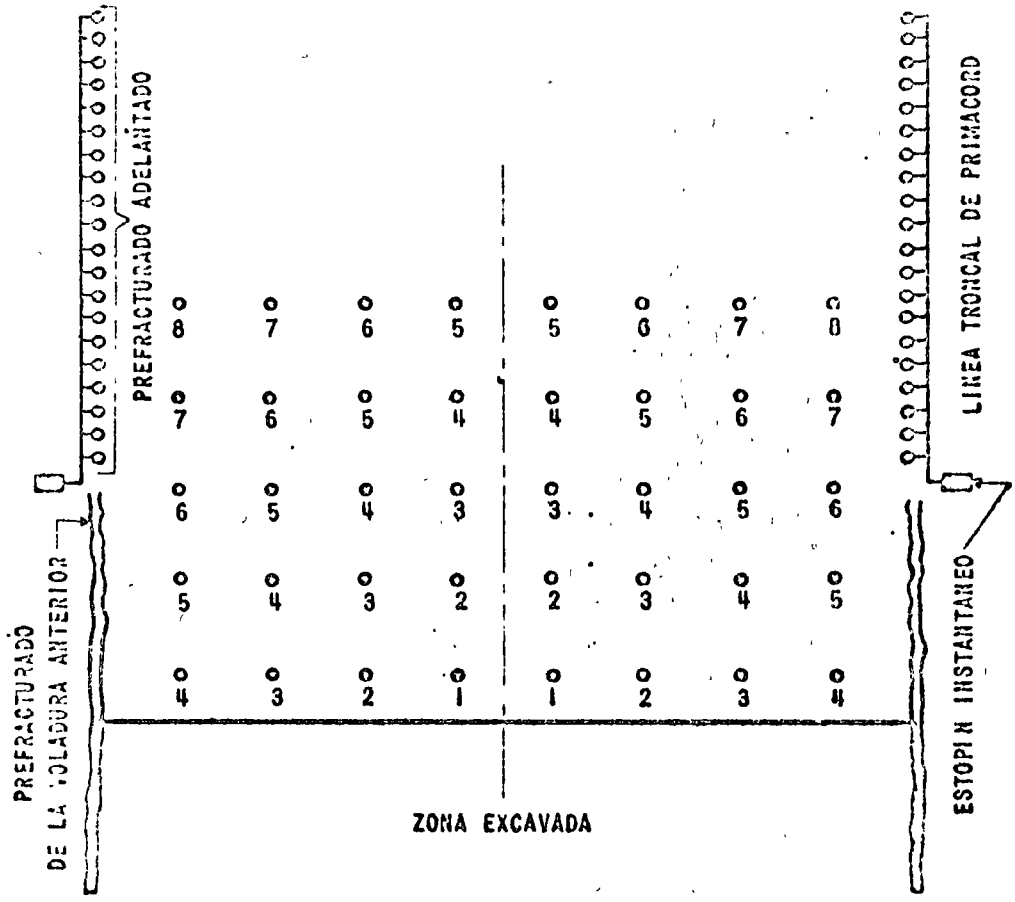
###

Figura 13.



PROCEDIMIENTO RECOMENDADO
PARA
EL PREFRACTURADO

FIGURA 14



PROCEDIMIENTO

DE EXPLOSIONES RETRASADAS DURANTE LA VOLADURA PRINCIPAL EN EL PREFRACTURADO

cavación principal.

CARGA Y ACARREO.

A distancia corta para pedraplenes. Normalmente se usan tractores, pues sirven también para acomodar la roca. Esto ya se vió también en este curso.

A distancia corta para alimentar otra máquina (quebradora).

Se usó durante mucho tiempo pala y camiones. Con el perfeccionamiento de los cargadores frontales, especialmente los de neumáticos, estos han ido desplazando a las palas y camiones, haciendo ellos mismos las dos operaciones.

Los cargadores frontales también ya fueron vistos en este curso, sin embargo haremos un análisis de producción y veremos algunos puntos importantes relativos a un cargador frontal en una planta de trituración.

ESTUDIO DE PRODUCCION PARA CARGADOR FRONTAL Marca MICHIGAN, modelo 175-III, CON CUCHARON DE 5.5 Yds.3 A UNA DISTANCIA DE 550' CARGANDO ROCA CALIZA.

Cálculo del ciclo de carga y acarreo.

Carga y descarga (constante)	*.500'*
Acarreo.	
Cargado a 550' - a 9.95 MPH (velocidad 2a. y 3a.)	
$\frac{550}{9.95 \times 88}$	*.628'*
Vacio a 550' - a 17.85MPH (velocidad 3a. y 4a.)	*.350'*
Total del ciclo	*1.394'*

1.394' por ciclo entre 50' = 35.87 ciclos.

2.671 peso del material por Y3.

5.50 yardas el cucharón = 14690 lbs.

$$\frac{50'}{1.394} \times \frac{2.671 \times 5.50}{2000} = 263 \text{ tons.}$$

263 tons hora x 8 hrs. = 2104 tons.

2104 tons. x .9078 tons. met. = 1910 tons.métricos.

INDICACIONES UTILES PARA CARGA Y ACARREO CON CARGADOR FRONTAL DE NEUMATICOS EN UNA PLANTA DE -- TRITURACION.

1) Localización de la planta:

Lo más cerca posible, generalmente a unos 45 m. del banco.

2) Los caminos deben estar bien conservados, tener pocas curvas. Sus pendientes máximas deben ser 10% y en rampas cortas 20%. de más de 5% reduzca la producción en 2% / 1 %

3) Llantas.

Estas representan el mayor renglón de costos, es necesario vigilarlas.

4) Cucharones y dientes.

El cucharón debe ser considerado como artículo de desgaste. Salvo que el material sea poco común en peso, en contenido de finos, ó en características de carga el cucharón sugerido por el fabricante será la solución más adecuada.

###

Si no son necesarios los dientes en el cucharón para excavar, no los use puesto que el material tiende a escaparse entre los dientes estropeando el camino de acarreo.

CARGA Y ACARREO A DISTANCIAS LARGAS.

La carga de roca representa el mismo problema que en el caso anterior, y ya se vieron las ventajas del cargador frontal, el acarreo de roca solamente es económico en camiones especiales para ello, como son tipo Euclid.

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

TEMA XII CUIDADO DEL EQUIPO DE TERRACERIAS

ING. SALVADOR ARRIETA MILAN

JUNIO-JULIO, 1977.

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) ANALISIS DE INFORMACION.
C) PROGRAMACION Y ASIGNACION DE RECURSOS.

III.- ORGANIZACION.

A) ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.
B) SISTEMA ADMINISTRATIVO.
C) SISTEMAS DE MANTENIMIENTO.
D) SISTEMAS DE INFORMACION.
E) SISTEMAS DE CONTROL.

SEGUNDA SESION DE TRABAJO.

IV.- TEMAS ESPECIFICOS.

A) ANALISIS DE PARAMETROS DE INFORMACION.
B) LIMPIEZA Y LUBRICACION.
C) MANTENIMIENTO DE EQUIPO DISPONIBLE.
D) PRINCIPALES PROBLEMAS PRACTICOS.
E) DIAGRAMAS.

°SSS.

I.- INTRODUCCION

A) DESARROLLO

- HISTORICAMENTE EL MANTENIMIENTO SE INICIA COMO 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.,

------ o -----

I.- INTRODUCCION

B) IMPORTANCIA.

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

- INVERSION DE 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.

----- o -------

°SSS.

I.- INTRODUCCION.

C) JUSTIFICACION ECONOMICA.

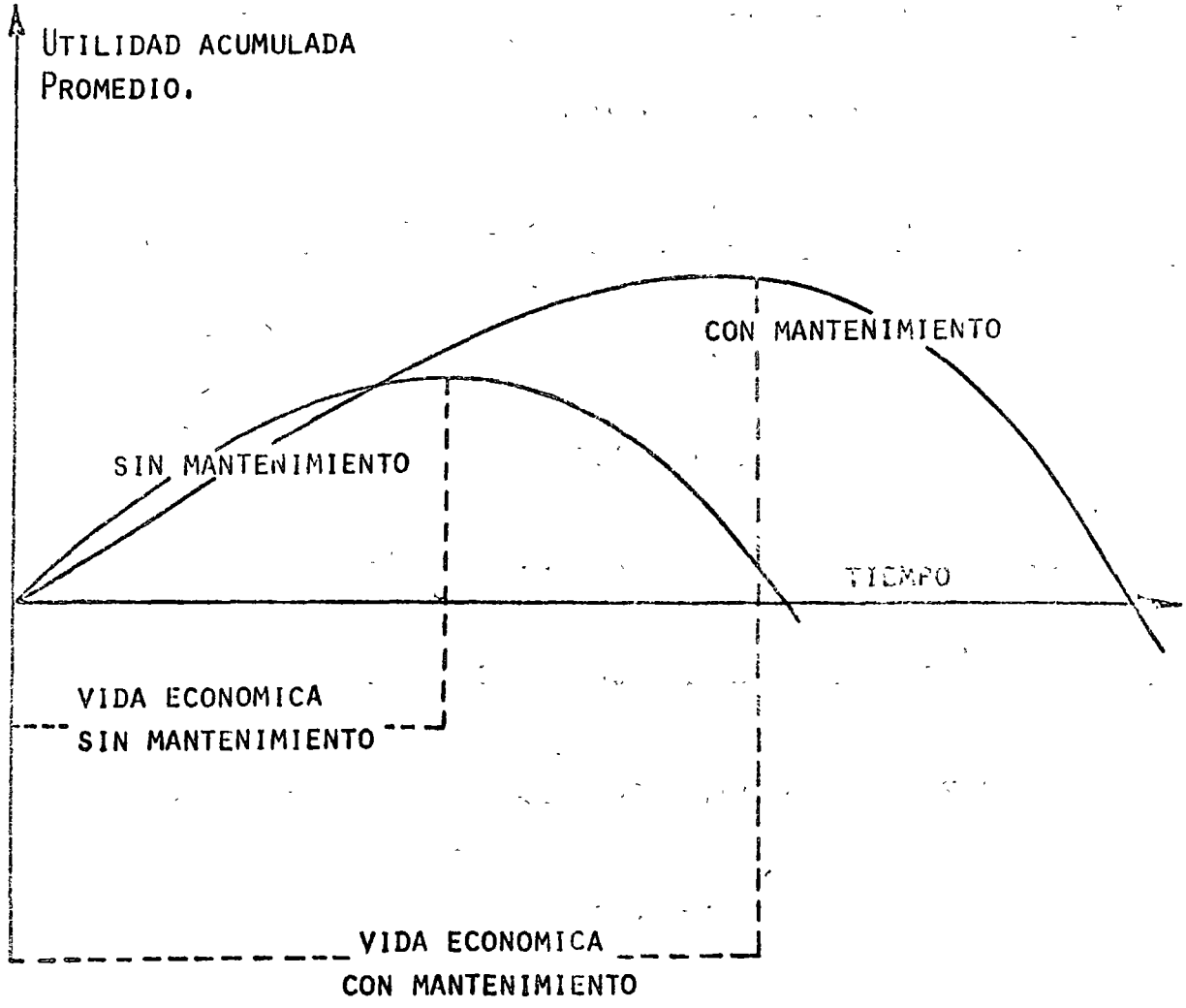
SE DERIVA DE LA CUANTIFICACION DE:

A) DISMINUCION DE LA INVERSION.

B) AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD.

C) DISMINUCION DE COSTOS DE PRODUCCION.

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



D) CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO.

MANTENIMIENTO PLANEADO.

ES EL MANTENIMIENTO ORGANIZADO ORIENTADO A MANTENER EN CONDICIONES DE MAXIMA PRODUCCION EL EQUIPO MEDIANTE LA PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO DE ACUERDO CON LAS NECESIDADES DE LA PRODUCCION Y LAS CONDICIONES DE LA OBRA.

SE COMPONE DE:

A) MANTENIMIENTO PREDICTIVO.
B) MANTENIMIENTO PREVENTIVO.
C) MANTENIMIENTO DE RUTINA.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

ES EL DIAGNOSTICO DEL COMPORTAMIENTO INTERNO Y EXTERNO DE LOS DIVERSOS CONJUNTOS Y SUBCONJUNTOS DEL EQUIPO.

SE BASA EN:

- ANALISIS DE LABORATORIO (ANALISIS DE DESGASTE INTERNO DE METALES).
- EQUIPO DE DIAGNOSTICO Y PRUEBAS.
- ANALISIS ESTADISTICO DE VIDA UTIL DE CONJUNTOS Y SUBCONJUNTOS.

PROPORCIONA.

- ACTUALIZACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

- LOCALIZA E INFORMA PARA QUE SE CORRIJAN FALLAS CUANDO ESTAN EN SU FORMA MAS INCIPIENTE.

- PRONOSTICO DE CAMBIOS Y REPOSICIONES.

6

MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

- ES LA APLICACION PRACTICA DEL MANTENIMIENTO PLANEADO.
- 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 MANTENIMIENTO OBLIGADO.

MANTENIMIENTO DE RUTINA.

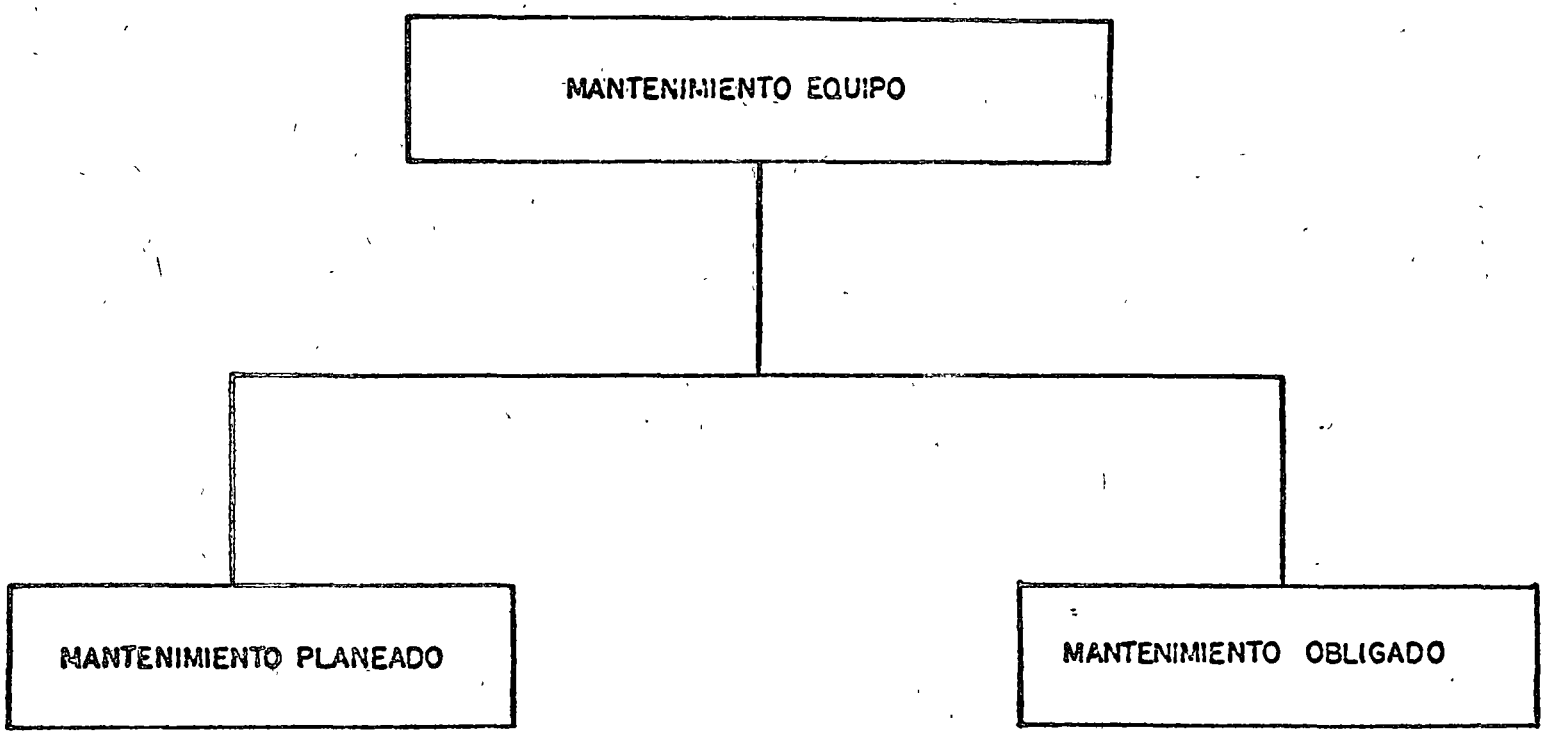
ES EL MANTENIMIENTO QUE DEBE EJECUTARSE A CIERTOS PERIODOS DE TIEMPO PREESTABLECIDOS DE ANTEMANO Y QUE NO ES NECESARIO QUE SE EJECUTEN POR PERSONAL ALTAMENTE CALIFICADO - - (EJEMPLO: ENGRASE DE LOS EQUIPOS).

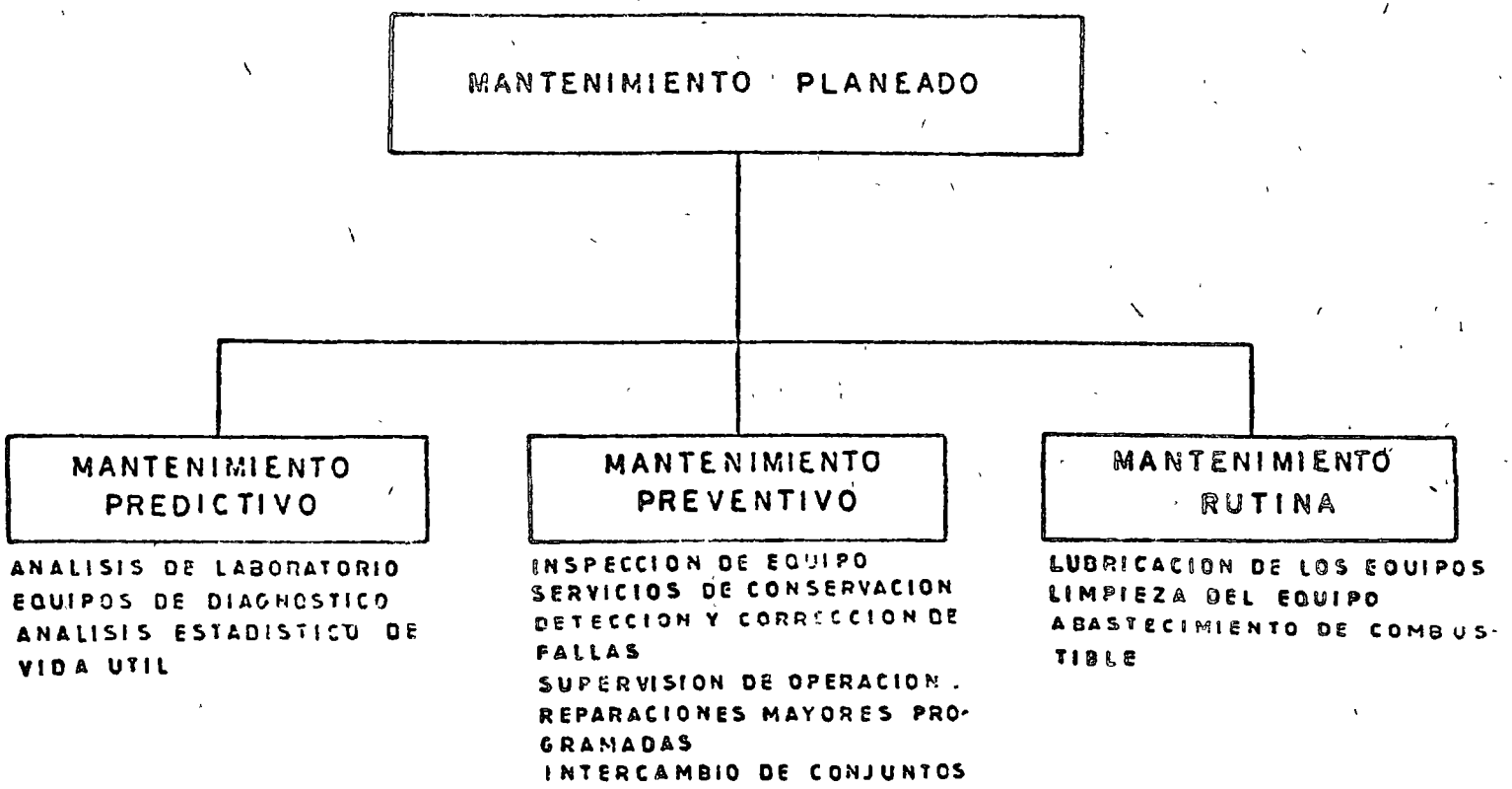
MANTENIMIENTO OBLIGADO.

- ES EL MANTENIMIENTO REALIZADO DESPUES DE LA FALLA.
- ES EL MANTENIMIENTO FUERA DE PROGRAMA.
- SU EJECUCION INMEDIATA ES IMPERATIVA.
- LOS TIEMPOS DE PARO DEL EQUIPO SON PROLONGADOS.
- SU COSTO DE EJECUCION ES SUMAMENTE ELEVADO.

------ O --------

ESTRUCTURAS DEL MANTENIMIENTO




MANTENIMIENTO PLANEADO
MANTENIMIENTO PREDICTIVO
ANALISIS DE LABORATORIO
EQUIPOS DE DIAGNOSTICO
ANALISIS ESTADISTICO DE VIDA UTIL
MANTENIMIENTO PREVENTIVO
INSPECCION DE EQUIPO
SERVICIOS DE CONSERVACION
DETECCION Y CORRECCION DE FALLAS
SUPERVISION DE OPERACION.
REPARACIONES MAYORES PROGRAMADAS
INTERCAMBIO DE CONJUNTOS
MANTENIMIENTO RUTINA
LUBRICACION DE LOS EQUIPOS
LIMPIEZA DEL EQUIPO
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE

II.- PLANEACION

A) OBJETIVOS.

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

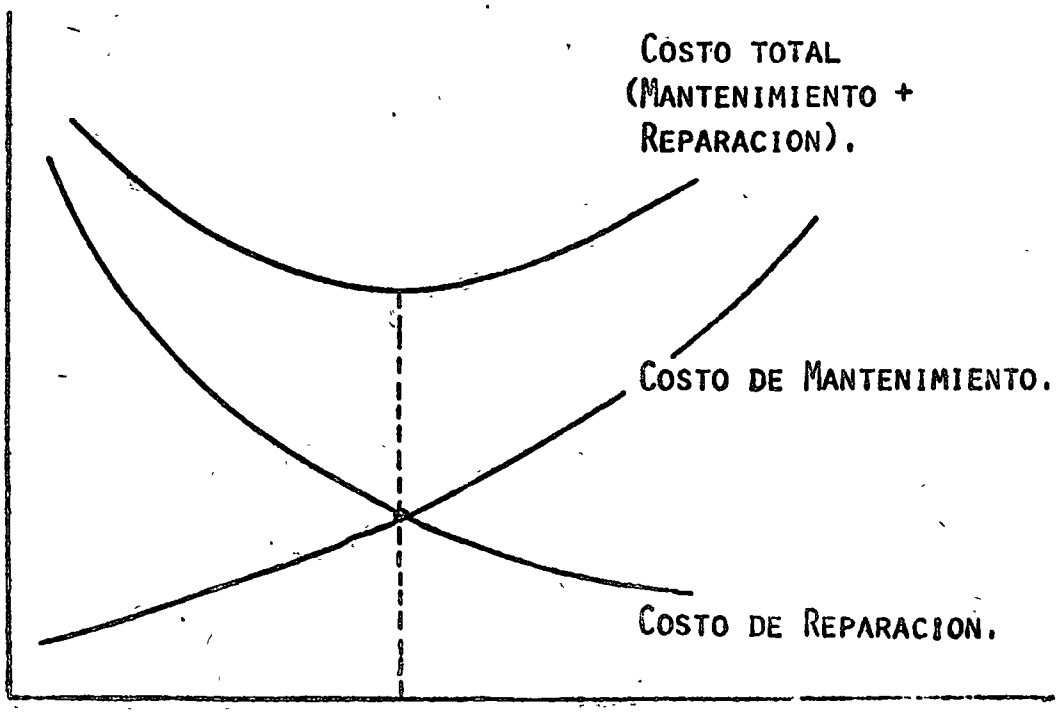
EN TERMINOS SIMPLIFICADOS.

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

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 1-B.

- MINIMIZARA COSTO :
  PROPORCIONANDO EL MANTENIMIENTO AL NIVEL OPTIMO.



B) ANALISIS DE LA INFORMACION.

10

POR LAS CARACTERISTICAS ESPECIALES QUE SE PRESENTAN DE LA CONSTRUCCION, ES NECESARIO HACER UNA PLANEACION DE MANTENIMIENTO ESPECIFICO PARA CADA OBRA.

POR LO QUE SE NECESITA CONSIDERAR:

MAGNITUD Y CLASE DE OBRA.
LOCALIZACION.
PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION.
PROGRAMA DE UTILIZACION DEL EQUIPO.

MAGNITUD Y CLASE DE OBRA.

- OBRAS DONDE SE TIENE AREAS DE GRAN CONCENTRACION DE EQUIPO (PRESAS).

- OBRAS DONDE SE TIENE EL EQUIPO DISTRIBUIDO A LO LARGO DE GRANDES DISTANCIAS (CARRETERAS)

- OBRAS DONDE EL EQUIPO SE ENCUENTRA DISTRIBUIDO EN AREAS EXTENSAS Y A GRANDES DISTANCIAS (ZONAS DE RIEGO).

LOCALIZACION DE LA OBRA.

- VIAS DE ACCESO O COMUNICACION.
- DISTANCIA A CENTROS DE ABASTECIMIENTO.
- CONDICIONES CLIMATOLOGICAS DE LA ZONA.
- CLASE DE TRABAJO A DESARROLLAR Y MATERIAL PREDOMINANTE.

PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION

- CALENDARIO Y SECUENCIA DEL TRABAJO.
- NUMERO DE TURNOS DE TRABAJO DE PRODUCCION Y HORARIO DE LOS MISMOS.
- NUMERO DE FRENTES DE PRODUCCION ATACANDOSE SIMULTANEAMENTE.
- DISTRIBUCION DEL EQUIPO EN LOS DIVERSOS FRENTES DE TRABAJO.
- DISTANCIA APROXIMADA ENTRE LOS DIVERSOS FRENTES DE PRODUCCION.
- COSTOS Y RENDIMIENTOS CON LOS QUE FUE PLANEADA LA OBRA.

PROGRAMA DE UTILIZACION DEL EQUIPO.

- RITMO DE TRABAJO A QUE TIENE QUE SOMETER LAS MAQUINAS PARA CUMPLIR CON EL PROGRAMA.
- CANTIDAD, CLASE Y ANTIGUEDAD DEL EQUIPO QUE SE TENDRA EN OBRA.
- FECHA DE RECEPCION Y DESOCUPACION.
- CANTIDAD Y CLASE DE EQUIPO QUE REQUIERE DE INSTALACION.

PROGRAMACION Y ASIGNACION DE RECURSOS.

- HUMANOS.
- EQUIPO AUXILIAR.
- HERRAMIENTA.
- INSTALACIONES.

RECURSOS HUMANOS.

- SELECCION.
- CAPACITACION.
- DISTRIBUCION.

- SUPERVISION.
- PERSONAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO , PREVENTIVO Y DE RUTINA.
- PERSONAL DE ADMINISTRACION Y CONTROL.
- OPERADORES DEL EQUIPO.

SE DEBE CONSIDERAR:

- CANTIDAD DE PERSONAL Y VARIACION DEL MISMO DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE LA OBRA.
- CAPACIDAD, PREPARACION Y EXPERIENCIA DEL TRABAJADOR.
- DIFERENTES ESPECIALIDADES.
- SALARIOS POR ESPECIALIDAD.
- ESTABLECIMIENTO DE TURNOS Y HORARIOS DE TRABAJO.

DISTRIBUCION DE PERSONAL.

SE DISTRIBUYE DE ACUERDO CON:

- DISTANCIA ENTRE LOS DIFERENTES FRENTES DE TRABAJO, NUMERO Y TIPO DE EQUIPO POR FRENTE.
- IMPORTANCIA DEL FRENTE DENTRO DE LA OBRA.

CAPACITACION.

PROMOVER CONTINUOS CURSOS DE ACTUALIZACION.

CAPACITAR PERSONAL SIN EXPERIENCIA.

CALIFICAR AL PERSONAL PERIODICAMENTE.

EQUIPO AUXILIAR

A.- EQUIPO ESPECIALIZADO.

DE LABORATORIO

ESPECTOFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA.

DE CAMPO.

- EQUIPO DE DIAGNOSTICO Y PRUEBAS.

EQUIPO DE MANTENIMIENTO

FIJO.

INSTALACIONES DE TALLER.

AIRE COMPRIMIDO	-	COMPRESOR, LINEAS
LIMPIEZA.	-	LAVADORAS DE VAPOR Y BOMBAS DE ALTA PRESION.
LUBRICACION.	-	EQUIPO DE LUBRICACION. BOMBAS, CARRETES TAMBORES.
SOLDADURA.	-	SOLDADORAS. EQUIPO DE CORTE. EQUIPO DE TRAZO.
FUNDICION Y FORJA (HERRERIA)	-	FRAGUA, AFILADORAS.
ELECTRICIDAD	-	PROBADOR DE ARMADURAS. - CARGADOR DE BATERIAS.
MAQUINAS HERRAMIENTAS.	-	TORNO, TALADRO. FRESADORA, ROSCADORA.
MOVIL	-	EQUIPO DE LIEMPIEZA. - EQUIPO DE LUBRICACION Y ENGRASE. - TALLER MOVIL. - SOLDADORAS. - EQUIPO DE TRANSPORTE (VEHICULOS).

HERRAMIENTA.

FIJA:

HERRAMIENTA PARA TALLER.

ESMERIL - TORNILLO DE BANCO, PRENSA HIDRAULICA.

PULIDORA.

CAJA DE HERRAMIENTA PARA TALLER.

HERRAMIENTA PNEUMATICA Y ELECTRICA.

HERRAMIENTAS DE MEDICION.

MOVIL.:

HERRAMIENTA PARA CAMPO.

HERRAMIENTA PARA MANIOBRAS.

HERRAMIENTA PARA LLANTAS.

HERRAMIENTA DE MEDICION.

HERRAMIENTAS PARA CALIBRACIONES.

INSTALACIONES.

LAS INSTALACIONES EN OBRAS DE CONSTRUCCION SON:

A) INSTALACIONES DE SERVICIO.

- TALLER MECANICO.
- ALMACEN.
- ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE.

B) INSTALACIONES DE GENERACION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA.

- ELECTRICAS.
- AIRE COMPRIMIDO.
- VENTILACION.
- HIDRAULICAS.

C) INSTALACIONES DE PRODUCCION.

- CONCRETO ASFALTICO.
- CONCRETO HIDRAULICO.
- PRODUCCION DE AGREGADOS.

INSTALACIONES DE SERVICIO.

TALLER MECANICO Y ALMACEN.

A) AREA DE INSTALACION.

- DE FACIL ACCESO.
- EQUIDISTANTE A LOS DIVERSOS FRENTES DE TRABAJO.
- ORIENTACION ADECUADA.
- FUERA DE ZONAS DE TRABAJO PARA EVITAR CONTAMINACION.

B) DIMENSIONES.

- ADECUADA A LA DEMANDA DE TRABAJO SEGUN PROGRAMA.
- INSTALACION SENCILLA Y DE SER POSIBLE MODULAR.
- AREA NECESARIA PARA MANIOBRAS Y ALMACENAJE.
- DIVISION POR DEPARTAMENTOS.

ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE.

SE CONSIDERA BASICO PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE INYECCION DE LOS MOTORES.

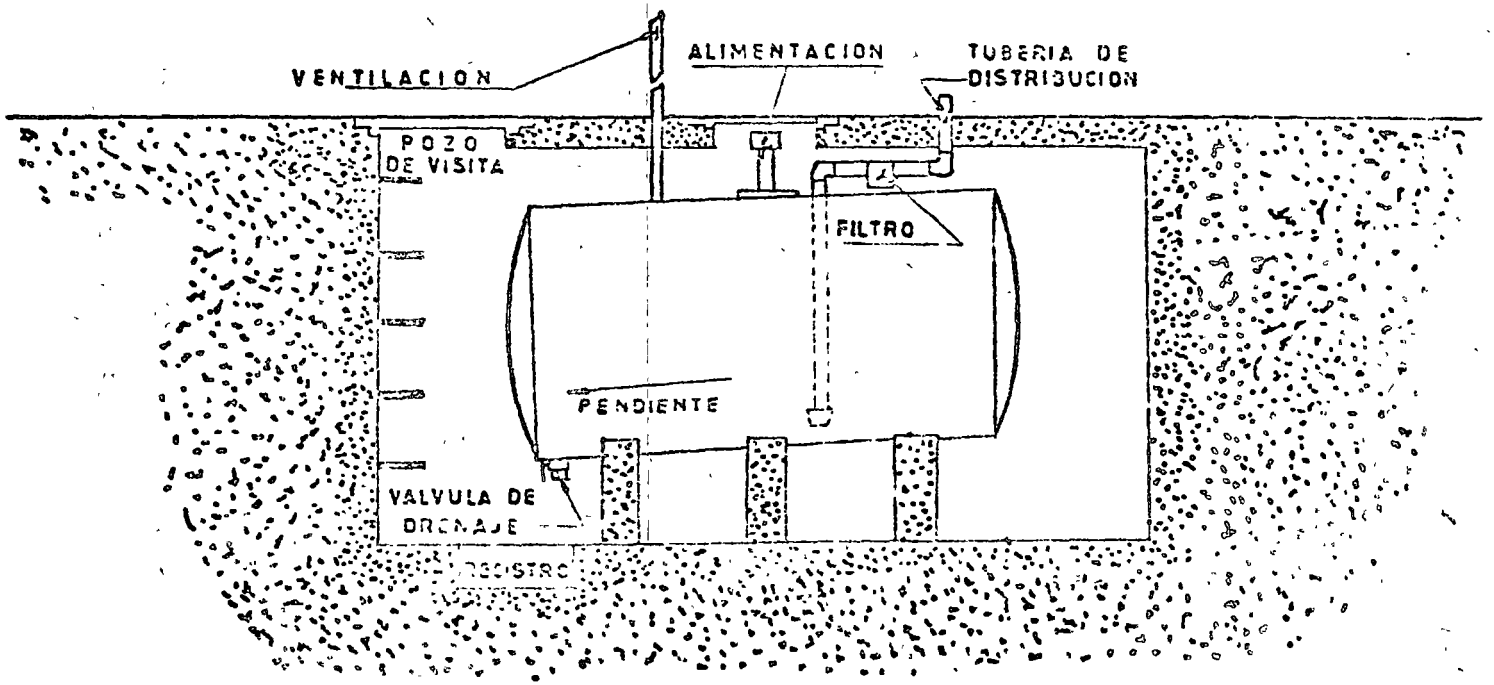
SE REQUIERE:

- TANQUE PARA RECEPCION Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE.
- TANQUE PARA ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE CENTRIFUGADO O FILTRADO.
- CENTRIFUGADORA O FILTROS.

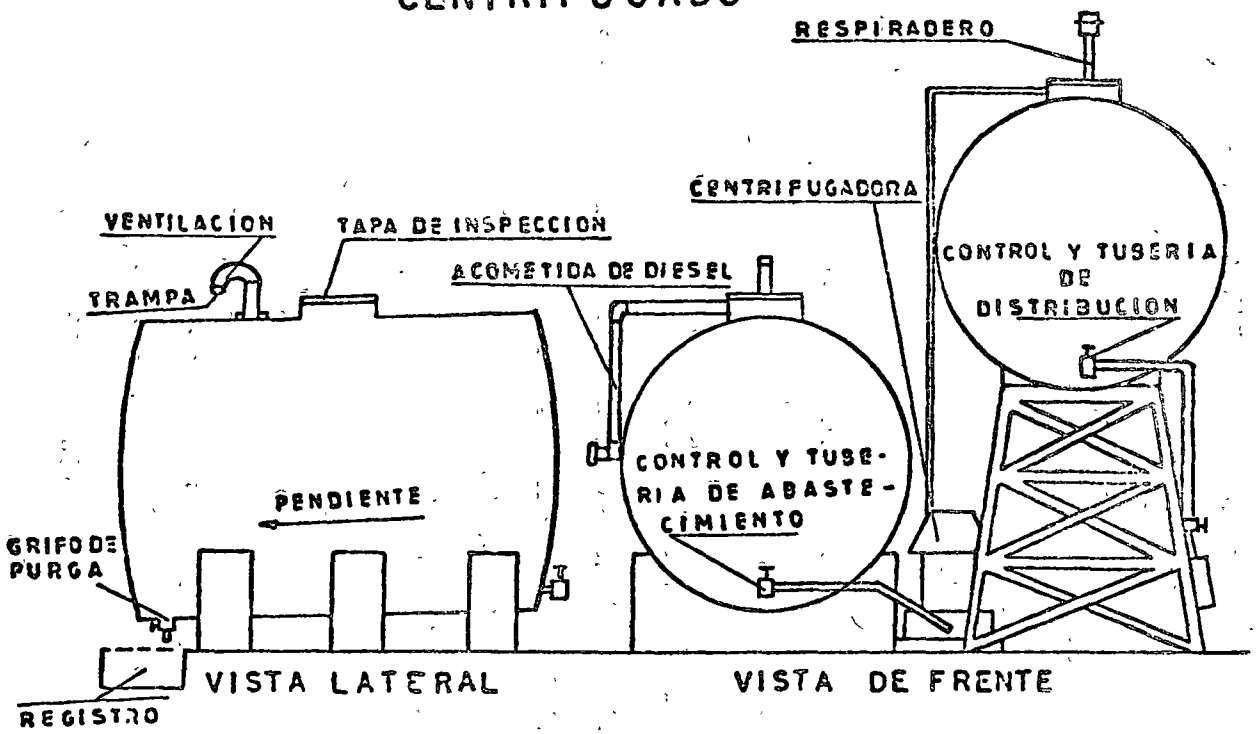
LOS TANQUES DEBEN TENER INCLINACION PARA ASENTAMIENTOS Y LIMPIEZA PERIODICA.

*SSS.

INSTALACION SUBTERRANEA



INSTALACION DE COMBUSTIBLE DIESEL CENTRIFUGADO



ORGANIZACION

13

A) ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.

- ORGANIGRAMA.
- DISTRIBUCION DE AREAS DE RESPONSABILIDAD.
- DESCRIPCION DE FUNCIONES.

B) SISTEMA DE ADMINISTRACION.

- ARCHIVO GENERAL.
- MANEJO DE REGISTROS.
- EXISTENCIAS DE ALMACEN.
- ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS DE COSTOS.
- MANEJO DE CUENTAS.

C) SISTEMAS DE MANTENIMIENTO.

- ELABORACION DE HOJAS DE SERVICIOS DE CONSERVACION PERIODICOS.
- HOJAS DE RENTA DE LUBRICACION.
- CARTAS DE LUBRICACION.
- REPORTES DE OPERACION.

D) SISTEMAS DE INFORMACION.

- DIAGRAMAS DE FLUJO.
- REPORTES DEL PERSONAL DE CAMPO.
- REPORTES DE INSPECCION DEL EQUIPO.
- INFORMES DE LABORATORIO Y DIAGNOSTICO.

E) SISTEMAS DE CONTROL.

- HISTORIA DE LA MAQUINA.
- TARJETAS DE COSTOS.
- INVENTARIO FISICO DE EQUIPO.

- INVENTARIO DE ALMACEN.
- ORDENES DE TRABAJO.

RECURSOS COMPLEMENTARIOS.

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

- CATALOGOS DE PARTES.
- CATALOGOS DE OPERACION.
- CATALOGOS DE MANTENIMIENTO.
- INSTRUCCION DE OPERADORES.
- INSTRUCCION DE MECANICOS.
- INFORMACION TECNICA.

------ O ------

SSS.

ANALISIS DE PARAMETROS DE INFORMACION PARA PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

PARAMETROS:	PORQUE ES NECESARIO
1.- INVENTARIO FISICO DE EQUIPO	SE TIENE CONTROL DEL EQUIPO QUE SE ENCUENTRA EN OBRA. PARA FORMAR GRUPOS DE EQUIPOS CON LAS MISMAS CARACTERISTICAS. PARA ESTABLECER LAS DIFERENCIAS DE COMPORTAMIENTO Y COSTOS ENTRE LOS MISMOS TIPOS DE EQUIPO. PARA FACILITAR EL CONTROL DE REQUISICIONES. PARA AGRUPAR LAS DIFERENTES CATEGORIAS DE EQUIPO.
2.- SISTEMA DE COSTOS.	PARA IDENTIFICAR LOS COSTOS POR CADA MAQUINA. PARA LLEVAR UN COMPORTAMIENTO ECONOMICO DE LAS MAQUINAS. PARA TOMAR DECISIONES DE REEMPLAZO. PARA IDENTIFICAR SI EL RENDIMIENTO DEL EQUIPO ESTA DE ACUERDO CON SUS COSTOS.
3.- TIPO DE TRABAJO EN QUE SE ESTA USANDO EL EQUIPO.	PARA EVALUAR SI EL TRABAJO DESARROLLADO ESTA DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO. PARA DETERMINAR POLITICAS ESPECIALES DE MANTENIMIENTO. PARA SELECCIONAR LA OPERACION ADECUADA. PARA EVALUAR EL EFECTO DEL TRABAJO EN LA VIDA UTIL DE LA MAQUINA O DE ALGUNO DE SUS CONJUNTOS.
4.- HORAS TRABAJADAS EN LAS MAQUINAS.	SIRVE PARA DETERMINAR EL PROGRAMA DE UTILIZACION DE EQUIPO. PARA OBTIMIZAR LOS COSTOS DE MAQUINARIA. PARA EVALUAR LA PRODUCTIVIDAD DEL EQUIPO. PARA EVALUAR SI EL CRITERIO DE DEPRECIACION ES CORRECTO.

*sss.

( )

5.- CONTROLES DE RECEPCION DE ENVIO.	PARA IDENTIFICAR LOS MEDIOS EN QUE SE ENVIA O SE RECIBE. PARA IDENTIFICAR SI SE RECIBE EN LAS CONDICIONES EN QUE SE - ENVIO. PARA EVALUAR LOS TIEMPOS DE TRANSPORTE.
6.- CONTROLES DE CALIDAD.	PARA DETERMINACION SI SE RECIBE EN CONDICIONES DE TRABAJO. PARA PROGRAMAR LOS DETALLES DE MANTENIMIENTO O REPARACION 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 VA HA ESTAR PARADO. PARA PROGRAMAR LOS RECURSOS. PARA DETERMINAR POLITICAS DE SUSTITUCION EN OBRA. PARA DETERMINAR SI LA REPARACION CORRESPONDE A DESGASTE NORMAL, O POR FALLAS DE MANTENIMIENTO, OPERACION.
8.- PLANTILLAS DE PERSONAL.	VARIACIONES SEGUN PROGRAMA DE OBRA. DISTRIBUCION ADECUADA EN LOS FRENTES DE TRABAJO. CAPACIDAD, CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIA Y HABILIDAD. CURSOS DE CAPACITACION.
9.- PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO.	ESTABLECIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE RUTINA. PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL O MENSUAL. INSPECCIONES FISICAS DEL EQUIPO. PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

*sss.

10.- EXISTENCIA DE ALMACEN.	EN CANTIDAD ADECUADA QUE PERMITEN UN TRABAJO CONTINUO Y SUFICIENTEMENTE BAJAS PARA NO TENER UNA GRAN INVERSION SIN MOVIMIENTO. PIEZAS DE MOVIMIENTO CONTINUO QUE PERMITAN TENER UNA REVOLVENCIA ADECUADA DE ALMACEN.
11.- HISTORIA DE LA MAQUINA.	PARA TENER UN COMPORTAMIENTO MECANICO Y ECONOMICO DE LA VIDA UTI DEL EQUIPO. PARA ANALIZAR LA CONVENIENCIA DE LA UTILIZACION Y PRODUCTIVIDAD LOS EQUIPOS.
12.- ORDENES DE TRABAJO.	PARA CONTROLAR TIEMPOS, COSTOS Y ACTIVIDADES EN LAS REPARACIONES O EN EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO.
13.- REQUISICIONES.	PARA CONTROLAR PIEZAS QUE SE REPONEN AL EQUIPO. PARA CONTROLAR TIEMPOS DE ABASTECIMIENTO. PARA CONTROLAR COSTOS DE MANTENIMIENTO.
14.- RAZON DE FALLAS.	PARA DETERMINAR QUE SINTOMAS PROVOCAN LAS FALLAS. PARA DETERMINAR QUE FALLA SE PRESENTA CON MAS FRECUENCIA Y ESTABLECER SU CAUSA (MOTOR, TRANSMISION, SISTEMA ELECTRICO). PARA IDENTIFICAR QUE FALLA ES ANORMAL Y CUAL SE DEBE A DESGASTE ANORMAL.
15.- NUMERO DE FALLAS.	PARA EVALUAR LA VIDA DE LA MAQUINA Y SUS CONJUNTOS. PARA INVESTIGAR LA CAUSA. PARA LLEVAR ESTADISTICAS DEL COMPORTAMIENTO Y ESTABLECER PROGRAMA
16.- TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS.	ES UN INDICADOR DEL PROMEDIO DE UTILIZACION DEL EQUIPO. ESTABLECER PROGRAMAS DE ACUERDO A LA DISPONIBILIDAD.

*SSS.

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 Y MANEJO.

G) EXISTENCIAS.

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.

------ O ------

SSS.

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.

------- O -------

*SSS.

V.- TEMAS ESPECIFICOS

D) PRINCIPALES PROBLEMAS PRACTICOS.

1º HUMANOS.

- PREPARACION.
- COMUNICACION.

2º LOCALIZACION.

- TRABAJO A LA INTEMPERIE.
- LEJANIA DE CENTROS IMPORTANTES DE POBLACION.

3º TIPO DE TRABAJO.

- RITMO MUY ACELERADO (A PRESION).
- FECHAS DE TERMINACION AGRESIVAS.
- NECESIDAD DE ALTOS PROCENTAJES DE UTILIZACION.

4º INSTALACIONES.

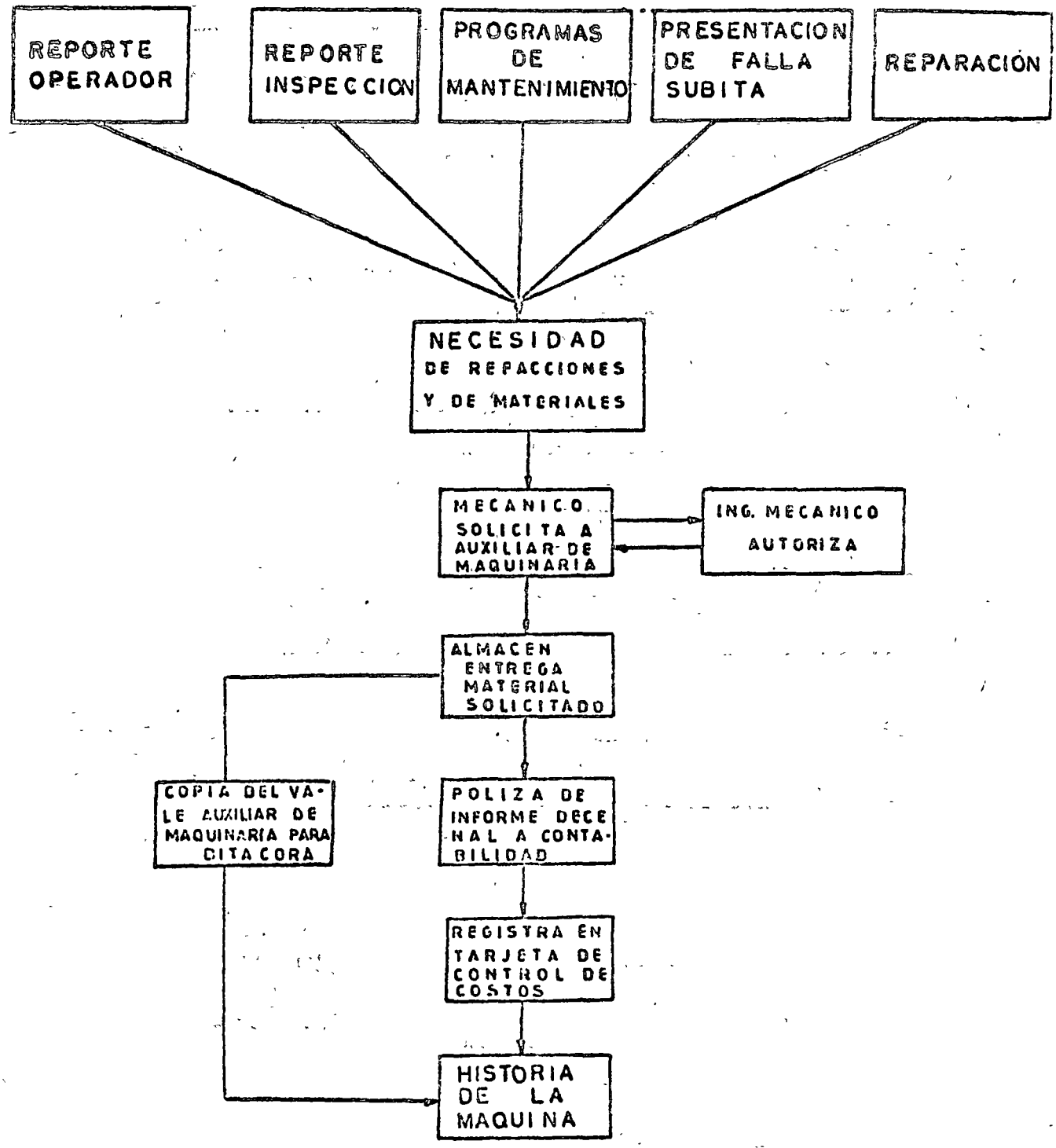
- MOVILES.
- RUDIMENTARIAS.
- DE BAJO COSTO.

----- 0 -----

*SSS.

DIAGRAMA DE FLUJO

VALES DE SALIDA DE ALMACEN



PROGRAMA DE REPARACIONES MAYORES

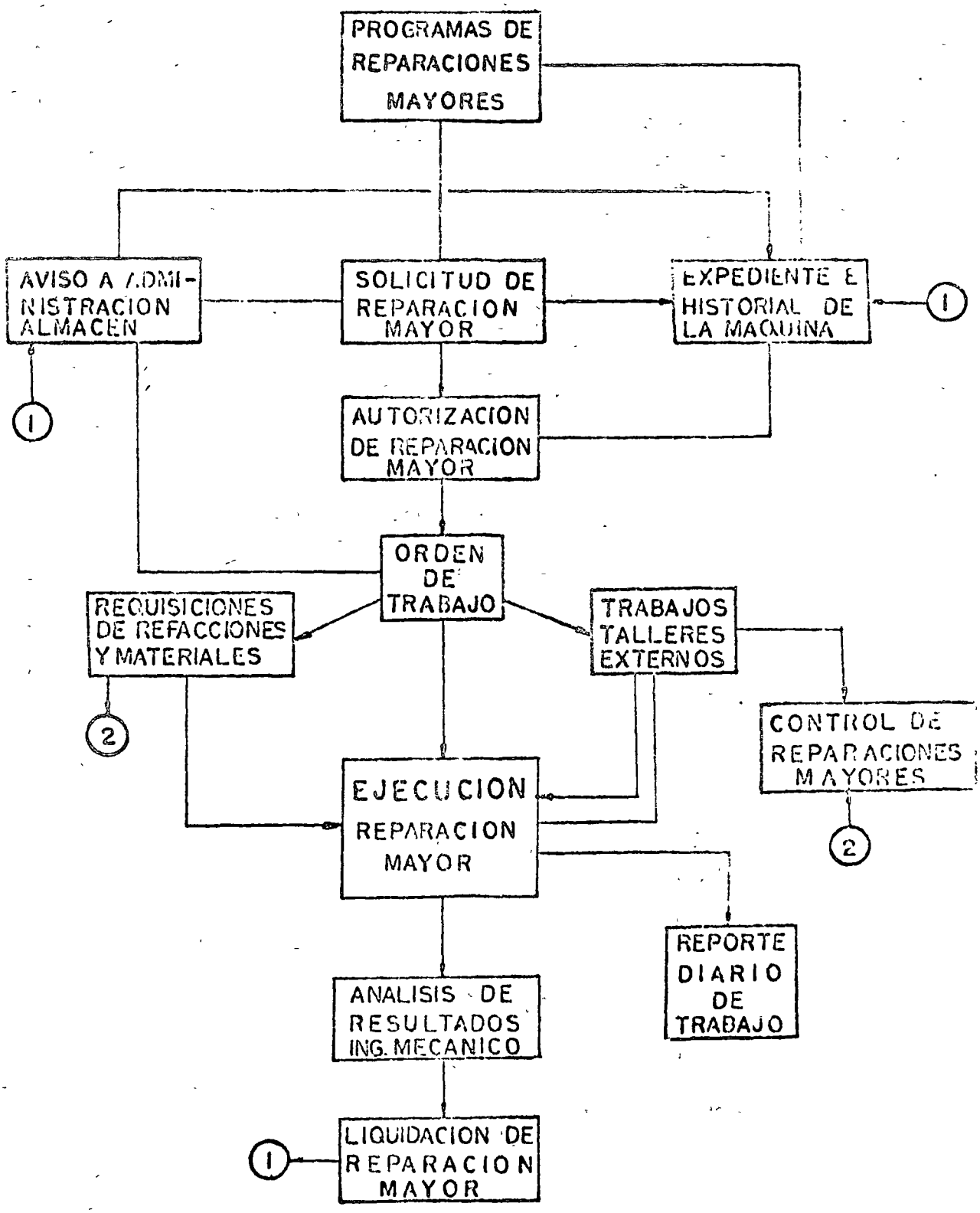


DIAGRAMA DE FLUJO
REPORTE DE OPERADORES

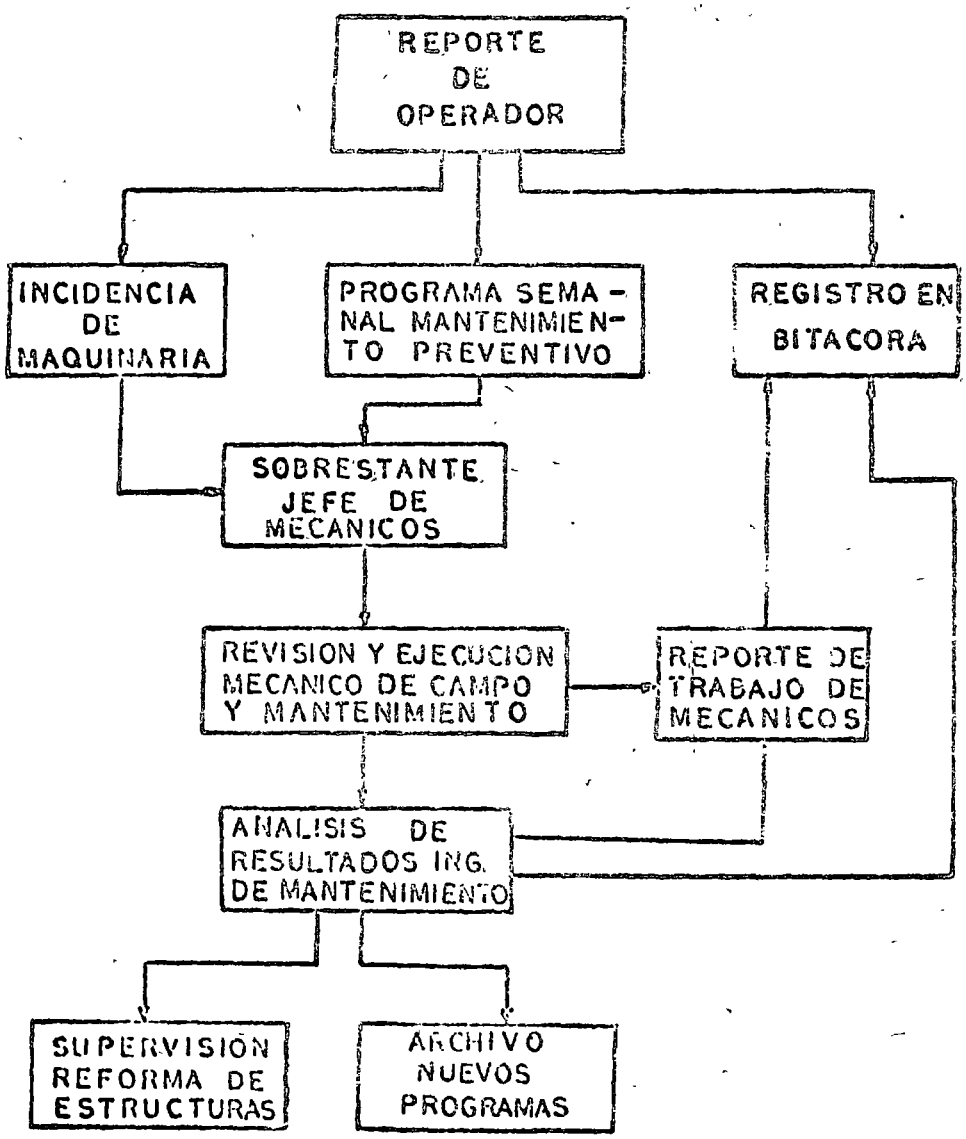
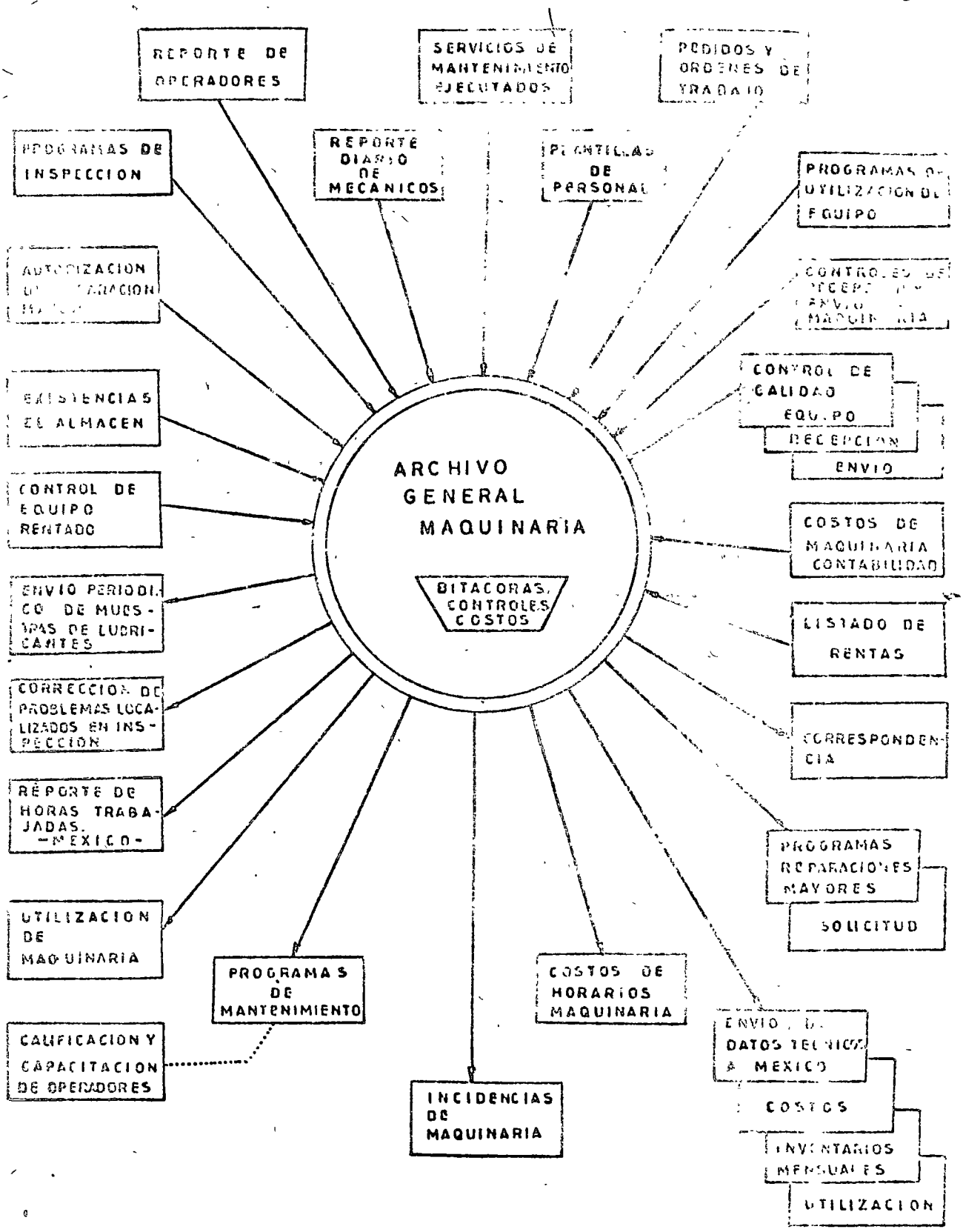
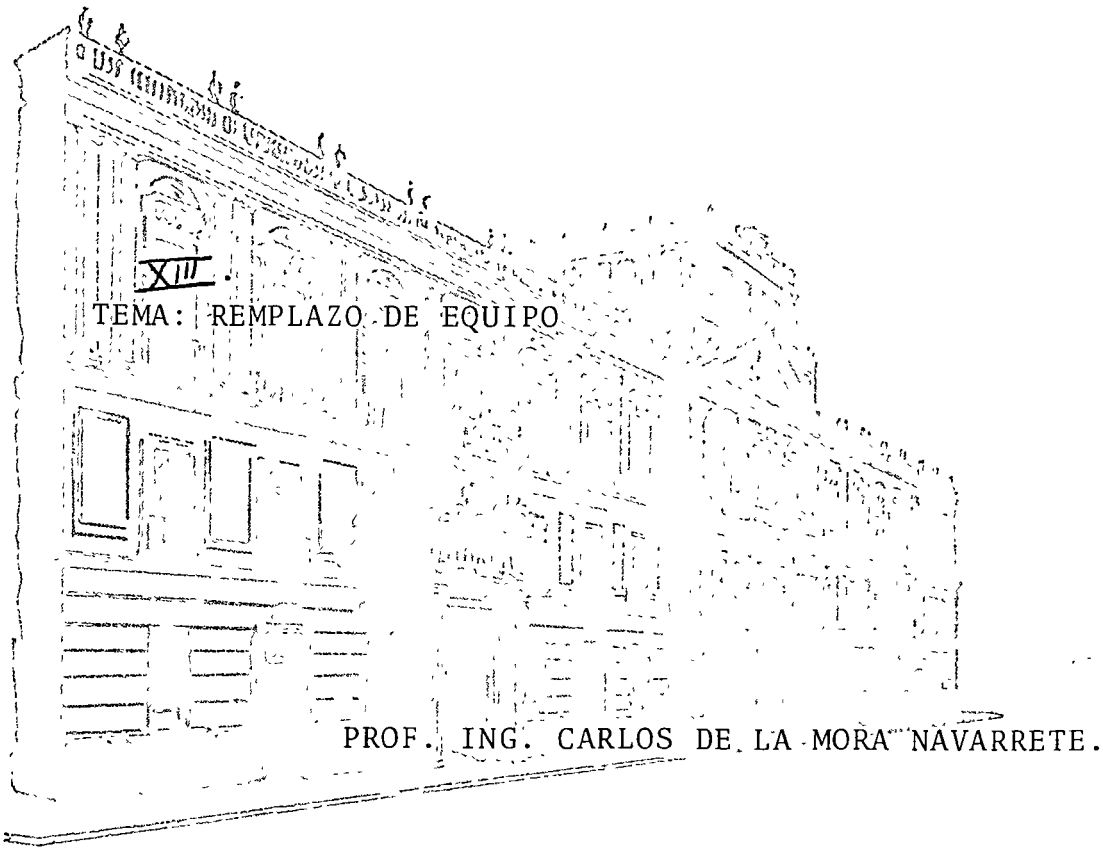


DIAGRAMA DE CONTROL DE MAQUINARIA



centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS



XIII

TEMA: REMPLAZO DE EQUIPO

PROF. ING. CARLOS DE LA MORA NAVARRETE.

JUNIO DE 1977.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tel: 521-40-20

REEMPLAZO ECONOMICO DE EQUIPO

I INTRODUCCION

Informacion

A) Problemas de Estandarización
B) Reportes de Obra
C) Elementos básicos para operar un sistema de información de costos

II COSTOS DE EQUIPO

Conceptos y Determinación

III FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO

A) Objetivo del reemplazo
B) Integración de los costos para el análisis de reemplazo.

IV METODOLOGIA Y EJEMPLOS

A) Método de la comparación simple. Ejemplo.
B) Método de los costos promedios acumulados. Ejemplo.
C) Método de los costos de los valores actualizados. Ejemplo.

I INTRODUCCION

A) Problemas de Estandarización.

Para hacer análisis de reemplazo se debe contar con que la información proveniente de cada una de las máquinas sea homegenea.

Datos obtenidos con criterio diferentes distorsionan los resultados y llevan a decisiones incorrectas.

Básicamente lo que hay que cuidar es definir cada costo (o elemento para el análisis) lo mas claramente posible, y vigilar su correcta determinación.

Análisis muy provechosos pueden hacerse del costo de conceptos e independientes del análisis de reemplazo, que por si solos justifican el esfuerzo de estandarizar criterios.

Por mucho tiempo se ha supuesto, que es económicamente conveniente la estandarización del equipo de construcción pesada.

La estandarización de la información se facilita con la estandarización del equipo.

La utilización de diferentes clases de equipo tiende a incrementar tiempos perdidos y a disminuir producción.

Adicionalmente a la estandarización de la información se tienen ciertas ventajas como son:

Conocimiento del equipo por operadores
Conocimiento del equipo por personal mecánico
Refacciones disponibles y conjuntos
Mejoramiento en las técnicas de mantenimiento, Predictivo y Preventivo.

Por estandarización no se debe entender necesariamente trabajar con una sola marca, sino estandarizar motores, transmisiones, componentes y conjuntos de un mismo tipo o linea.

Económicamente 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 trabajos.

Inflexibilidad.- Utilización de capacidad no necesariamente adecuada:
Rendimiento dudoso en trabajos de gran volumen, que puede ser mejorado ventajosamente con otro equipo.

Al contrario capacidad sobrada que implica una gran inversión pudiendo utilizar un equipo más sencillo y más económico.

Dependencia.- Al estandarizar se corre el riesgo de depender de una sola marca, fabricantes o proveedor y puede ocasionar consecuencias negativas en fallas por falta de refacciones.

También puede suceder que el proveedor abuse con el tiempo imponiendo precios y condiciones de pago; así como un descuido en la asistencia técnica por la confiabilidad de vender el producto.

Todo esto sucede por la ausencia de "competencia" entre los distribuidores al establecer en forma inadecuada ciertos tipos de estandarización.

B) REPORTES DE OBRA.

Para la estandarización de criterios es conveniente estandarizar los reportes.

El reporte directo de la maquina es su bitácora, donde se anotan horas trabajadas, horas ociosas y en mantenimiento día con día.

La bitácora sirve tambien para ir anotando el costo de cada uno de los conceptos relacionados con la máquina.

Se recomiendan:

1) Operación
2) Consumos (Combustibles y Lubricantes)
3) Mantenimiento (Preventivo y Correctivo)
4) Rentas
5) Llantas
6) Taller mecánico

Al almacén de la obra puede reportar información de refacciones utilizadas y frecuencia.

El Superintendente puede informar producción alcanzada, pues en sentido estricto el análisis de reemplazo deberia guiarse por el - "costo mínimo por M^3."

Reporte de Operador (Diario)

Horas trabajadas
Tiempos perdidos (causas)
Fallas presentadas
Trabajo realizado
Frente de trabajo

Reporte de personal de mantenimiento y programación de servicios (costo de mantenimiento).

Programa de servicio semanal
Reporte diario de trabajo personal mecánico
Reporte de consumo personal de mantenimiento (Control de Costos), combustibles, etc. (Costo por consumos).

Bitácoras.

Características de la máquina
Control de servicio (cubre un año completo).
Control general de horas (por mes)
Horas de servicio 100, 500, 1000 horas, (revisiones periodicas).
Control mensual (horas trabajadas, tiempos perdidos, observaciones).

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

1) Unificación de Criterios.
Definición clara de los conceptos de costos.

2) Diseño del sistema contable adecuado al tamaño de la obra
Diseño de los reportes para la integración del costo

3) Diseño de la organización y utilización de los costos obtenidos.

4) Reportes de costos a diferentes niveles:

Departamento de mantenimiento
Departamento de maquinaría
Departamento de planeación
Departamento de compras
Gerencia

II COSTOS DE EQUIPO

Conceptos y Determinación del Costo

Los costos de equipo mayor, menor y vehículos se dividen en los siguientes conceptos:

1) Operación
2) Consumos
3) Mantenimiento
4) Rentas
5) Llantas
6) Taller mecánico

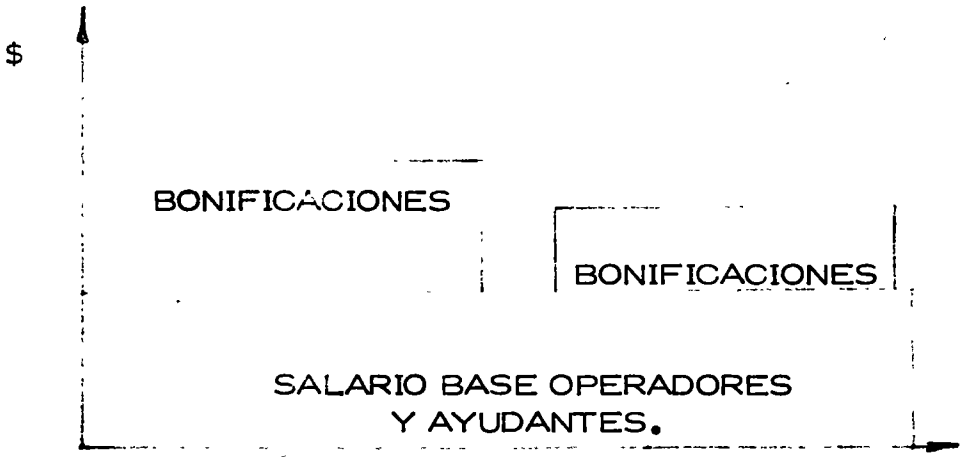
El costo del taller mecánico se divide a su vez en:

6A) Mano de obra
6B) Equipo auxiliar y herramienta
6C) Mantenimiento

Los conceptos de los costos de equipo mayor, menor y vehículos, se definen y se determinan como sigue:

1) Operación

Costo total derivado de las erogaciones que se hacen por concepto de pago de salarios al personal encargado de la operación de las máquinas.

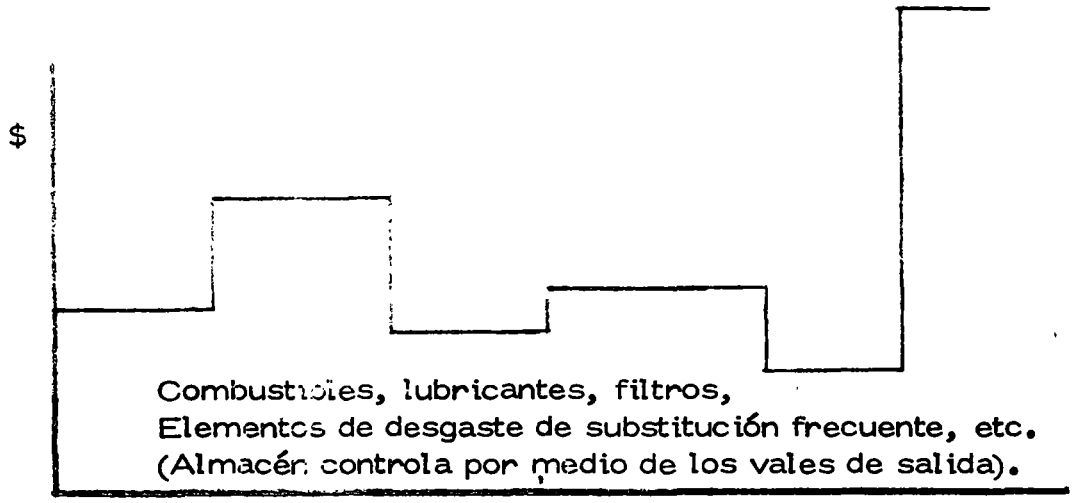


Se determina en base a la lista de raya identificando a los operadores y ayudantes, directamente encargados de la máquina o grupo de máquinas, cuantificándose a partir del costo total que para la empresa representa la labor de ese trabajador.

2) Consumos

Cargos originados por:

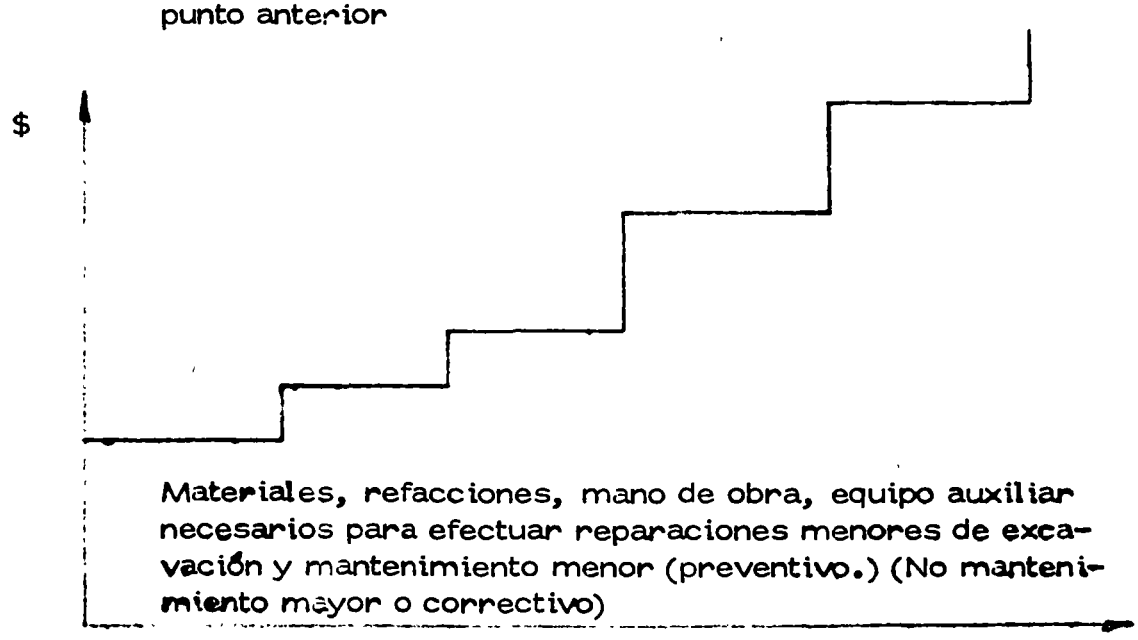
2.1. Combustible o cualquier otra fuente de energía.
2.2. Elementos filtros y lubricantes en general.
2.3. Elementos de desgaste de substitución frecuente, como: Cuchillas, gavilanes, tornillos y tuercas para los mismos, dientes para botes y para escarificadores, cable de acero, muelas, corcavos, etc.



Se determinan en base al reporte de cargos que el almacén mensualmente acumula de los vales de salida, que nos indican básicamente la descripción de la pieza, No. de parte, No. Eco. de la máquina en que se va a usar y el cargo de acuerdo con los conceptos de costos y el catálogo de cuentas de la obra.

3) 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 condiciones de trabajo a las máquinas durante su vida útil y que no esten considerados en el punto anterior



Se determina en la misma forma que los consumos, debe tenerse especial cuidado en la formuación de los vales de salida de almacén para evitar errores en los cargos.

4) Rentas

Formado por los Conceptos de:

4.1. Depreciación
4.2. Mantenimiento mayor. (Correctivo).

(% Depreciación) = Mantenimiento correctivo

Depreciación (Incluye-Inversión y obsolescencia y reposición.

Se determinan con el cargo de rentas que oficina matriz, envía mensualmente a todas las obras, en base a las horas trabajadas reportadas para cada equipo mayor y en base al equipo menor y vehículos existentes en algún inventario físico.

5) Llantas

Costo integrado por dos conceptos: (amortización y operación).

5.1. Amortización (Llantas)
Cargo por la disminución del valor original de las llantas, como consecuencia del uso:

$$\text{Amortización horaria} = \frac{\text{Valor de Adquisición}}{\text{Vida económica de la llanta en horas.}}$$

[illegible]

5.2 Costo de operación (llantas).

Cargo por el valor de cámaras, válvulas, corbatas, tapones, sellos, birlos para masas de ruedas y todas las refacciones, materiales y equipo auxiliar necesario para hacer las reparaciones de las llantas.

El valor de las llantas de equipo mayor se carga íntigramente a la primera obra donde se envía el equipo.

Es importante al recibir las máquinas, 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 elaboración del avaluo de llantas se anexa la table de conversión 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 agregándose los costos de operación que reciben como cargos en las pólizas del almacén que contabiliza los vales de salida correspondientes.

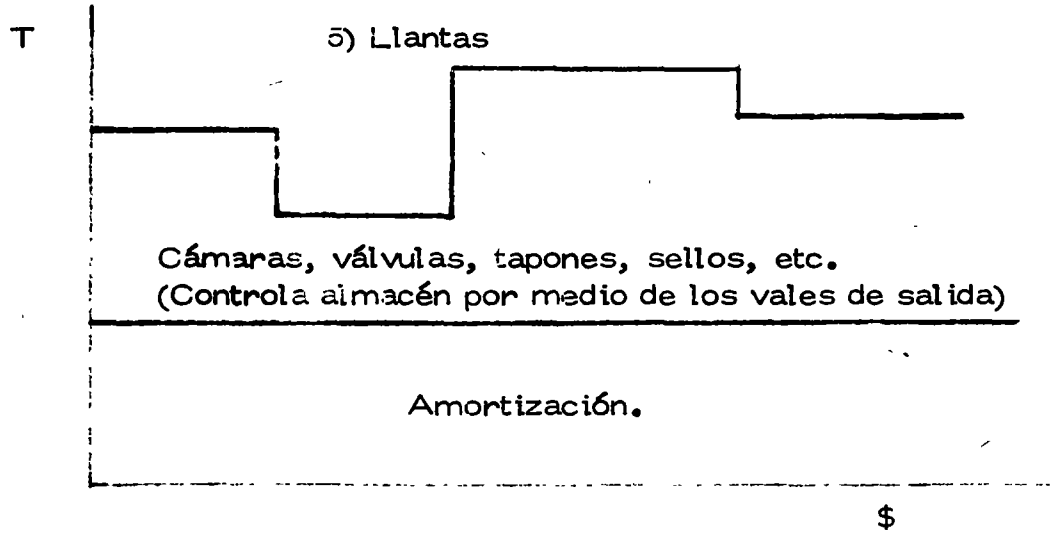


TABLA DE CONVERSION DIRECTA DE TREINTADOSAVOS DE PULGADA A PORCENTAJE DE LAS SIGUIENTES MEDIDAS DE LLANTAS.

Profundidad del Dibujo	H. R. L. 12.00-24	S. G. E. 13.00-24	H. R. R. 11.00-26	Cremallera 14.00-24	14.00-25	D. R. 16.00-24	16.00-25	S. G. L. 15.5-25	17.5-25	D. R. 18.00-24	18.00-25	S.G.L.B.L. 20.5-25	S.H.R.L.W. 20.5-25	H.P.L. 21.00-25	S.G.L.B.L. 23.5-25	S.H.R.L.W.E. 23.5-25	H.R.L. 24.00-25	S.H.R.L.W.E. 26.5-25	H.R.L. 27.00-33	S.H.R.L.W.E. 29.5-25	H. R. L. 32.5-39	EXTRA 33.25-35	ESPECIAL 33.5-35
1/32	3.4%	3.3%	3.2%	3.0%	2.7%	3.2%	2.4%	2.8%	2.6%	2.1%	2.5%	2.3%	2.0%	2.0%	1.6%	1.9%	1.8%	1.4%	0.78%				
2/32	6.8	6.6	6.4	6.0	5.4	6.4	4.8	5.7	5.2	4.3	5.1	4.6	4.0	4.1	3.7	3.8	3.7	2.8	1.5				
3/32	10.3	10.0	9.6	9.0	8.1	9.6	7.3	8.5	7.8	6.5	7.6	6.9	6.0	6.2	5.1	5.7	5.6	4.2	2.3				
4/32	13.7	13.3	12.9	12.1	10.8	12.9	9.7	11.4	10.5	8.6	10.3	10.5	8.0	8.3	7.5	7.6	7.5	5.6	3.1				
5/32	17.2	16.6	16.1	15.1	13.5	16.1	12.1	14.2	13.1	10.8	12.8	11.6	10.2	10.4	9.4	9.6	9.4	7.0	3.9				
6/32	20.6	20.0	19.3	18.1	16.2	19.3	14.6	17.1	15.7	13.0	15.4	13.9	12.2	12.5	11.3	11.5	11.3	8.4	4.6				
7/32	24.1	23.3	22.5	21.2	18.9	22.5	17.0	20.0	18.4	15.2	17.9	16.9	14.2	14.5	13.2	13.4	13.2	9.8	5.4				
8/32	27.5	26.6	25.8	24.2	21.6	25.8	19.5	22.8	21.0	17.3	20.5	18.6	16.3	16.6	15.0	15.3	15.0	11.2	6.2				
9/32	31.0	30.0	29.0	27.2	24.3	29.0	21.9	25.7	23.6	19.5	23.1	20.9	18.3	18.7	16.9	17.3	16.9	12.6	7.0				
10/32	34.4	33.3	32.2	30.3	27.0	32.2	24.3	28.5	26.2	21.7	25.7	23.2	20.4	20.8	18.8	19.2	18.8	14.0	7.8				
11/32	37.9	36.6	35.4	33.3	29.7	35.4	26.8	31.4	28.9	23.9	28.2	25.5	22.4	22.9	20.7	21.1	20.7	15.4	8.5				
12/32	41.3	40.0	38.7	36.3	32.4	38.7	29.2	34.2	31.5	26.0	30.7	27.9	24.4	25.0	22.6	23.0	22.6	16.8	9.3				
13/32	44.8	43.3	41.9	39.3	35.1	41.9	31.7	37.1	34.2	28.2	33.4	30.2	26.5	27.0	24.5	25.0	24.5	18.2	10.1				
14/32	48.2	46.6	45.1	42.4	37.8	45.1	34.1	40.0	36.8	30.4	35.9	32.5	28.5	29.1	26.4	26.9	26.4	19.6	10.9				
15/32	51.7	50.0	48.3	45.4	40.5	48.3	45.4	42.8	39.4	32.6	38.4	34.8	30.6	31.2	28.3	28.8	28.3	21.0	11.7				
16/32	55.1	53.3	51.6	48.4	43.2	51.6	39.0	45.7	42.1	34.7	42.1	34.7	41.0	37.2	32.6	33.3	30.2	22.4	12.4				
17/32	58.6	56.6	54.8	51.5	45.9	54.8	41.4	48.5	44.7	36.9	43.5	39.5	34.5	35.4	32.0	32.6	32.0	23.8	13.2				
18/32	62.0	60.0	58.0	54.5	48.6	58.0	43.9	51.4	47.3	39.1	46.1	41.8	36.7	37.5	33.9	34.6	33.9	25.5	14.0				
19/32	65.5	63.3	61.2	57.5	51.3	61.2	46.3	54.2	50.0	41.3	48.7	44.1	38.7	39.5	35.8	36.5	35.8	26.8	14.8				
20/32	68.9	66.6	64.5	60.6	54.0	64.5	48.7	57.1	52.6	43.4	51.2	46.5	40.8	41.6	37.7	38.8	37.7	28.0	15.6				
21/32	72.4	70.0	67.7	63.6	56.7	67.7	51.2	60.0	55.2	45.6	53.8	48.0	42.8	43.7	32.6	40.3	39.6	29.4	16.3				
22/32	75.8	73.3	70.9	66.6	59.4	70.9	53.6	62.8	57.8	47.8	56.4	51.1	44.8	45.8	41.5	42.3	41.5	30.8	17.1				
23/32	79.3	76.6	74.1	69.6	62.1	74.1	56.0	65.7	60.5	50.5	58.9	53.4	46.9	47.9	43.4	44.2	43.4	32.2	1[illegible]9				
24/32	82.7	80.0	77.4	62.7	64.9	77.4	78.5	68.5	63.1	52.1	61.5	55.8	48.9	50.0	45.2	46.1	45.2	33.6	18.2				
25/32	86.2	83.3	80.6	75.7	67.5	80.6	60.9	71.4	65.7	54.3	64.1	58.1	51.1	52.0	47.1	48.0	47.1	35.0	[illegible].5				
26/32	89.6	86.6	83.8	78.7	70.2	83.3	63.4	74.2	68.4	56.5	66.6	60.4	53.0	54.1	49.0	50.0	49.0	36.4	20.2				
27/32	93.1	90.0	87.0	81.8	72.9	87.0	65.8	77.1	71.0	58.6	69.2	62.7	55.1	56.2	50.9	51.9	50.9	37.8	21.0				
28/32	96.5	93.3	90.3	84.8	75.6	90.3	63.2	80.0	73.6	60.8	71.7	65.1	57.1	58.3	52.8	53.8	52.8	39.2	21.8				
29/32	100.0	96.6	93.5	87.8	79.3	93.5	70.7	82.8	76.3	63.0	74.3	67.4	59.1	60.4	54.7	55.7	54.7	40.6	22.6				
30/32		100.0	96.7	90.9	81.0	96.7	73.1	85.7	78.9	65.2	76.9	69.7	61.2	62.5	56.6	57.6	56.6	42.0	23.4				

LLANTAS - VII

Profundidad del Diseño	H.R.R. 13.00-25	Cremallera 14.00-24	14.00-25 D.R.	16.00-24	16.00-25 S.G.L.	15.5-25	17.5-25 D.R.	18.00-24	18.00-25 S.G.L.B.L.	20.5-25	S.H.R.L.W.	20.5-25	H.R.L.	21.00-25	S.G.L.B.L.	23.5-25	S.H.R.L.W.R.	23.5-25	H.R.L.	24.00-25	S.H.R.L.W.R.	26.5-25	H.R.L.	27.00-29	S.H.R.L.W.E.	29.5-25	H.R.L.	33.5-33	EXTRA	33.25-35	ESPECIAL	33.5-35
31/32	100.0	93.9	82.7	100.0	75.6	88.5	81.5	67.3	79.4	72.0	63.2	64.5	58.4	50.6	56.4	43.4	24.1
32/32	95.9	86.4	78.0	91.4	84.2	69.5	82.0	74.4	65.3	63.6	60.3	61.5	60.3	44.8	24.9
33/32	100.0	89.1	80.4	94.2	86.8	71.0	84.6	76.7	67.3	68.7	62.2	[illegible]	[illegible]	46.2	25.7
34/32	[illegible]	82	[illegible]	[illegible]	73.9	97.1	79.0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	42.6	26.4
35/32	91.5	96.3	100.0	92.1	75.0	89.7	81.3	71.4	72.3	66.0	[illegible]	65.0	49.2	27.3
36/32	97.2	87.8	94.7	78.2	96.3	83.7	73.4	75.0	67.9	63.2	67.0	50.4	28.0
37/32	100.0	90.2	97.3	80.4	94.8	90.0	75.5	77.0	69.6	71.1	69.6	51.8	28.8
38/32	92.6	100.0	82.6	97.4	88.3	77.5	79.1	71.6	73.0	71.6	53.2	29.6
39/32	95.1	84.7	100.0	90.6	79.5	81.2	73.5	81.2	73.5	54.6	30.4
40/32	97.5	86.9	93.0	81.6	83.3	75.4	76.9	75.4	56.0	31.2
41/32	100.0	89.1	95.3	83.6	85.4	77.3	78.1	77.3	57.4	31.9
42/32	91.3	97.6	85.7	87.5	79.2	80.7	79.2	58.8	32.7
43/32	93.4	100.0	87.7	89.5	81.1	80.6	81.1	60.2	33.5
44/32	95.6	89.7	91.6	83.0	84.6	83.0	61.6	34.3
45/32	97.6	91.8	93.7	84.9	86.5	84.9	63.0	35.1
46/32	100.0	93.8	95.8	86.7	88.4	86.7	64.4	35.8
47/32	95.9	97.9	88.6	90.3	88.6	65.8	36.6
48/32	97.9	100.0	90.5	92.3	90.5	67.2	37.4
49/32	100.0	92.4	94.2	92.4	68.6	38.2
50/32	94.3	96.1	94.3	70.0	39.0
51/32	96.2	98.0	96.2	71.4	39.7
52/32	98.1	100.0	98.2	72.8	40.5
53/32	100.0	100.0	74.2	41.3
54/32	75.6	42.1
55/32	77.0	42.8
56/32	78.4	43.5
57/32	79.8	43.3
58/32	80.2	44.1
59/32	81.6	44.9
60/32	82.0	45.7
61/32	84.4	46.5
62/32	85.8	47.2
63/32	87.2	48.0
64/32	88.6	48.8
65/32	90.0	49.5

Nota: Las llantas deben de retirarse para su reparación cuando tengan un 10% de vida, o sea como se indica en treintadosavos abajo de cada medida, excepto cuando por dictamen técnico tengan que retirarse antes. (Cortadas, arrancamientos, secciones, resanes, etc.)

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 33.4% al casco y el resto al piso (66.6%).

Ejem. Determinar el valor de una Llanta Nueva 16.00-25 que ha rodado 18/32 ó sea aprox el 50% de su vida precio Llanta 16.00-25 $10,000.00 de lo cual corresponde al casco $ 3,333.00 y al piso $6,666.00 por lo tanto como la Llanta ha rodado la mitad de su vida, el piso tendrá un valor de $3,333.00 que agregandole El Valor de el casco nos dará el valor real de la Llanta que será de $6,666.00.

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 renovada 16.00-25 que ha rodado 18/32 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 $3,354.50 y como ha rodado el 50% de su piso, este tendrá el valor de $1,678.75 que agregandole el valor de el casco renovado, nos dará el valor real de la Llanta.

Profundidad del Diseño	EXTRA 33.25-35	ESPECIAL 33.5-35
66/32	91.4	50.3
67/32	92.8	51.1
68/32	91.2	51.9
69/32	96.0	52.7
70/32	96.0	53.5
71/32	97.4	54.2
72/32	98.2	55.0
73/32	99.0	55.8
74/32	100.0	56.6
75/32		57.4
76/32		58.1
77/32		58.9
78/32		59.7
79/32		60.5
80/32		61.3
81/32		62.0
82/32		62.8
83/32		63.6
84/32		64.4
85/32		65.2
86/32		65.9
87/32		66.7
88/32		67.5
89/32		68.2
90/32		69.1
91/32		69.9
92/32		70.7
93/32		71.5
94/32		72.3
95/32		73.1
96/32		73.9
97/32		74.7
98/32		75.5
99/32		76.4
100/32		77.3

Profundidad del Diseño	ESPECIAL 33.5-35
101/32	78.1
102/32	78.9
103/32	79.8
104/32	80.8
105/32	81.7
106/32	82.6
107/32	83.5
108/32	84.5
109/32	85.4
110/32	86.2
111/32	87.1
112/32	87.9
113/32	88.8
114/32	89.7
115/32	90.4
116/32	91.1
117/32	91.9
118/32	92.7
119/32	93.4
120/32	94.2
121/32	95.0
122/32	95.8
123/32	96.6
124/32	97.3
125/32	98.0
126/32	98.7
127/32	99.3
128/32	100.0

AVALUO DE LLANTAS

Obra: _____

Fecha: _____

Máquina _____ Llegada de _____

No. Eco. _____ Sale a _____

Formuló _____ Fecha _____

POSICION	MARCA	SERIE	MEDIDA Y No. DE CAPAS	* N R	ESTADO	32avos	% VIDA	CASCO	PISO	TOTAL

BITACORA

* N = Nueva
R = Renovada

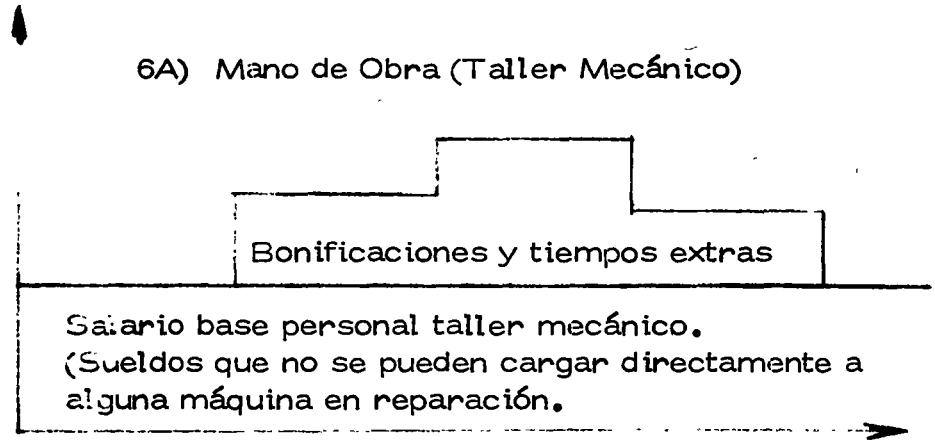
_____
ING. MECANICO (OBRA)

6) Taller Mecánico

El costo de taller mecánico se divide a su vez en: Mano de obra, equipo auxiliar y herramientas y mantenimiento.

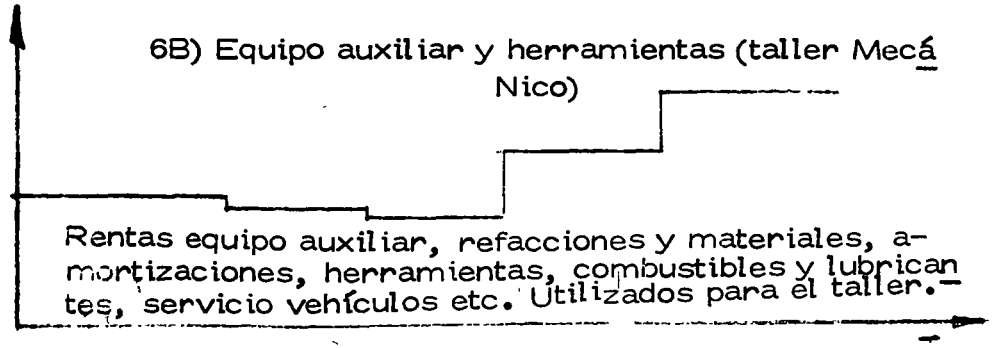
6A) Mano de obra. (Taller Mecánico)

Se determina en la misma forma que el costo de operación, se incluye en este concepto al personal que trabaja en el taller de maquinaria de la obra y cuyo sueldo no puede cargarse directamente a ninguna máquina, se incluyen en este costo todos los tiempos y extras y las bonificaciones, se exceptuan los gastos generales, como son salarios de ingenieros mecánicos y auxiliares de maquinaría.



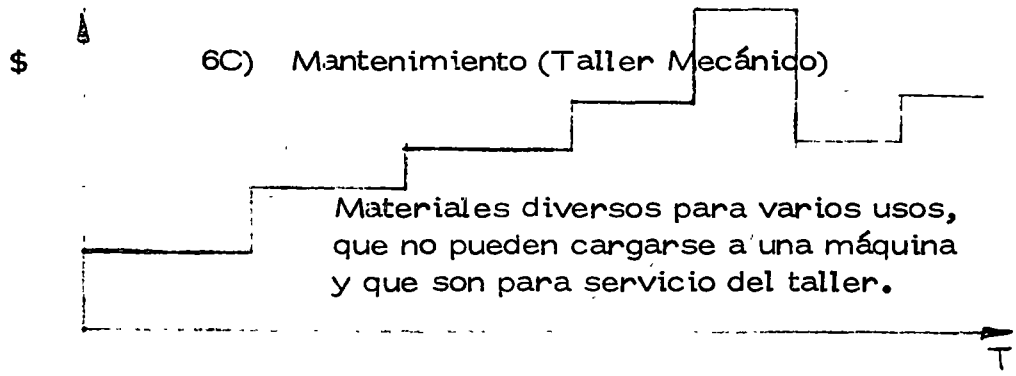
6B) Equipo Auxiliar y Herramientas. (Taller Mecánico).

Costo originado por las rentas de equipo auxiliar, refacciones y materiales, combustibles y lubricantes necesarios para mantener en condiciones de trabajo el equipo auxiliar y vehículos al servicio del taller mecánico. Se considera también en esta parte, el costo ocasionado por la amortización de la herramienta al servicio del taller.



6C) Mantenimiento (Taller Mecánico).

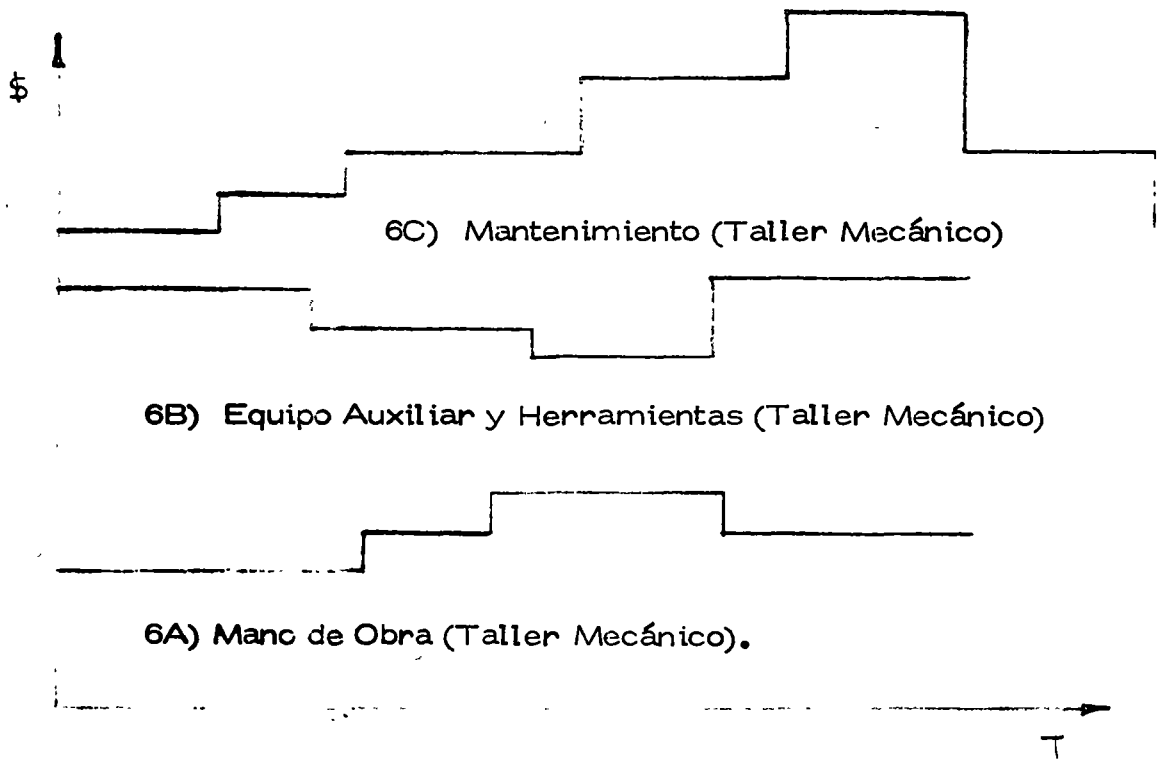
Costo de materiales que no pueden cargarse directamente a una máquina o grupo de máquinas.



Se obtiene del reporte de consumos de materiales utilizados por el taller de la obra, que no pueden identificarse directamente con ninguna máquina.

GRAFICA

COSTO TOTAL - TALLER MECANICO



[illegible]

PRORRATEO DEL COSTO DEL TALLER MECANICO.

El costo indirecto del taller mecánico, suma de los tres conceptos anteriores, debe prorratearse utilizando la forma No. 5 entre el equipo mayor, menor y vehículos en forma siguiente:

A) Tomando como base de prorrateo el porcentaje del personal del taller mecánico que se encuentra al servicio de equipo menor y vehículos, se divide el costo total en dos partes; una correspondiente a todo el equipo menor y vehículos y la restante a todo el equipo mayor.

B) El costo aplicable a equipo menor y vehículos se prorratea entre los grupos de unidades utilizado como base la tarifa mensual de renta de cada grupo, como porcentaje de la suma de tarifas mensuales del equipo menor y vehículos.

C) El costo aplicable a equipo mayor se prorratea entre cada máquina, tomando como base la tarifa de renta horaria, se divide la tarifa horaria de cada máquina, entre la suma de las tarifas horarias de todas las máquinas mayores para obtener el factor que le corresponde a cada máquina. Este factor se multiplica por el costo aplicable de equipo mayor, obteniendo el costo mensual que por concepto de taller mecánico le corresponde a cada máquina.

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

A) Objetivos del Reemplazo

La utilización económica del equipo de construcción depende en gran parte de su reemplazo en el momento económicamente conveniente.

Existen métodos que permiten determinar el momento optimo de reemplazo.

Los métodos de reemplazo económico determinan la vida económica para la cual se maximiza la utilidad neta o minimiza el costo total.

En la práctica los métodos utilizados son los que minimizan el costo.

Su aplicación práctica se hace, al equipo considerado mayor, en análisis individuales y por equipo.

B) Integración de los costos para el análisis de reemplazo.

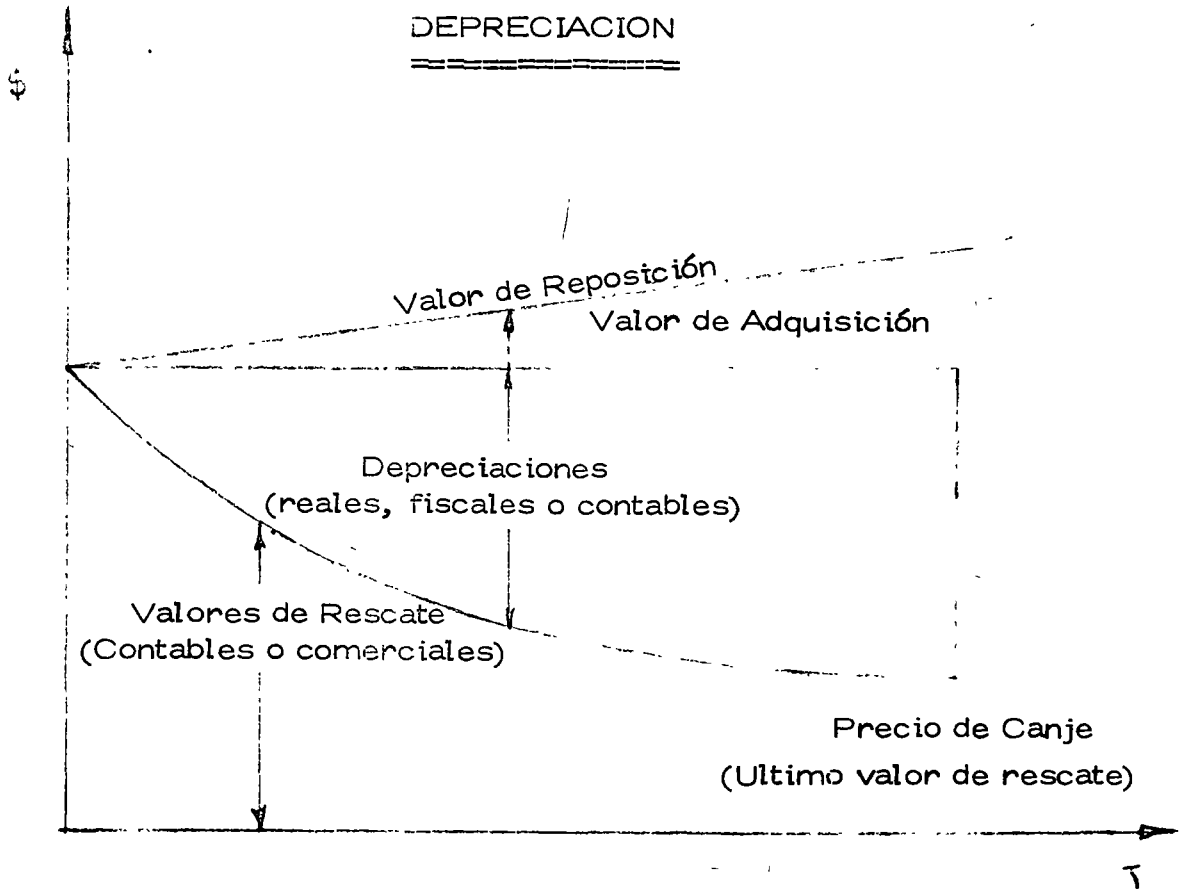
Los costos tratados anteriormente a nivel de obra como operación, consumos, mantenimiento, rentas, llantas y taller mecánico se integran a los costos que se llevan en la empresa para efectos de análisis de reemplazo de equipo, políticas de precios, eficiencia, selección de equipos, etc., de la siguiente forma:

COSTOS A NIVEL DE OBRA		COSTOS A NIVEL DE EMPRESA.
OPERACION		COSTO DE MANTENIMIENTO TOTAL
CONSUMOS		
MANTENIMIENTO (PREVENTIVO)		
LLANTAS		
TALLER MECANICO		
RENTAS	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
	DEPRECIACION	DEPRECIACION
	COSTO DE CAPITAL	INVERSION
	INNOVACIONES TECNOLOGICAS	OBSOLESCENCIA
	EQUIPO IMPRODUCTIVO PARADO	MAQUINA PARADA

Es decir que la información antes desglosada que nos envía la obra se computa para efectos de análisis de reemplazo de equipo en los siguientes factores que inciden en forma directa:

Es decir que la información antes desglosada que nos envia la obra se computa para efectos de análisis de reemplazo de equipo en los siguientes factores que inciden en forma directa:

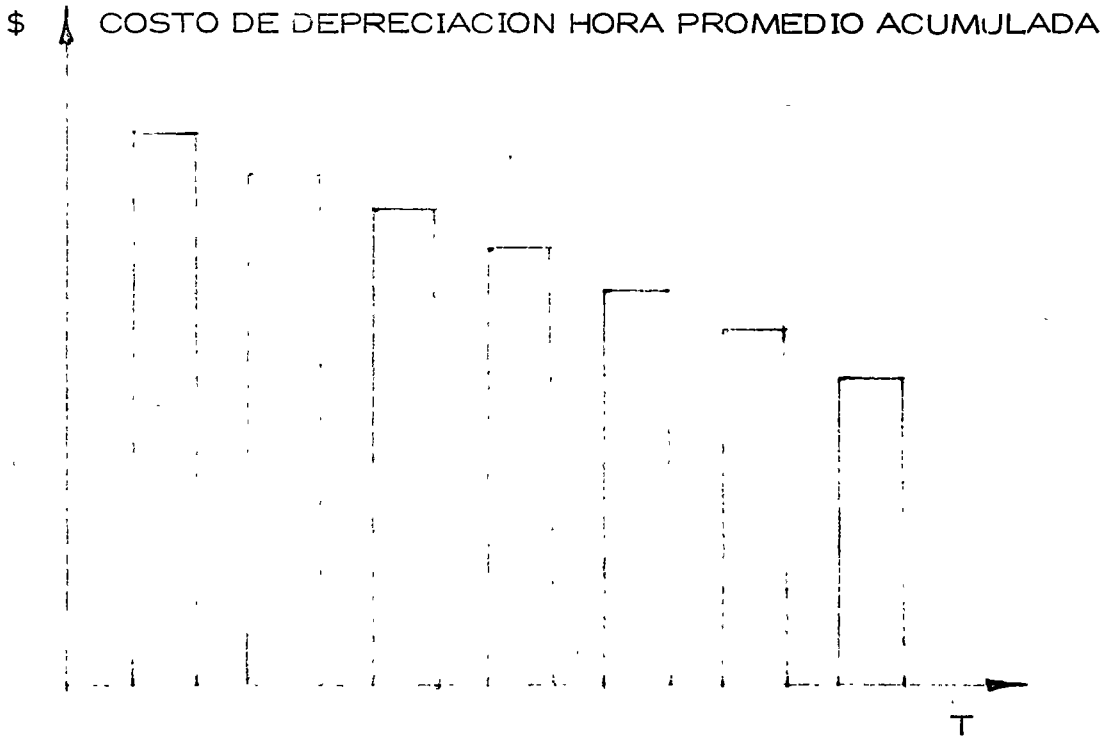
Depreciación Real.-	Valores de rescate, comerciales reales.
Máquina parada.-	Valores comerciales de renta.
Inversión.-	Costo de capital, tasa de intereses, etc. Actualización del dinero.
Mantenimiento.-	Integrado por todos los conceptos de operación, consumos, llantas, taller mecánico, mantenimiento menor o -- preventivo y mantenimiento mayor o correctivo. Se explica a continuación y lo denominaremos costo de mantenimiento total.
Obsolescencia.-	Innovaciones tecnológicas



COSTO DE DEPRECIACION

Se determina en función de la depreciación que se obtiene de restar al valor de reposición (o valor de adquisición), el valor de rescate correspondiente y dividiendo este resultado entre el número de horas acumuladas trabajadas por períodos.

El valor de reposición se puede calcular incrementando el valor de adquisición original del 5% al 15% por año o un porcentaje mayor dependiendo de las condiciones de mercado existentes en el sistema de precios.



El costo de depreciación aconseja retener la máquina o equipo en cuestión pues el costo siempre es decreciente.

MAQUINA PARADA

TIEMPOS DE MAQUINA PARADA

(TIEMPOS MUERTOS)

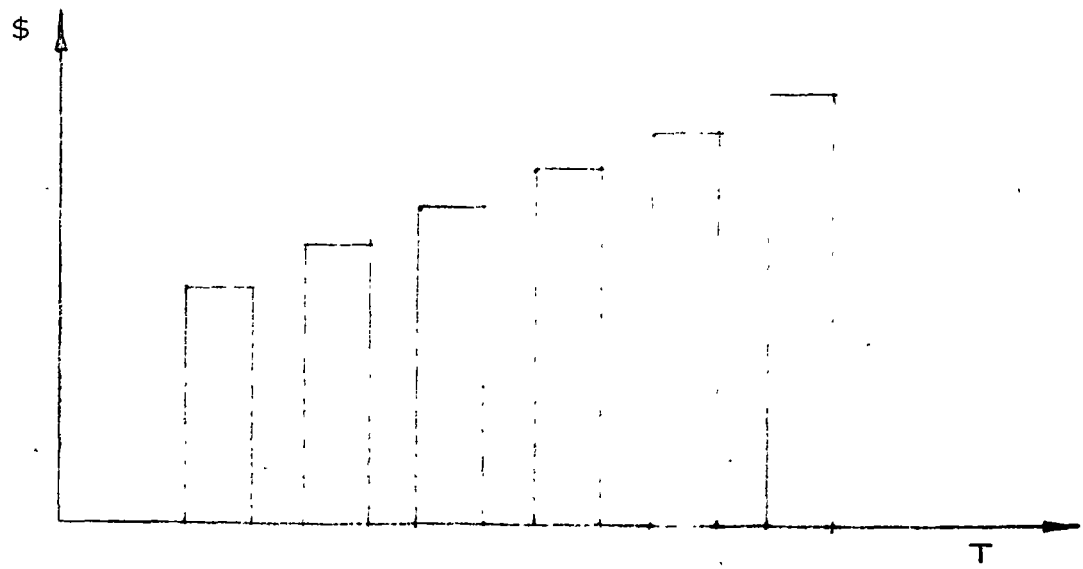
En términos generales se considera que la eficiencia de un equipo no es el 100% y existe una regla empírica de considerar un 3% de diferencia para los 3 primeros años y después un decremento de 2% durante 6 años.

Es decir :

	1er. Año	2o. Año	3er. Año	4o. Año	5o. Año	Etc.
Eficiencia o Disponibilidad	97%	94%	92%	90%	88%	Etc.
100% Eficiencia	400 hs.	400	400	400	400	
Disponibilidad	388	376	368	360	352	

El costo de máquina parada se calcula multiplicando las horas no trabajadas por el costo de rentar una hora un equipo similar equivalente.

Se acumulan los costos y se dividen entre las horas acumuladas por el período de tiempo.



COSTO POR HORA ACUMULADA MAQUINA PARADA

En realidad es más usual y conveniente interpretar el "Costo de Máquien Paraga" 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.

Muchas veces el tener equipo parado es mucho más costoso que el costo de un equipo rentado, "por lo que se deja de producir"; pero para efectos de estandarizar criterios así lo consideraremos siempre.

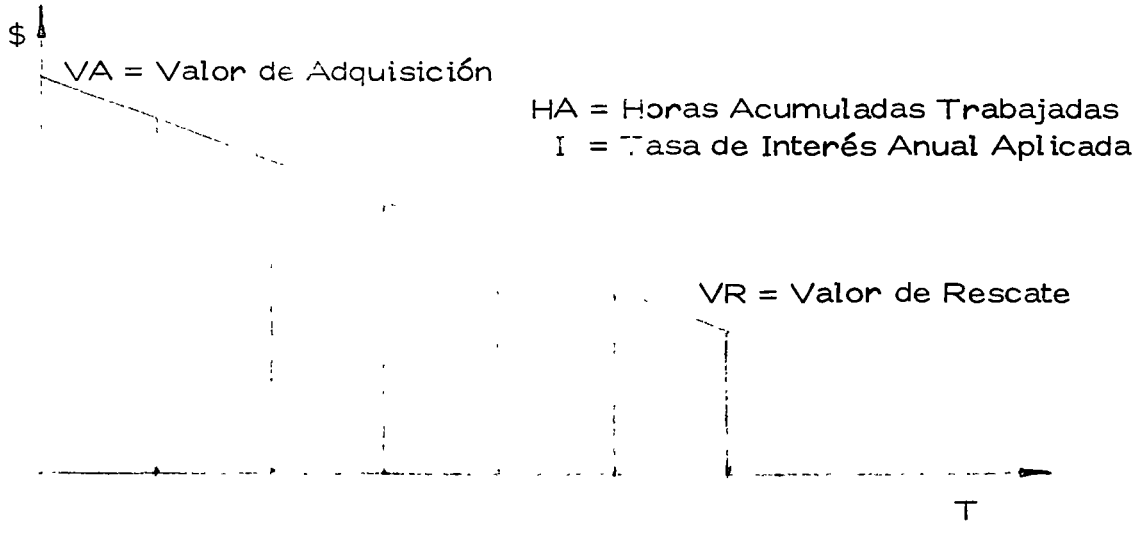
El costo por tiempo o maquina parada aconseja tomar medidas correctivas de urgencia, pues es muy significativo su incremento con el tiempo. Si es por descomposturas es obvio que se tiene que sustituir el equipo pronto con un adecuado criterio de selección y reemplazo simultaneamente para no caer por costumbre en utilizar equipos obsoletos e inadecuados.

INVERSION

Costo de Inversión.

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

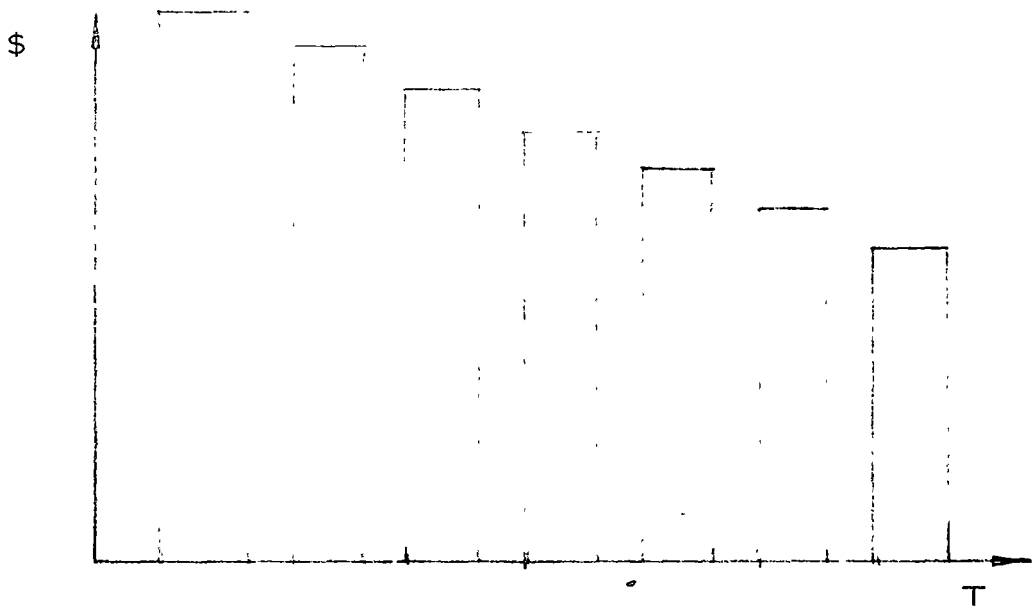


I = Costo por Inversión

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

Costo por Inversión.- Es el promedio del valor de adquisición más - el valor de rescate multiplicado por la tasa de interés considerada -- entre el número de horas acumuladas para obtener el costo por inversión por hora promedio acumulada.

COSTO POR INVERSION



COSTO POR HORA ACUMULADA INVERSION.-

La inversión generalmente aconseja retener la máquina dado que el-- costo de capital tiende a disminuir, ("La inversión es rentable").

La suma de minimizar los costos nos determinará más adelante el -- momento de costo mínimo óptimo, después del cual se aconseja estudiar el reemplazo de equipo; es decir cuando los costos empiezan a - incrementarse en forma continua y muestran que seguirán 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 períodos, trasladando la inversión total a un punto de referencia (horizonte en el tiempo) para tomar la decisión con - seguridad del valor absoluto.

MANTENIMIENTO

El costo de mantenimiento es uno de los costos más significativos, -- este se divide en mantenimiento preventivo (menor), y mantenimiento correctivo (o mayor).

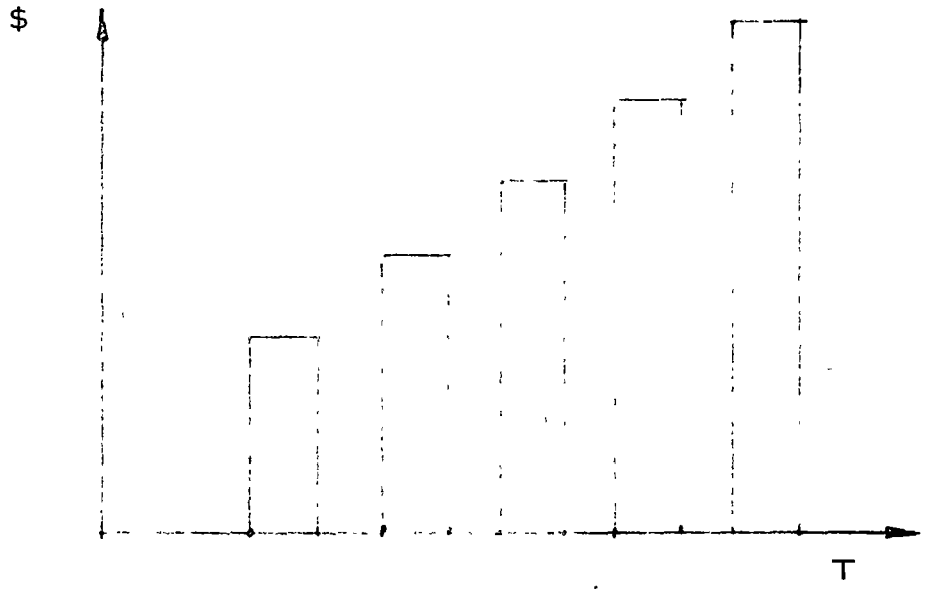
El mantenimiento preventivo corresponde a los gastos ocasionados en reparaciones menores y en mantenimiento como su nombre lo indica- para conservar en condiciones de trabajo la máquina durante su vida- útil sin necesidad de interrumpir gravosamente su ritmo de trabajo,- (materiales, refacciones, mano de obra, equipo auxiliar, etc.).

El mantenimiento correctivo o mayor corresponde a las erogaciones- por concepto de reparaciones generales en las que sí es determinante desarmar totalmente y dejar al equipo nuevamente en condiciones de- trabajo. Este mantenimiento sí ocasiona paros en los frentes de tra - bajo que hay que preveer con equipo alternativo

El costo total de mantenimiento es la suma de los dos anteriores y se calcula en base a los reportes de almacén de refacciones y materia-- les más la mano de obra.

El costo acumulado entre las horas trabajadas acumuladas nos determi nan el costo de mantenimiento hora promedio acumulada; este costo - es siempre creciente y aconseja en forma determinante sustituir el - equipo. Este costo siendo el más significativo es muy importante vi- gilarlo pues su correcta interpretación repercute considerablemente- en rendimiento, eficiencia, producción,rentabilidad, vida útil, máqui na parada, etc.; es sin duda un renglon a desarrollar con alta técnica y control por los beneficios que representa.

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 reconstrucción, estos no están incluidos en los conceptos antes mencionados por se casos particulares que se integran en otros estudios.

OBSOLESCENCIA

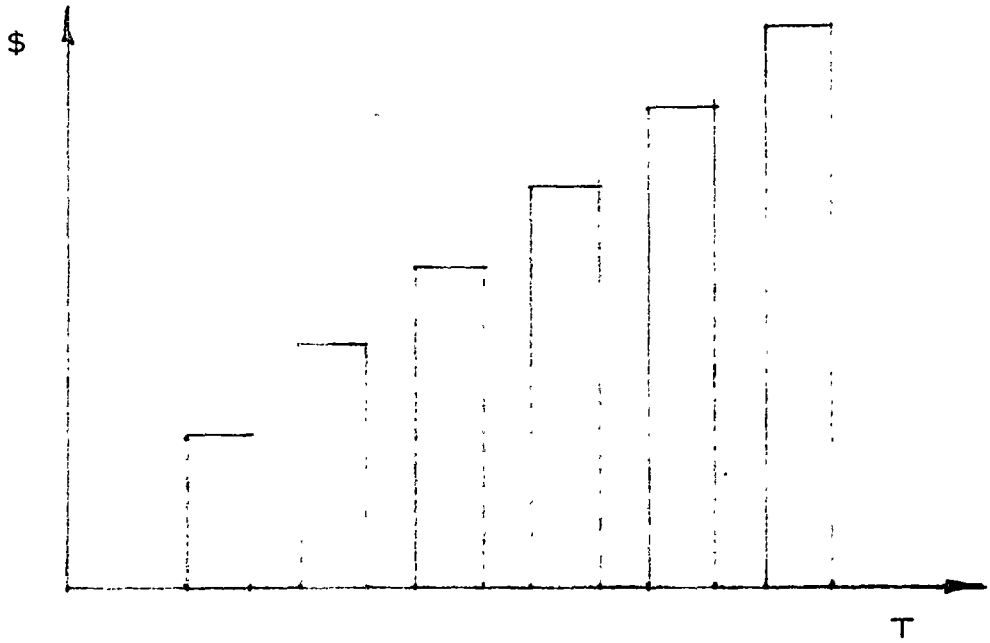
Se considera el efecto que producen las inovaciones tecnológicas, es decir la capacidad de producción que pueden tener los equipos con las mejoras de diseños.

La capacidad productiva del equipo aumenta en términos generales un promedio del 5% anual, este aumento no es necesariamente una curva suave sino que puede aumentar abruptamente con la introducción de un nuevo modelo.

Basándonos en este promedio de potencial de producción del 5% anual, vamos a considerar conservadoramente que se introduce solamente un nuevo modelo del equipo en cuestión cada tres años con un 15% de aumento en el potencial productivo.

Las horas adicionales de operación requeridas con el equipo obsoleto para producir lo mismo que la máquina nueva es lo que se considera como costo de obsolescencia.

Los efectos adversos del equipo obsoleto (anticuado), son determinantes como lo muestra la gráfica que aconseja reemplazar el equipo -- pues los costos se incrementan al no actualizar el equipo por este concepto.



COSTO POR HORA ACUMULADA OBSOLESCENCIA

Otros conceptos implícitos en los factores a utilizar son:

Vida de la Máquina.- (Utilización).

Vida económica, el período 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 útil debe estimarse como el período de servicio, para el cual el costo anual todavía es mínimo, es decir que la decisión de reemplazo es el resultado de saber que un equipo nuevo equivalente daría costos más bajos, (incluyendo inversión).

Costo de Reposición.-

Concepto a veces utilizado para determinar el valor de rescate comercial real en el costo de depreciación, tiene que ver con la variación del precio en el tiempo de un equipo equivalente.

Depreciación Real vs, Depreciación Fiscal o Contable.

Además 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 está sujeta la maquinaria de construcción durante su vida económica, por accidentes que pude sufrir, este cargo existe tanto en el caso de que la maquinaria se asegure en una compañía 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 períodos de inactividad, dentro de su vida económica, incluye todos los gastos que se realizan por ese motivo como son: la renta o amortización y mantenimiento de las bodegas o patios de guarda y la vigilancia necesaria para la maquinaria.

Cargo por Transporte.-

En términos generales, el transporte de la maquinaria se considera como cargo indirecto, pero cuando sea conveniente a juicio de la dependencia, podrá tomarse en cuenta dentro los cargos directos, o como un concepto de trabajo específico.

IV. - METODOLOGIA Y EJEMPLOS

A) Método de Comparación Simple.

Este método se utiliza cuando se encuentra uno frente a la alternativa de invertir una cantidad importante en mantenimiento correctivo para que una máquina siga trabajando o de venderla y adquirir una nueva que ejecute el trabajo.

Se ilustra con el siguiente ejemplo:

Duración del trabajo a ejecutar: Un Año

Datos de la Máquina Usada :

Valor de mantenimiento mayor:	$	150,000
Mantenimiento preventivo mensual:	$	40,000
Valor de rescate actual:	$	150,000
Valor de rescate al final del trabajo	$	100,000

Datos de la Máquina Nueva :

Valor de adquisición:	$	600,000
Mantenimiento preventivo mensual:	$	25,000
Valor de rescate al final del trabajo:	$	300,000

Alternativas de Conservar Máquina Usada:

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

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

$$CMU = 530,000$$

Alternativa de Conservar Máquina Nueva:

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

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

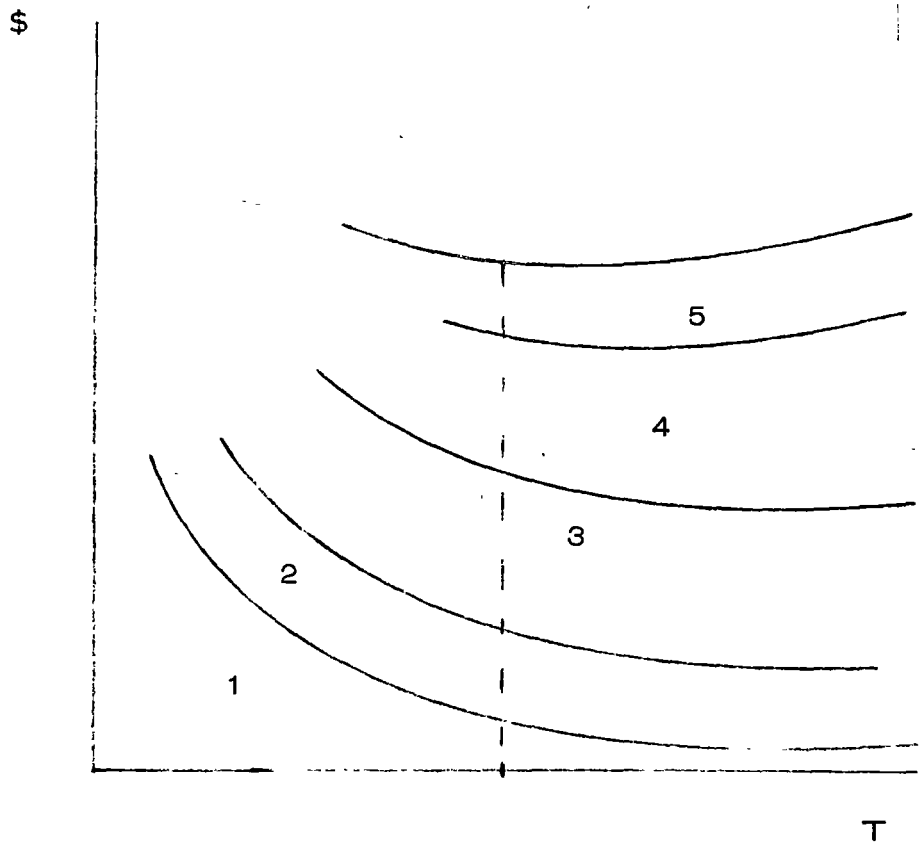
$$CMN = 450,000$$

La alternativa de máquina nueva tiene costo menor y por lo tanto es la economicamente más adecuada.

B) Método de los Costos Promedios Acumulados.

Presentación de Este Método en Diapositivas

COSTO PROMEDIO ACUMULADO



TIEMPO OPTIMO DE REEMPLAZO

COSTO MINIMO

1. Depreciación
2. Inversión
3. Mantenimiento
4. Obsolescencia
5. Máquina Parada

C) Método 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 serán explicados.

Los dos primeros serán consagrados a una presentación simplificada del método; el tercer ejemplo será más completo tomando en cuenta muy particularmente los efectos de la actualización.

Primer Ejemplo:

Un transportista compra un camión nuevo cuyo valor es de $ 60,000.00, él quiere saber cual es el tiempo óptimo de reposición de este equipo, es decir, al cabo de cuantos años hay que venderlo para comprar uno nuevo.

Los datos necesarios son:

a) El ritmo de depreciación del equipo, este ritmo se aplica no solo por la amortización contable o fiscal pero también por el valor real de reventa o rescate, al cabo de un año....N años. (Costo de depreciación).

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

Estos $ 2,000.00 son válidos para cualquier año después del 5o., y estos representan el valor de rescate en cualquier momento, inclusive como chatarra. (Ultimo valor de rescate o precio de canje).

Esta hipótesis de depreciación supone que el camión pierde cada año la mitad de su valor; esto es muchas veces más realista que ciertas convenciones fiscales o contables.

[illegible]

b) Los Costos de Mantenimiento y de Explotación Anuales del Equipo.

La utilización del camión tiene dos series de consecuencias.

1a. Incrementos de los gastos de mantenimiento y de reparación. (Costo de Mantenimiento).

2a. Abatimiento de la productividad o de la calidad del servicio-requerido. (Costo de Obsolescencia).

Por lo tanto hay que buscar cuanto "cuesta" la utilización de este-camión a lo largo de los años, suponiendo que el servicio será - - constante.

Uno debe tomar en cuenta los costos sumplementarios ocasionados en su caso por el arrendamiento de un camión de reposición durante las descomposturas (costo máquina parada), o bien por la interrupción de productividad debida a la disminución del tonelaje - - transportado.

Nosotros supondremos entonces que a servicio continuo, los cargos de utilización anual del camión son los siguientes:

$ 10,000.00 por el 1er. año
$ 12,000.00 por el 2o. año
$ 14,000.00 por el 3er. año
$ 18,000.00 por el 4o. año
$ 23,000.00 por el 5o. año
$ 28,000.00 por el 6o. año
$ 34,000.00 por el 7o. año
$ 40,000.00 por el 8o. año

c) El valor de Reposición.

Supondremos que uno reemplaza el camión por un equipo que otorgará exactamente los mismos servicios que el anterior que se compró en $ 60,000.00 (si se tomará en cuenta el progreso técnico, su valor de reposición para un mismo servicio es diferente al precio-considerado). (Costo de Reposición).

En consecuencia a esta serie de hipótesis; como fijaremos el tiempo de reemplazo del camión?, la respuesta a esta pregunta está -

CUADRO No. 1

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
	(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	21,500	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	27,000
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

dada por el siguiente cálculo sucesivo:

Los costos totales anuales (depreciación del año considerado más costos de utilización). (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 duración de utilización óptima es aquella para la cual este costo medio anual es mínimo. Referencia Cuadro No. 1.

La política óptima es entonces reemplazar el camión al cabo de 5 años donde el costo medio anual ocasionado por la utilización de este camión, es mínima (de 27,000.00).

Nota: Lo que acabamos de hacer no es totalmente exacto: Si existe realmente como lo hemos supuesto un mercado de ocasión, en el que se pueden conseguir camiones usados de 1, 2, 3, etc. años, susceptibles de dar los mismos servicios de un camión nuevo, la política óptima consistirá para nuestro transportista el comprar cada año un camión usado de dos años (que conforme al cuadro No. 1 pagaría $ 15,000.00 por su compra), y la reventa en el mismo año sería de $ 7,500.00; el costo anual sería entonces en estas condiciones:

$ 7,500.00 + $ 14,000.00 = $ 21,500.00

Valor que es el mínimo de la columna No. 5, y que corresponde efectivamente a la que el transportista gastaría cada año para asegurar el servicio considerado.

Esta política es mejor que la definida anteriormente, consistiendo en comprar camiones nuevos y conservarlos 5 años; dado que esta última corresponde al mínimo de la columna No. 7 costándonos $ 27,000.00 en diferencia contra $ 21,500.00.

Segundo Ejemplo:

Una máquina "X" cuesta $ 10,000.00; los gastos ocasionados para su

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	2,200	11,400	5,700
3	1,000	0	4,200	4,200	15,600	5,200
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

funcionamiento son de $ 200.00 el primer año; estos aumentan ------ $ 2,000.00 por año, en este caso no hay mercado de ocasión, entonces el valor de reventa es muy bajo y consideraremos que desde el primer año es de $ 1,000.00.

En el cuadro anterior vemos que el óptimo de reemplazo consiste en reemplazar la máquina al fin del tercer año de utilización y que el mínimo costo anual medio ocasionado por la utilización de esta máquina es de $ 5,200.00 por año.

Tercer Ejemplo:

Esta vez se trata no solamente de fijar el tiempo óptimo 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 óptimo de reemplazo siguiendo la secuencia anterior (selección de una táctica); en este ejemplo se comparan varios equipos susceptibles de otorgar los mismos servicios.

Uno selecciona entonces aquel donde el costo anual de utilización es el mínimo (selección de una estrategia).

En este caso se trata de seleccionar entre dos equipos A y B susceptibles de otorgar los mismos servicios.

Equipo A	Valor de compra de este equipo es de $ 50,000.00; sus costos de utilización anual son de $ 8,000.00 por los primeros cinco años y aumentan $ 2,000.00 por año.
Equipo B	Valor de compra de este equipo es de $ 25,000.00; sus costos de utilización anuales son de $ 12,000.00 por año.

En este caso consideraremos los efectos de la actualización que es tan significativa cuando hay reemplazo o selección de equipo para diferentes horizontes de tiempo.

Principio del cálculo: SI C es el valor de compra de uno de los equipos. F1, F2, F3....Fn, son los costos totales de utilización al cabo de 1,.....N años.

CUADRO No.3

ALTERNATIVA "A"

AÑO N	DEPRECIACION	COSTOS DE UTILIZACION	COSTO TOTAL ANUAL	FACT.ACT. $\frac{1}{(1+I)^N}$	COSTO TOTAL ACTUALIZADO P(N) ACUMULADO.	COSTO MEDIO ANUAL $P = \frac{P(N).(1-R)}{1-R^N}$
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	8,000	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	17,453
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 $I = 10\%$ $R = 0.91$

El costo total acumulado es:

$(C + F1)$ para el primer año

$(C + F1) + R2$ para el segundo año

$(C + F1) + R2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + RN.$

El razonamiento consiste en calcular el cargo total actualizado como se indica a continuación:

$$P(n) = \text{Valor Actualizado}$$

$$P(n) = (C+F1) + \frac{F2}{1+I} + \ldots\ldots + \frac{Fn}{(1+I)^n}$$

P = Valor Presente.

F = Valor Futuro.

n = Número de Períodos Considerados.

$\frac{1}{(1+I)^n}$ = FPSVA = Factor de Pago Simple Valor Actual.

= SPPWF = Single Payment Present Worth Factor.

Fórmula general para la actualización simple.

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

$$P = F \quad FPSVA$$

$$P = F \quad SPPWF$$

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 número de años, pues esto equivaldría a considerar las mismas condiciones para todos los años, situación contraria al principo de la actualización que estamos involucrando.

El costo anual medio está dado en realidad por la cantidad X que-- habría que erogar durante n años para financiar la cantidad de -- este cargo P (n).

Relación que se expresa a continuación :

$$X = \frac{x}{1+I} + \frac{x}{(1+I)\,2} + \ldots + \frac{x}{(1+I)\,n-1} = P(n)$$

Si hacemos $R = \frac{1}{1+I}$

Desarrollando tenemos que $X = \frac{P(n) \quad (1-R)}{1 - R^N}$

Es este cargo anual X que hay que minimizar para una selección -- conveniente durante la duración de utilización n.

El mínimo de X es para n = 9, donde por lo que su mínimo costo - anual de utilización es de $ 17,453.00 el equipo A debe ser reemplazado al 9o. año.

Aplicando exactamente el mismo método para el equipo B vemos - que tiene un tiempo óptimo de reemplazo para n=8, donde tenemos un costo mínimo medio anual de utilización de $ 16,800.00

Por lo tanto la "estrategia" óptima es seleccionar el equipo B con - la "táctica" de reemplazo cada 8 años.

Consideraciones fiscales intervienen frecuentemente en este tipo de comparaciones; en la medida de lo posible es conveniente integrar-- los a este tipo de calculos, donde se desprenden las mejores utilizaciones de equipo.

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	489,827.91
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

$i = 12\%$

$r = 0.89$

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

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

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

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

DESARROLLO DE UN PROBLEMA
TALLER

Ing. Jorge Humberto de Alba C.

Junio de 1977

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

SE TRATA DE MOVER 800,000 M^3, DE UN BANCO DE PRESTAMO A UN TIRADERO.

LA EMPRESA CUENTA CON 6 MOTOESCREPAS TEREX TS-14 Y 2 CARGADORES MICHIGAN DE 3 1/2 YD^3, LOS DOS TIPOS DE MAQUINAS EN PERFECTAS CONDICIONES.

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

LA LONGITUD DE ACARREO ES DE 1200 MTS.

CALCULO DEL COSTO POR M^3 DE ACARREO EN MOTOESCREPA

TEREX TS - 14

DATOS:

Material	Limo arenoso seco
Peso volumétrico	160 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	
Coeficiente de abundamiento	1.25 ó 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 + 1.6 — x 0.8 x 15 = 43.3 ton
Costo directo hora máquina	$ 371.00

(ver la siguiente hoja)

Motoescrepas de tiro y empuje

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

DATOS GENERALES

Precio adquisición: $ 1'360,590.00
Equipo adicional - Llantas 160,000.00

Valor inicial (Va): $ 1'200,590.00
Valor rescate (Vr): % =$136,059.00
Tasa interés (i) : %
Prima seguros (s): %

Fecha cotización: agosto/74
Vida económica (Ve): 5 años
Horas por año (Ha): 2000 hr/año
Motores Diesel de 160 HP.
Factor operación: 0.7
Potencia operación: 2x7 x 1.60 HP. op.
Coeficiente almacenaje (K): 0.1
Factor mantenimiento (Q): 0.75

I. CARGOS FIJOS.

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

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} i = \frac{1\,200590 + 136059}{2 \times 2000} \times 0.12 = 40.10$

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

d) Almacenaje : $A = KD = 0.1 \times 106.45 = 10.64$

e) Mantenimiento : $M = QD = 0.75 \times 106.45 = 79.84$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 243.71

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc

Diesel : E = 0.20 x 224 HP. op. x $0.50 /lt. =$ 22.40

Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x $_____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pe

Capacidad carter: C = 2 x 16 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 lt/hr x $ 7.00 /lt. = 7.70

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

Vida económica: Hv = 1500 horas

$$Ll = \frac{160\,000}{2500 \text{ horas}} = 64.00$$

Suma Consumos por Hora $ 94.10

III. OPERACION.

Salario base : $_____

Salario real - operador : 200.00

_____: _____

_____: _____

Sal/turno-prom:$ 200.00

Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0.75 (factor rendimiento) = 6.00 horas

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

Suma Operación por Hora $ 33.30

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 371.00

S O L U C I O N

A) Resistencia al Rodamiento: 15 kg/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:

Resistencia al rodamiento = 30 + 20 = 50 kg/ton M.

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

Tramo de 600 m de ida	= 1% x 10 = 10 kg/ton M.
Tramo de 300 m de ida	= 0
Tramo de 300 m de ida	= 4% x 10 = 40 kg/ton M.
Tramo de 300 m de regreso	= 4% x 10 = 40 kg/ton M.
Tramo de 300 m de regreso	= 0
Tramo de 600 m de regreso	= 1% x 10 = 10 kg/ton M.

C) Resistencia Total de Ida:

Tramo de 600 m = 50 + 10 = 60 kg/ton M.

Tramo de 300 m = 50 + 0 = 50 kg/ton M.

Tramo de 300 m = 50 − 40 = 10 kg/ton M.

D) Resistencia Total de Regreso: (vacía)

Tramo de 300 m = 50 + 40 = 90 kg/ton M.

Tramo de 300 m = 50 + 0 = 50

Tramo de 600 m = 50 − 10 = 40 kg/ton M.

E) Resistencia Total de la Máquina:

a) Máquina cargada = 43.3 ton

Tramo de 600 m = 60 x 43.3 = 2.6 ton

Tramo de 300 m = 50 x 43.3 = 2.2 ton

Tramo de 300 m = 10 x 43.3 = 0.4 ton

b) Máquina vacía = 24.1 ton

Tramo de 300 m = 90 x 24.1 = 2.2

Tramo de 300 m = 50 x 24.1 = 1.2

Tramo de 600 m = 40 x 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 x 1.05 = 2.7 tm

2.2 x 1.05 = 2.3 tm

0.4 x 1.05 = 0.4 tm

Máquina Vacía

2.2 x 1.05 = 2.3 tm

1.2 x 1.05 = 1.3 tm

1.0 x 1.05 = 1.1 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	12 m/h 19 km/h	4a	12 km/h
300 m	16 m/h 26 km/h	5a	17 km/h
300 m	23 m/h 37 km/h	6a	25 km/h

Velocidad de la motoescrepa vacía

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

H) Tiempos

Tiempo de motoescrepa cargada

Tramo	Tiempo
600	3.0 min
300	1.1 min
300	0.7 min
Total	4.8 min

Tiempo de motoescrepa 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

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

Capacidad de la motoescrepa en banco = 15 x 0.8 = 12 m^3

Producción = 6.4 x 12 = 77 m^3/h

Costo por $m^3 = \frac{\text{costo horario}}{\text{producción real}} = \frac{371.11}{77 \times 0.75} = \underline{\underline{6.43}}$

CALCULO DEL COSTO POR M^3 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.
Coeficiente de abundamiento	1.25 ó su recíproco 0.8
Capacidad del cucharón	3.5 m^3
Costo directo hora-máquina	\$ 338.13

(Desarrollado en la hoja siguiente)

CONSTRUCTORA	Máquina: Cargador Frontal	Hoja No:
	Modelo: 3 1/2 yd^3	Calculó:
OBRA:	Datos Adic:	Revisó :
		Fecha :

DATOS GENERALES

Precio adquisición: $ 997,104.38
Equipo adicional -
Llantas 120,000.00

Valor inicial (Va): $ 877,104.38
Valor rescate (Vr): % =$ 99,710.40
Tasa interés (i) : %
Prima seguros (s): %

Fecha cotización: Agosto /74
Vida económica (Ve): 5 años
Horas por año (Ha): 2000 hr/año
Motores Diesel de 290 HP.
Factor operación: 0.7
Potencia operación: 203 HP. op.
Coeficiente almacenaje (K): 0.1
Factor mantenimiento (Q): 1.0

1. CARGOS FIJOS.

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

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

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

d) Almacenaje : $A = KD = 0.1 \times 77.74 = 7.77$

e) Mantenimiento : $M = QD = 1.00 \times 77.74 = 77.74$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 197.53

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc

Diesel : E = 0.20 x 203 HP. op. x $ 0.50 /lt. =$ 20.30

Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x $_____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pe

Capacidad carter: C = 30 litros

Cambios aceite : t = 100 horas

$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times$ 203 HP. op. = 1.0 lt/hr.

L = 1.0 lt/hr x $ 7.00 /lt. = 7.00

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

Vida económica: Hv = 1500 horas

$Ll = \frac{120}{15}$ horas = 80.00

Suma Consumos por Hora $ 107.30

II. OPERACION.

Salario base : $_____

Salario real - operador : 200.00

_____ : _____

_____ : _____

Sal/turno-prom: $ 200.00

Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0.75 (factor rendimiento) = 6.00 horas

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

Suma Operación por Hora $ 33.30

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 338.13

S O L U C I O N

Capacidad del cucharón = 3.5 x 0.76 = 2.7

Factor de carga = 0.8

Volumen por ciclo = 2.7 m^3 x 0.8 = 2.1 m^3/ciclo

Tiempo del ciclo (ciclo básico) 35.0 seg = 0.58 min

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

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

Producción = 2.1 m^3/ciclo x 103 ciclos/hora

= 216 m^3/h

$$\frac{338.13}{216 \times 0.75} = 2.10$$

Costo Acarreo

$$\frac{3.80}{0.8} = 4.75$$

Costo total

Carga ——	2.10
Acarreo ——	4.75
	6.85

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 signifian una ganancia interesante.

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

Ganancia neta de motoescrepas/mes = 6,000

Producción mensual = 2 x 6 x 2 x 25 x 172 = 102000

Producción mensual = No. de turnos x horas efectivas por turno x No. de unidades x días laborados en el mes x producción horaria medida en banco.

Tiempo de ejecución $\frac{800\,000}{102\,000} = 8.0$

Ganancia total = 8.0 x 6 x 8 000

Ganancia/m^3 $= \frac{288\,000}{800\,000} = 0.37$

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

$$6.85 - 0.48 = 6.36$$

AHORA LAS TRES ALTERNATIVAS SERIAN ASI

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

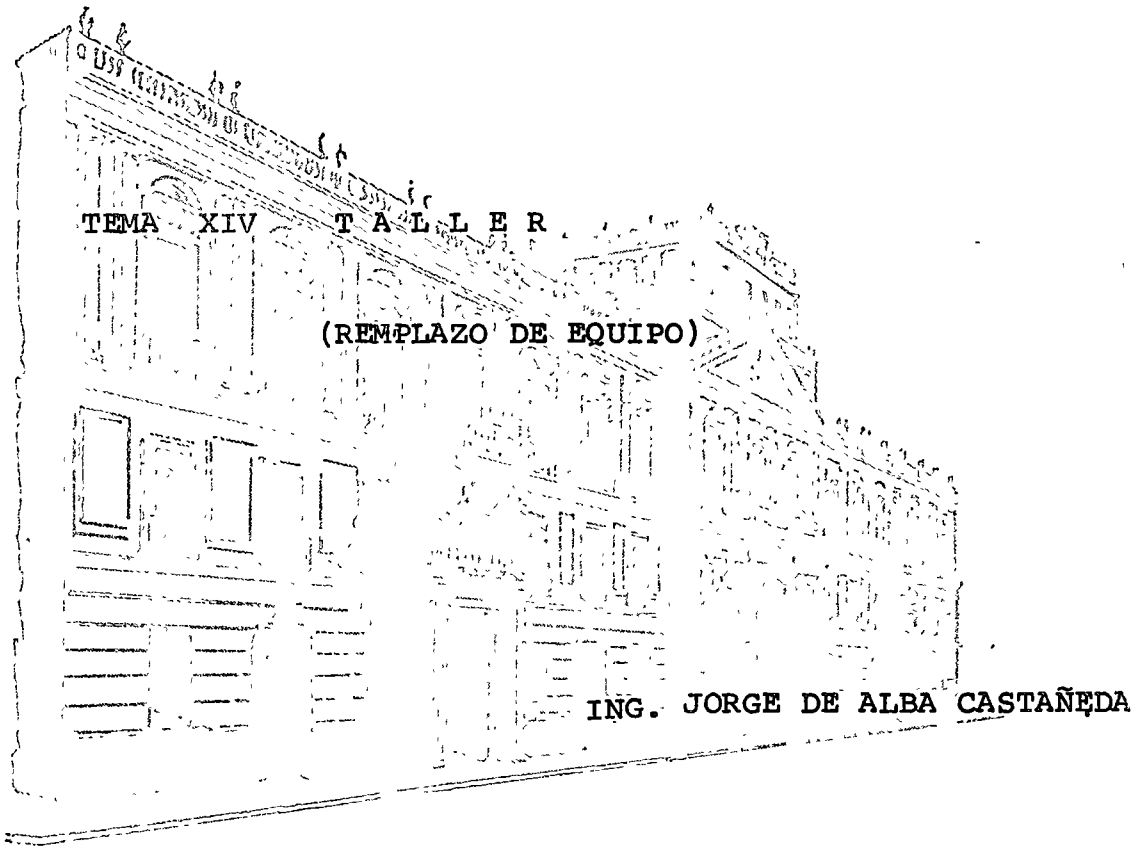
Y COMPARANDO CON LAS ALTERNATIVAS ANTERIORES, TENDREMOS :

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

POR LO QUE PUEDE OBSERVARSE FACILMENTE QUE SI LAS CONDICIONES CAMBIAN CON EL TIEMPO, LA DECISION DE LA ALTERNATIVA ADECUADA SERA TAMBIEN DIFERENTE

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS



TEMA XIV T A L L E R

(REMPLAZO DE EQUIPO)

ING. JORGE DE ALBA CASTAÑEDA

JUNIO-JULIO, 1977.

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

SE TRATA DE MOVER 800,000 M^3, DE UN BANCO DE PRESTAMO A UN TIRADERO.

LA EMPRESA CUENTA CON 6 MOTOESCREPAS TEREX TS-14 Y 2 CARGADORES MICHIGAN DE 3½ YD^3, LOS DOS TIPOS DE MAQUINAS EN PERFECTAS CONDICIONES.

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

LA LONGITUD DE ACARREO ES DE 1200 MTS.

CALCULO DEL COSTO POR M^3 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	
Coeficiente 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 x 0.8 x 15 = 43.3 ton
Costo directo hora máquina	$ 322.00

(ver la siguiente hoja)

Motoescrepas de tiro y empuje

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

DATOS GENERALES

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

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{1076000 - 120\,000}{10\,000} = \$\ 95.60$

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

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

d) Almacenaje : $A = KD = 0.1 \times 95.60 = 9.56$

e) Mantenimiento : $M = QD = 0.75 \times 95.60 = 71.70$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 218.72

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc

Diesel : E = 0.20 x 224 HP. op. x $ 0.40 /lt. =$ 17.92

Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x $ _____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pe

Capacidad carter: C = 2 x 16 litros

Cambios aceite : t = 100 horas

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

L = 1.1 lt/hr x $ 5 /lt. = 5.50

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

Vida económica: Hv = 1500 horas

$Ll = \frac{\$\ 124\,000}{2500 \text{ horas}}$ = 49.60

Suma Consumos por Hora $ 73.02

II. OPERACION.

Salario base : $ 120.00

Salario real - operador : 183.00

_____ : _____

_____ : _____

Sal/turno-prom: $ 183.00

Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0.75 (factor rendimiento) = 6.00 horas

Operación = O = $\frac{S}{H} = \frac{\$\ 183.00}{6.00 \text{ horas}}$ =$ 30.50

Suma Operación por Hora $ 30.50

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 322.24

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:

Tesistencia al rodamiento = 30 + 20 = 50 kg/ton M.

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

Tramo de 600 m de ida = 1% x 10 = 10 kg/ton M.

Tramo de 300 m de ida = 0

Tramo de 300 m de ida = 4% x 10 = 40 kg/ton M.

Tramo de 300 m de regreso = 4% x 10 = 40 kg/ton M.

Tramo de 300 m de regreso = 0

Tramo de 600 m de regreso = 1% x 10 = 10 kg/ton M.

C) Resistencia Total de Ida :

Tramo de 600 m = 50 + 10 = 60 kg/ton M.

Tramo de 300 m = 50 + 0 = 50 kg/ton M.

Tramo de 300 m = 50 — 40 = 10 kg/ton M.

D) Resistencia Total de Regreso: (vacía)

Tramo de 300 m = 50 + 40 = 90 kg/ton M.

Tramo de 300 m = 50 + 0 = 50

Tramo de 600 m = 50 — 10 = 40 kg/ton M.

E) Resistencia Total de la Máquina:

a) Máquina cargada = 43.3 ton

Tramo de 600 m = 60 x 43.3 = 2.6 ton

Tramo de 300 m = 50 x 43.3 = 2.2 ton

Tramo de 300 m = 10 x 43.3 = 0.4 ton

b) Máquina vacía = 24.1 ton

Tramo de 300 m = 90 x 24.1 = 2.2

Tramo de 300 m = 50 x 24.1 = 1.2

Tramo de 600 m = 40 x 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 x 1.05 = 2.7 tm

2.2 x 1.05 = 2.3 tm

0.4 x 1.05 = 0.4 tm

Máquina Vacía

2.2 x 1.05 = 2.3 tm

1.2 x 1.05 = 1.3 tm

1.0 x 1.05 = 1.1 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	4a	12 km/h
300 m	16m/h 26 km/h	5a	17 km/h
300 m	23m/h 37 km/h	6a	25 km/h

Velocidad de la motoescrepa vacía

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

H) Tiempos

Tiempo de motoescrepa cargada

Tramo	Tiempo
600	3.0 min
300	1.1 min
300	0.7 min

Total 4.8 min

Tiempo de motoescrepa 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

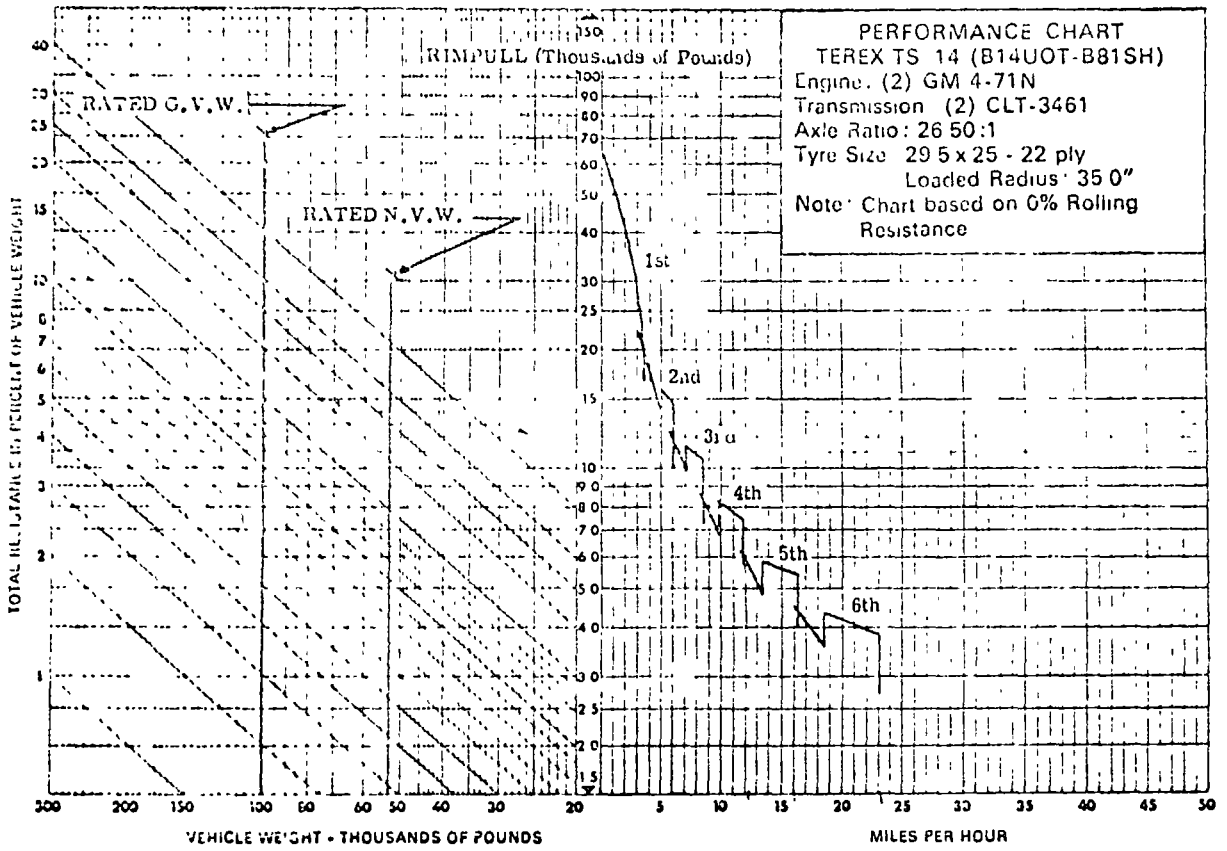
Tiempo total 9.4

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

Capacidad de la motoescrepa en banco = 15 x 0.8 = 12 m^3

Producción = 6.4 x 12 = 77 m^3/h

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



INSTRUCTIONS

1. FIND VEHICLE WEIGHT ON LOWER LEFT HORIZONTAL SCALE
2. READ UP TO SLANTED TOTAL RESISTANCE
3. FROM INTERSECTION READ HORIZONTALLY TO THE RIGHT TO INTERCEPTION WITH PERFORMANCE OR RETARDER CURVE
4. READ DOWN FOR VEHICLE SPEED

CALCULO DEL COSTO POR M^3 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.
Coeficiente 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: Cargador Frontal	Hoja No: _____
_____	Modelo: 3½ yd³	Calculó: _____
OBRA: _____	Datos Adic: _____	Revisó : _____
		Fecha : _____

DATOS GENERALES

Precio adquisición: $ 986,525.00
Equipo adicional -
1 llantas 86,712.00
_____ _____
Valor inicial (Va): $ 899,813.00
Valor rescate (Vr): 10 % =$ 98,652.50
Tasa interés (i) : 12 %
Prima seguros (s): 2 %

Fecha cotización: Enero/73
Vida económica (Ve): 5 años
Horas por año (Ha): 2000 hr/año
Motores Diesel de 290 HP.
Factor operación: 0.7
Potencia operación: 203 HP. op.
Coeficiente almacenaje (K): 0.1
Factor mantenimiento (Q): 1.0

1. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{896000 - 98600}{10\,000} = \$\ 79.74$

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

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

d) Almacenaje : $A = KD = 0.1 \times 79.74 = 7.97$

e) Mantenimiento : $M = QD = 1.00 \times 79.74 = 79.74$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 202.25

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc

Diesel : E = 0.20 x 203 HP. op. x $ 0.40 /lt. =$ 16.24

Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x $ _____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pe

Capacidad carter: C = 30 litros

Cambios aceite : t = 100 horas

$$a = C/t + \begin{cases} 0.0065 \\ 0.0030 \end{cases} \times 203 \text{ HP. op.} = 1.0 \text{ lt/hr.}$$

L = 1.0 lt/hr x $ 5 /lt. = 5.0

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

Vida económica: Hv = 1500 horas

$$Ll = \frac{\$\ 900\ 00}{1500 \text{ horas}} = 60.00$$

Suma Consumos por Hora $ 81.24

III. OPERACION.

Salario base : $ 120.00

Salario real - operador : 183.00

_____ : _____

_____ : _____

Sal/turno-prom: $ 183.00

Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0.75 (factor rendimiento) = 6.00 horas

$$\text{Operación} = O = \frac{S}{H} = \frac{\$\ 183.00}{6.00 \text{ horas}} = \$\ 30.50$$

Suma Operación por Hora $ 30.50

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 313.99

SOLUCION

Capacidad del cucharón = 3.5 x 0.76 = 2.7

Factor de carga = 0.8

Volumen por ciclo = 2.7 m^3 x 0.8 = 2.1 m^3/ciclo

Tiempo del ciclo (ciclo básico) 35.0 seg = 0.58 min

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

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

Producción = 2.1 m^3/ciclo x 103 ciclos/hora

= 216 m^3/h

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

Costo Acarreo

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

Costo Total

Carga —	1.94
Acarreo —	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:

Ganancia neta de motoescrepa/mes = 6,000

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

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

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

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 FACTORES SU TIEMPO DE EJECUCION.

No. DE HORA TRABAJADA	FACTOR EFICIENCIA	COSTO 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 INCLINARA POR SU DECISION ORIGINAL.

AL SUPERINTENDENTE SE LE OCURRE QUE YA QUE ESTA OBLIGADO A OCUPAR CAMIONES ¿QUE SUCEDE SI COMPRA 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	
Coeficiente 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

De ida: $t = \frac{1200 \times 60}{15000} = \frac{72}{15} = 4.8$ min.

De regreso: $t = \frac{1200 \times 60}{30} = 2.4$ min.

Total = 7.2

CONSTRUCTORA	Máquina: Camión Volteo 6.00 m3	Hoja No:
	Modelo:	Calculó:
OBRA:	Datos Adic:	Revisó :
		Fecha :

DATOS GENERALES

Precio adquisición: $ 115,000.00
Equipo adicional -
Llantas (6) 12,528.00

Valor inicial (Va): $ 102,472.00
Valor rescate (Vr): ___ % =$
Tasa interés (i) : 12%
Prima seguros (s): 2%

Fecha cotización: Enero/73
Vida económica (Ve): 5 años
Horas por año (Ha): 2000 hr/año
Motores Gasolina de 210 HP.
Factor operación: 0.7
Potencia operación: 155.0 HP. op.
Coeficiente almacenaje (K): 0.01
Factor mantenimiento (Q): 0.9

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{102\,472.00}{10000} = \$\ 10.25$

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} i = \frac{102\,472.00}{2 \times 2000}\ 0.12 = 2.56$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} s = \frac{102\,472.00}{2 \times 2000}\ 0.02 = 0.51$

d) Almacenaje : $A = KD = 0.10 \times 10.25 = 1.03$

e) Mantenimiento : $M = QD = 0.9 \times 10.25 = 9.23$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 23.58

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc

Diesel : E = 0.20 x _____ HP. op. x $ _____ /lt. =$

Gasolina: E = 0.24 x 147 HP. op. x $ .80 /lt. = 28.22

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pe

Capacidad carter: C = 6 litros

Cambios aceite : t = 70 horas

$$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times 147 \text{ HP. op.} = 1.37 \text{ lt/hr.}$$

L = 1.37 lt/hr x $ 5.00 /lt. = 6.85

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

Vida económica: Hv = 1500 horas

$$Ll = \frac{\$\ 12,528.00}{1500 \text{ horas}} = 8.35$$

Suma Consumos por Hora $ 33.42

III. OPERACION.

Salario base : $ 70.00

Salario real - operador : 107.50

_____ : _____

_____ : _____

Sal/turno-prom:$

Horas/turno-prom.: (H')

H = 8 horas x 0.75 (factor rendimiento) = 6.00 horas

$$\text{Operación} = O = \frac{S}{H} = \frac{\$\ 107.50}{6.00 \text{ horas}} = \$\ 16.91$$

Suma Operación por Hora $ 16.91

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 73.91

Tiempo del ciclo del cargador $\frac{35 \text{ seg}}{60 \text{ seg}} = 0.58$ min

Para cargar un camión de $6 m^3$ son necesarios 3 ciclos de operación del cargador; es decir, son necesarios 0.58 min x 3 = 1.74 min para cargar 6.0 m^3.

Tiempo de descarga = 30

Tiempo total del ciclo del camión = 7.2 + 1.74 + 0.5 = 9.44 min

Número de viajes por hora

$$\frac{60 \times 0.75}{9.44} = \frac{45}{9.44} = 4.76$$

Volumen por hora $4.76 \times 6.0 = 28.56 \ m^3$

Costo por m^3 $\frac{73.91}{28.56 \times 0.8} = 3.23$

Número de camiones

Producción del cargador: $216 \times 0.75 = 162 \ m^3$

$$\frac{162}{22.85} = 7.08 = 8 \text{ camiones}$$

Por concepto de camiones esperando, el factor es :

$$\frac{8}{7.08} = 1.13$$

$$3.23 \times 1.13 = \$ \ 3.65$$

Costo del acarreo más carga

Acarreo = 3.65

Carga = 1.94

Total = $5.59

Le resultan pues las siguientes alternativas

a) Motoescrepas	5.58
b) Cargador y camiones alquilados	6.07
c) Igual a b) rentando motoescrepas	5.70
d) Cargador y camiones propios	5.59
e) Igual a d) rentando motoescrepas	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 x 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	.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)	Motoescrepas	5.58
b)	Cargador y camiones alquilados	6.07
c)	Igual a b) rentando motoescrepas	5.70
d)	Cargador y camiones propios (5 años uso)	5.59 *
e)	Igual a d) rentando motoescrepas	5.22 *
f)	Cargador y camiones propios (uso estadístico)	5.86
g)	Igual a f) rentando motoescrepas	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 TOTALMENTE EN LA EMPRESA.

CAMIONES Y CARGADOR PARA CAMINO PAVIMENTADO

Velocidad de ida 20 km/h

Velocidad de regreso 35 km/h

De ida : $t = \frac{1200 \times 60}{2000} = \frac{72}{20} = 3.6$ min.

de regreso : $t = \frac{1200 \times 60}{35} = 2.00$

Total = 5.6 min

Tiempo total del ciclo = 5.6 + 1.74 + 0.5 = 7.84 min

Número de viajes por hora $\frac{45}{7.84} = 5.73$

Volumen por hora $5.76 \times 6 = 34.56\ m^3$

Costo por $m^3 = \frac{73.91}{34.56 \times 0.8} = \$2.67$

Número de camiones $= \frac{\text{Producción del cargador}}{\text{Vol. por hora x coef. de abundamiento}}$

$\frac{162\ m^3}{27.64} = 5.86 = 6$ 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

Acarreo	=	2.85
Carga	=	1.94
		$4.79
—UT. Motoescrepas		$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	+
0.60	
$ 5.02	

LAS ALTERNATIVAS SON

a)	Motoescrepas	5.58
b)	Cargador y camión alquilado	6.07
c)	Igual a b) rentando las motoescrepas	5.70
d)	Cargador y camiones propios (5 años uso)	5.59
e)	Igual a d) rentando las motoescrepas	5.22
f)	Cargador y camiones propios (uso estadístico)	5.86
g)	Igual a f) rentando motoescrepas	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.

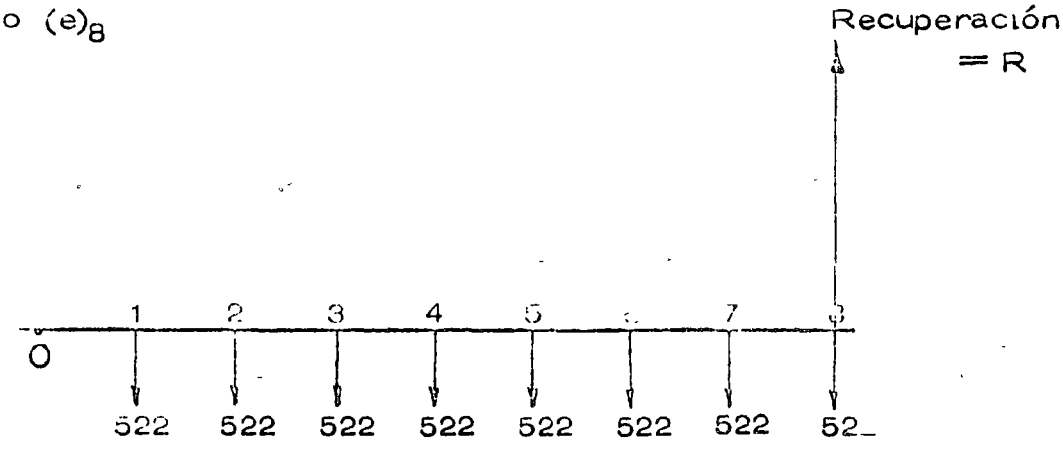
EL SUPERINTENDENTE CONSIDERA QUE SI HAY DIFE -- RENCIA EN LOS DOS SISTEMAS DE EGRESO, POR LO QUE - DECIDE REALIZAR UN ESTUDIO DE VALOR ACTUALIZADO.

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.

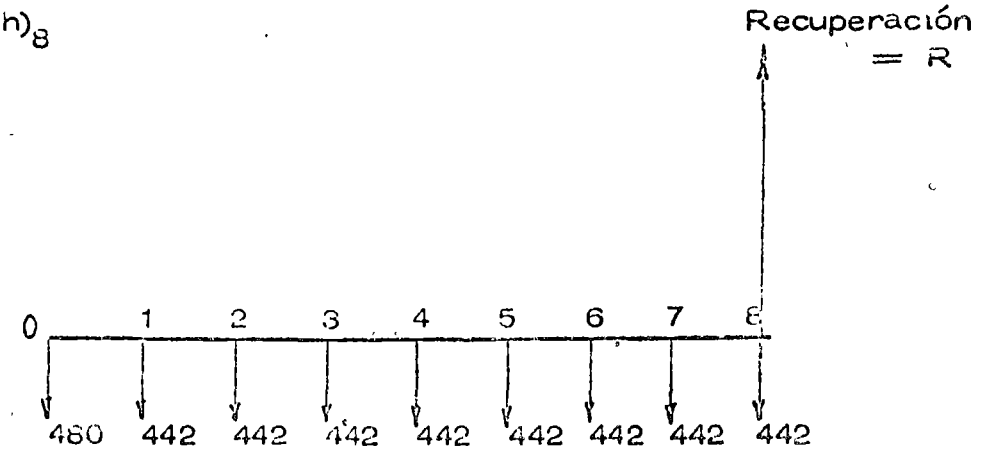
Caso $(e)_8$



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%

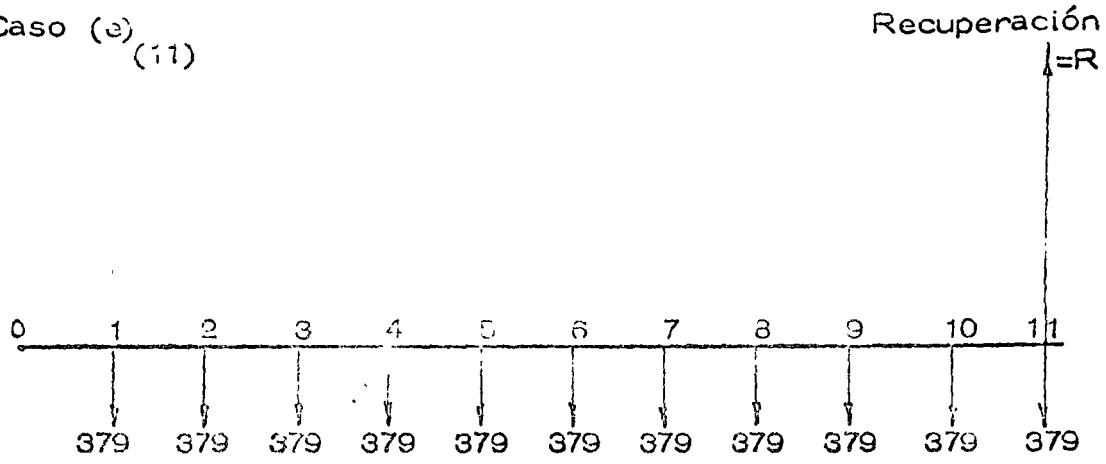
$$480 + 442 \times 7.652 = 3,862 \text{ miles de pesos}$$

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.

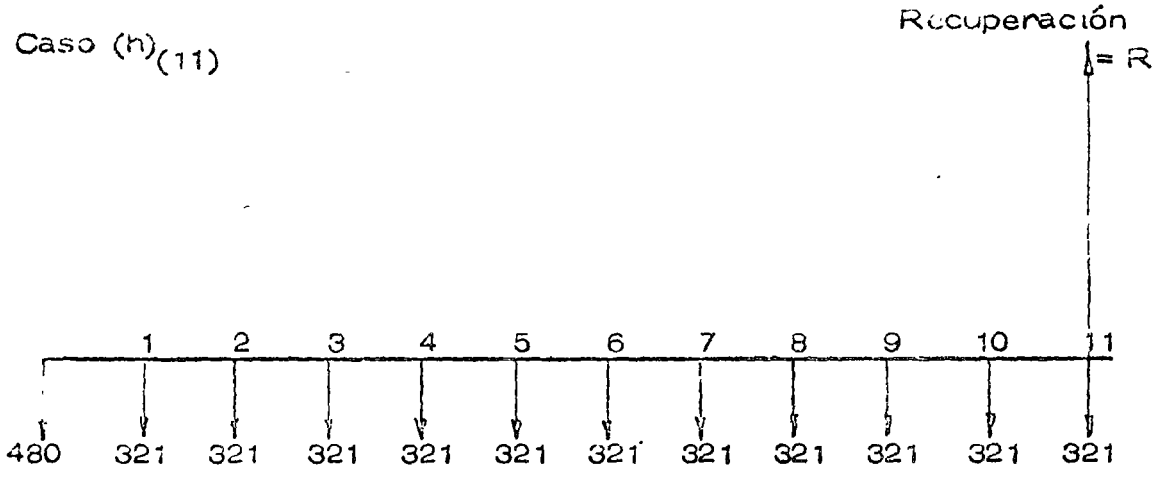
El Superintendente supone los 11 meses y obtiene lo siguiente

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 x 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 x 7,486 = 3,907,692

Caso h_8 interés 1½% mensual

480 + 442 x 7.486 = 3,788,812

En el caso de duración 11 meses tiene los siguientes valores

Caso e_{11} interés 1½% mensual

379,638 x 10.071 = 3,823,334

Caso h_{11} interés 1½% mensual

480,000 + 321,454 x 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 (-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 RAN_ GOS ESTUDIADOS, PODREMOS PUES CON UNA CONFIANZA -- RAZONABLE PROCEDER A PAVIMENTAR EL CAMINO.

ATENCION. AL SIMPLIFICAR LA SOLUCION DEL PRO-- BLEMA 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.

Teoería 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 -- de la Industria de la Construcción.

PROBABILITY, STATISTICS AN 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-

Aquí falta lo de

Fanela

Tema XV Métodos de selección del equipo

también

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

TEMA XV METODOS PARA LA SELECCION DE EQUIPO

USO DE MODELOS

ING. JOSE PIÑA GARZA

JUNIO-JULIO, 1977.

METODOS PARA LA SELECCION DE EQUIPO

USO DE MODELOS

Ing. José Piña Garza.

- Concepto de modelo
- Clasificación de modelos

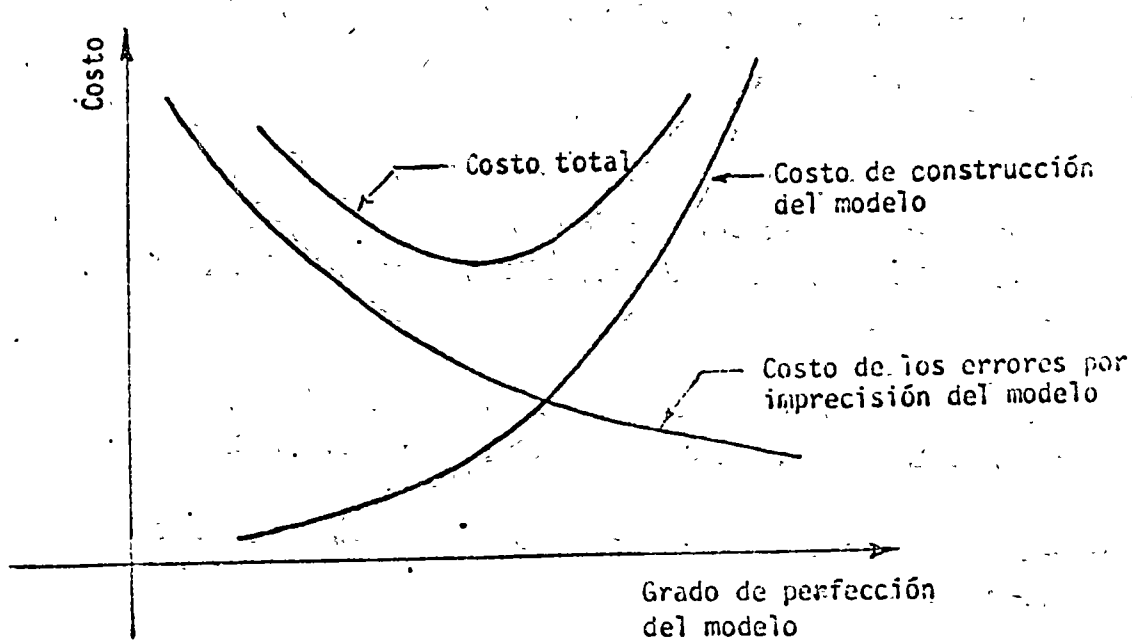
  Por la forma de representación

  Descripción escrita (hablada)
  Económicos
  Lógicos (diagramáticos)
  Analógicos
  Simbólicos (matemáticas)

  Por el uso

  Comunicación
  Análisis
  Predicción
  Control
  Entrenamiento

- Modelo versus realidad



- Actitud ante el uso de modelos matemáticos.
- Preparación matemática del ingeniero

	Materia	Créditos
1	Matemáticas I	9
2	Matemáticas II	9
3	Matemáticas III	9
4	Matemáticas IV	9
5	Algebra Lineal	9
6	Computación Numérica	9
7	Probabilidad y Estadística	9
8	Ingeniería de Sistemas I	6
9	Ingeniería de Sistemas II.	6
	Total de créditos	75

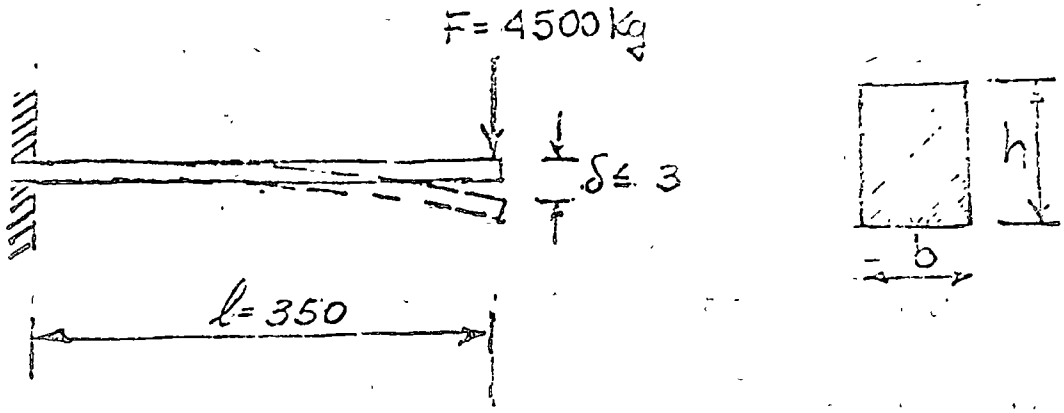
- Objetivos de la formación matemática del ingeniero
- Evolución de las herramientas para el manejo matemático de problemas
- Concepto de sistemas
- Limitaciones para el empleo del instrumental matemático
- Dimensionamiento económico de los problemas de movimiento de tierras
- Costo y valor de la información

Problema:

Se desea determinar las dimensiones de una viga de madera en voladizo de 3.50 m de longitud, sujeta a una carga en el extremo libre de 4.5 ton.

En atención a las características de trabajo se requiere un desplazamiento vertical menor de 3 cm. en el extremo libre.

Se deberá especificar una sección rectangular en que la relación base/peralte sea de 1:1.5



$$\delta_{máx} \geq \frac{F\ell^3}{3EI} \qquad I = \frac{bd^3}{12}$$

$$\delta_{máx} \geq \frac{4F\ell^3}{Ebh^3} \qquad \frac{b}{h} = \frac{1}{1.50}\ ; \quad b = 0.67h$$

$$\delta_{máx} \geq \frac{6F\ell^3}{Eh^4}$$

$$h \geq \sqrt[4]{\frac{6F\ell^3}{E\,\delta_{máx}}}$$

$$f_{máx} \geq \frac{6M}{bh^2} \qquad \text{para } h \leq 40 \text{ cm}$$

$$f_{máx} \geq \frac{9F\ell}{h^3}$$

$$h \geq \sqrt[3]{\frac{9F\ell}{f_{máx}}}$$

$$f_{máx} = \frac{6M}{kbh^2} \qquad k = 0.81\left(\frac{h^2 + 363}{h^2 + 223}\right)$$

Minimizar costo $\quad C = s \cdot \ell h b$

"Problema de Transporte"

a) Se tienen n orígenes posibles de un determinado artículo.

b) En cada uno de ellos se produce una cantidad conocida de artículos:

$$a_1, a_2, a_3, \ldots, a_i, \ldots, a_n$$

c) Los artículos se deben transportar a m diferentes destinos.

d) En cada destino se requiere una cantidad definida de tales artículos:

$$b_1, b_2, b_3, \ldots, b_j, \ldots, b_m$$

e) Se conoce el costo unitario c_{ij} que resulta de obtener un artículo en cada uno de los j destinos según cada uno de sus n posibles orígenes.

El problema consiste en:

f) Determinar la cantidad x_{ij} de artículos que conviene enviar de cada uno de lo orígenes i a cada uno de los destinos j, de tal manera que el costo total de transporte sea mínimo.

g) Suponiendo que existe una variación lineal de costo de producción y transporte en función del número de unidades requeridas, o sea que si el costo de producir y enviar un artículo del origen i al destino j es c_{ij} el costo de entregar x_{ij} artículo será $c_{ij}x_{ij}$

Formulación del modelo matemático

Variables X_{ij} $\quad i=1,2,\ldots,n$, $j=1,2,\ldots,m$ $\quad m \cdot n$ variables

Función objetivo

$$\text{Minimizar } Z = \underbrace{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} c_{ij} X_{ij}}_{\text{Costo total de transporte}} \qquad (1)$$

Sujeta a las restricciones:

$$\underbrace{\sum_{i=1}^{n} a_i}_{\text{Total de disponibilidades}} = \underbrace{\sum_{j=1}^{m} b_j}_{\text{Total de requerimientos}} \qquad (2)$$

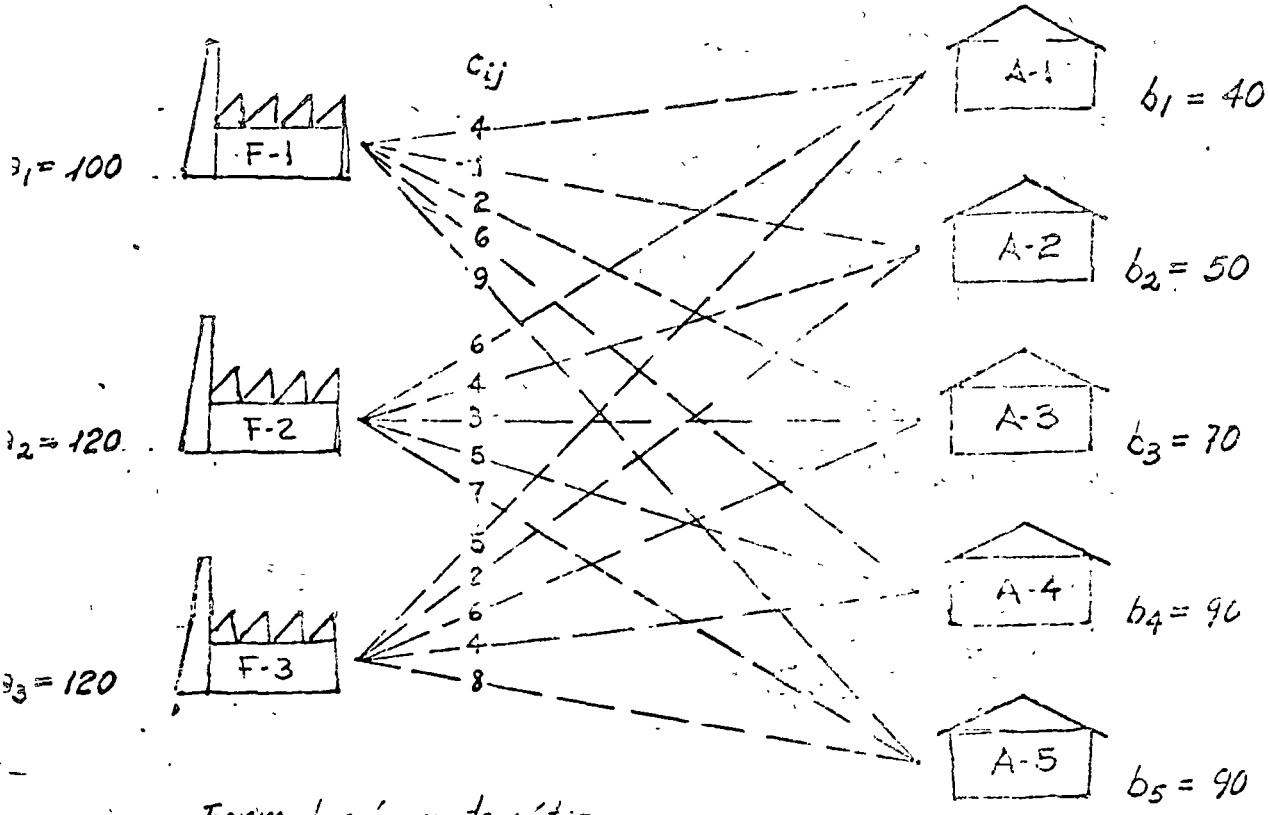
$$\underbrace{\sum_{j=1}^{m} X_{ij}}_{\text{Cant enviada del origen } i \text{ a todos los destinos}} = \underbrace{a_i}_{\text{Cant disp en el origen } i} \qquad \text{para } i=1,2,\ldots,n \qquad (3) \text{ a } (n+2)$$

$$\underbrace{\sum_{i=1}^{n} X_{ij}}_{\text{Cant recibida en el destino } j \text{ de todos los orígenes}} = \underbrace{b_j}_{\text{Cant requerida en el destino } j} \qquad \text{para } j=1,2,\ldots,m \qquad (n+3) \text{ a } (n+m+2)$$

$$X_{ij} \geq 0 \qquad \text{para } i=1,2,\ldots,n;\ j=1,2,\ldots,m \qquad (n+m+3) \text{ a } (n+m+3+m\cdot n)$$

(No tiene sentido físico que las variables adquieran valores negativos)

EJEMPLO



Formulación matemática:

1) Minimizar $Z = 4X_{11}+X_{12}+2X_{13}+6X_{14}+9X_{15}+6X_{21}+4X_{22}+3X_{23}+5X_{24}+7X_{25}+5X_{31}+2X_{32}+6X_{33}+4X_{34}+8X_{35}$

Sujeta a las restricciones

2) $\sum_{i=1}^{n} a_i = \sum_{j=1}^{m} b_j$ $\quad 100+120+120 = 40+50+70+90+90 = 340$

3) $X_{11}+X_{12}+X_{13}+X_{14}+X_{15} = 100$

4) $X_{21}+X_{22}+X_{23}+X_{24}+X_{25} = 120$

5) $X_{31}+X_{32}+X_{33}+X_{34}+X_{35} = 120$

6) $X_{11}+X_{21}+X_{31} = 40$

7) $X_{12}+X_{22}+X_{32} = 50$

8) $X_{13}+X_{23}+X_{33} = 70$

9) $X_{14}+X_{24}+X_{34} = 90$

10) $X_{15}+X_{25}+X_{35} = 90$

Solución factible

Destinos

Orígenes	1 (40)	2 (50)	3 (70)	4 (90)	5 (90)	
1 (100)	40 4 160	50 1 50	10 2 20	— 6 —	— 9 —	230
2 (120)	— 6 —	— 4 —	60 3 180	60 5 300	— 7 —	480
3 (120)	— 5 —	— 2 —	— 6 —	30 4 120	90 8 720	840

X_{ij}
C_{ij}
$C_{ij}X_{ij}$

Total de costo 1550

Solución óptima

Destinos

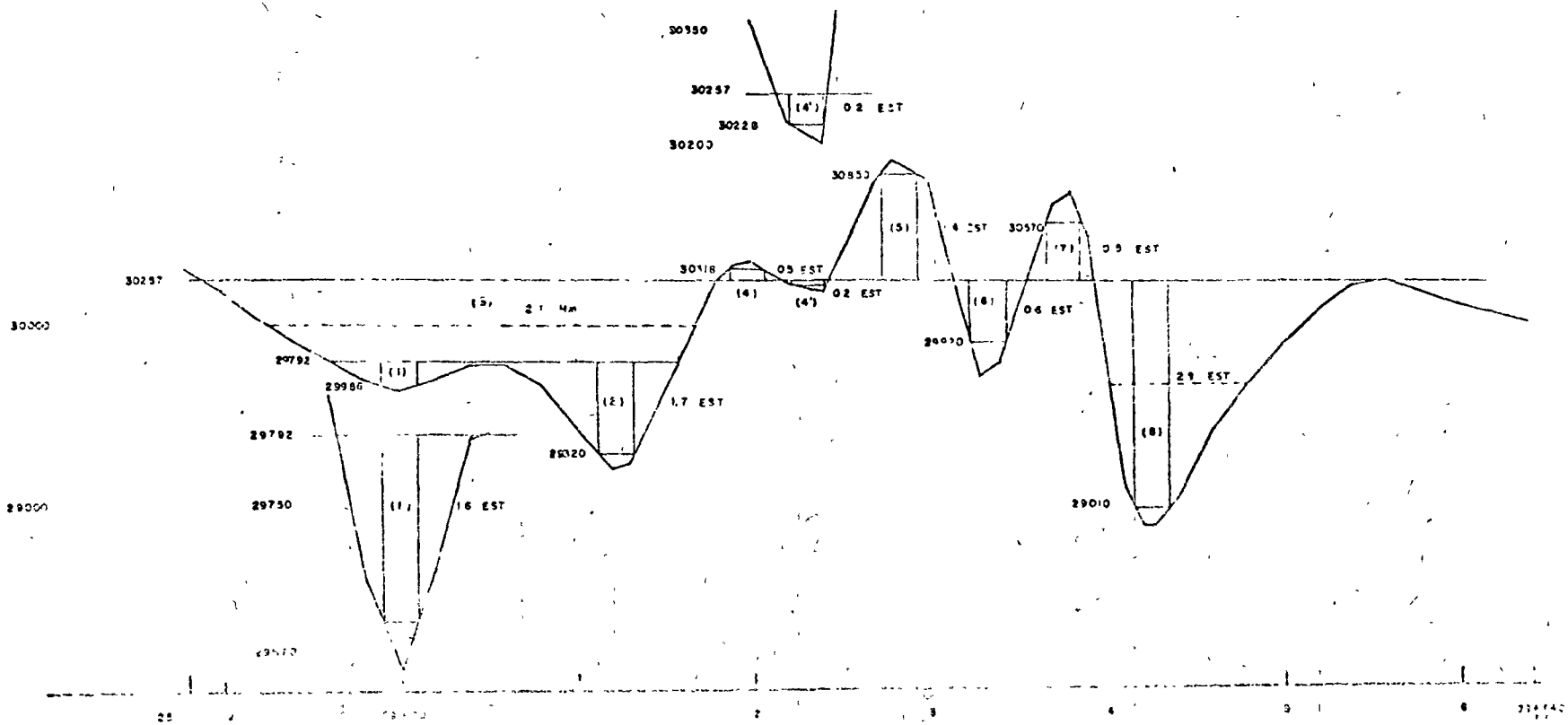
Orígenes	1 (40)	2 (50)	3 (70)	4 (90)	5 (90)	
1 (100)	40 4 160	20 1 20	40 2 80	— 6 —	— 9 —	260
2 (120)	— 6 —	— 4 —	30 3 90	— 5 —	90 7 630	720
3 (120)	— 5 —	30 2 60	— 6 —	90 4 360	— 8 —	420

Total de costo 1400

Disposición de datos

X_{ij} C_{ij} $C_{ij}X_{ij}$

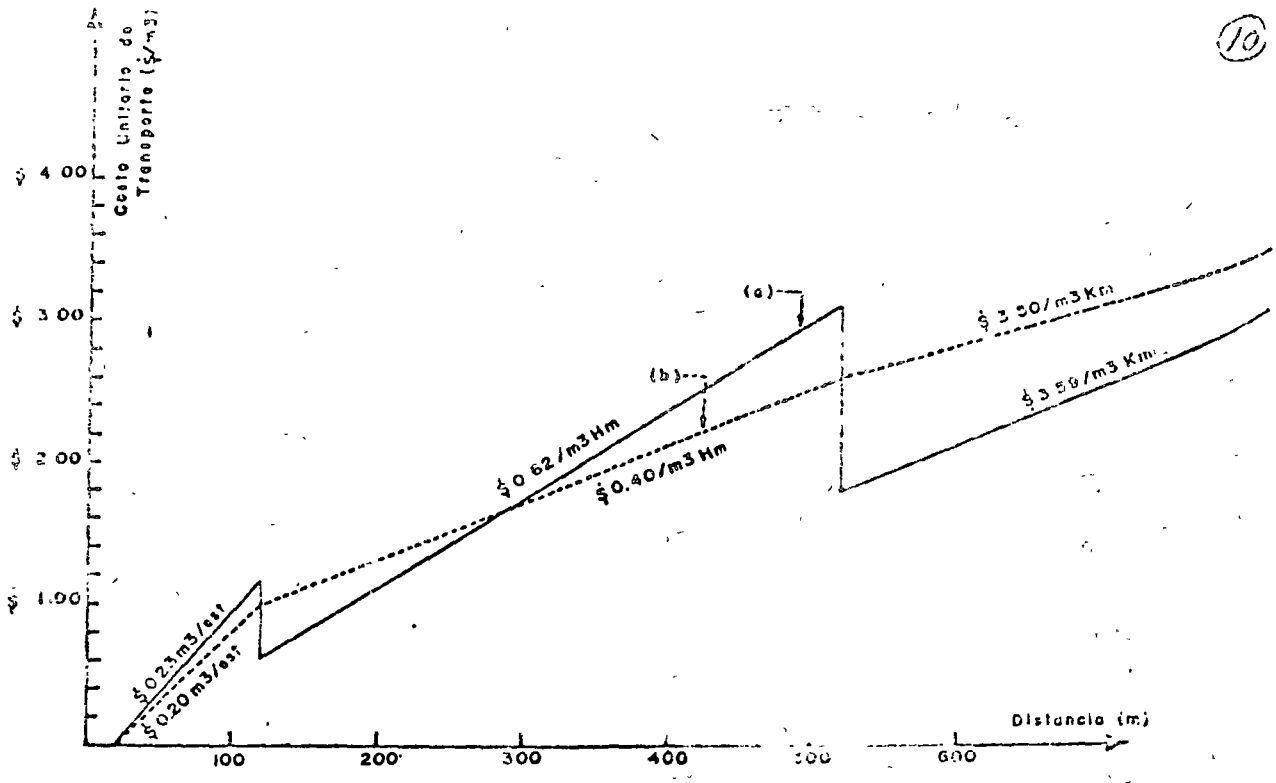
$\longrightarrow \sum_{j=1}^{5} C_{ij} X_{ij}$



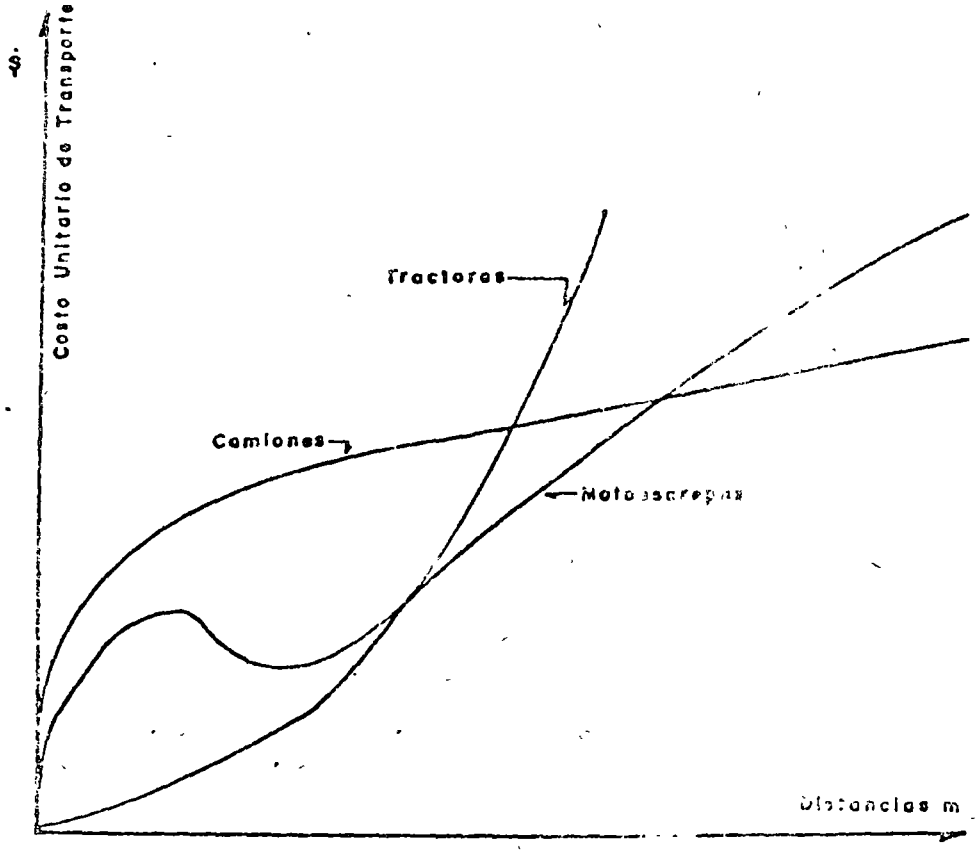
Curva masa y Movimiento de terracerías (Convencional)

VOLUMENES DE TERRAPLEN, CORTE Y BANCOS

UBICACION		CORTE		TERRAPLEN	
		Origen No.	Volumen	Destino No	Volumen
28+880 a	28+900			1	124
28+900	28+920			2	154
920	940			3	113
940	960			4	110
960	980			5	102
28+980	29+000			6	50
29+000	29+020	1	57		
020	040	2	70		
040	060	3	2		
060	080			7	87
28+080	29+100			8	244
29+100	29+120			9	217
120	140	4	203		
140	160	5	406		
160	180	6	392		
29+180	29+200	7	126		
29+200	29+220			10	142
220	240			11	26
240	260	8	386		
260	280	9	344		
29+280	29+300			12	122
29+300	29+320			13	780
320	340			14	217
340	360	10	580		
360	380	11	359		
29+380	29+400			15	985
29+400	29+420			16	849
420	490	12	161		
440	460	13	367		
460	480	14	252		
29+480	29+500	15	201		
29+500	29+520	16	189		
520	540	17	136		
540	560	18	34		
560	580			17	67
29+580	29+600			18	60
29+600	29+620			19	47
29+620	29+640			20	52
Bco a 500 m. der. de est. 33 + 000		19	5000		
Terraplén ficticio				21	4712
Sumas iguales			9265		9265



Costos Unitarios de transporte de tractores



FUNCICA OBJETIVO 433626

COSTOS UNITARIOS DE TRANSPORTE.

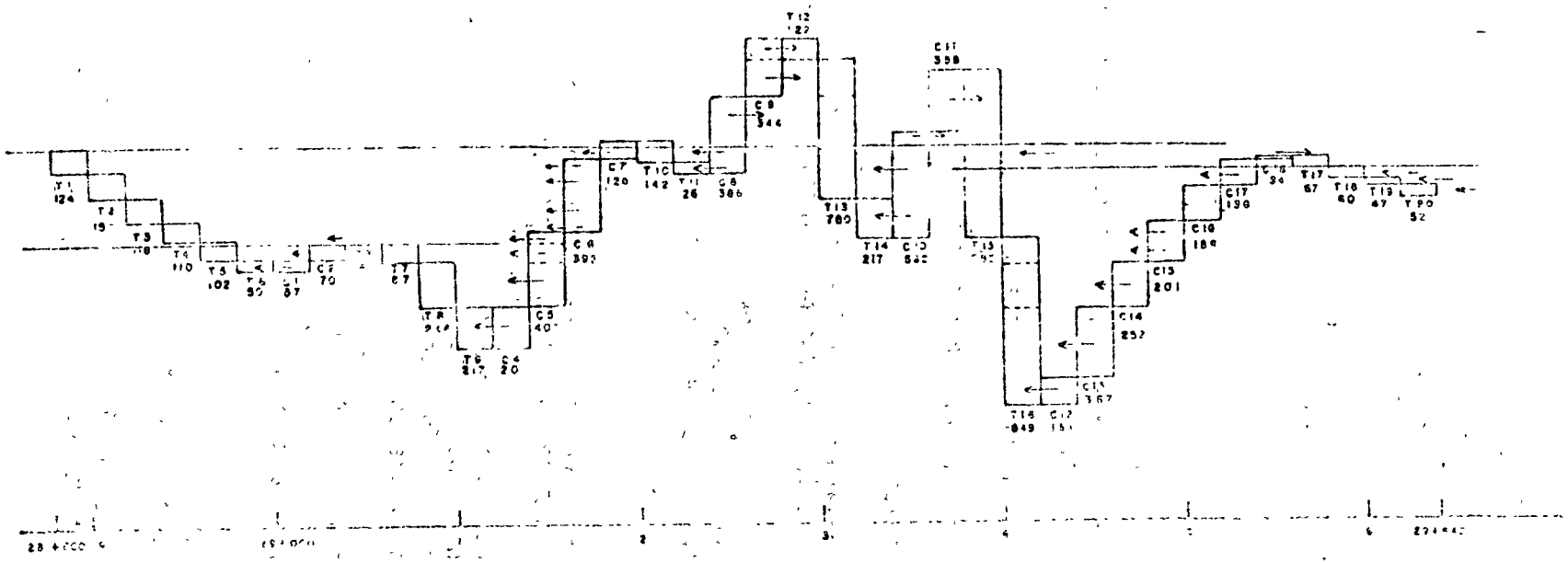
Terraplén/Corte		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	124	100	108	116	148	156	164	172	196	204	236	244	267	274	281	288	295	302	309	1081
2	154	80	100	108	140	148	156	164	188	196	228	236	260	267	274	281	288	295	302	1074
3	118	60	80	100	132	140	148	156	180	188	220	228	252	260	267	274	281	288	295	1067
4	110	40	60	80	124	132	140	148	172	180	212	220	244	252	260	267	274	281	288	1060
5	102	20	40	60	116	124	132	140	164	172	204	212	236	244	252	260	267	274	281	1053
6	90	0	20	40	108	116	124	132	156	164	190	204	220	236	244	252	260	267	274	1046
7	87	40	20	0	40	60	80	100	124	132	164	172	196	204	212	220	228	236	244	1016
8	241	60	40	20	20	39	60	80	116	124	156	164	188	196	204	212	220	228	236	1011
9	217	80	60	40	0	20	40	60	108	116	148	156	180	188	196	204	212	220	228	1004
10	142	132	124	116	60	40	20	0	20	40	108	116	140	148	156	164	172	180	188	969
11	26	140	132	124	80	60	40	20	0	20	100	108	132	140	148	156	164	172	180	962
12	12[illegible]	[illegible]	152	148	110	108	100	8[illegible]	[illegible]	0	40	[illegible]	108	116	124	132	140	148	156	941
13	[illegible]	[illegible]	[illegible]	156	12[illegible]	116	108	100	[illegible]	20	20	[illegible]	100	108	116	124	132	140	148	934
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	164	13[illegible]	124	116	108	60	40	0	20	60	10[illegible]	108	116	124	132	140	927
[illegible]	5[illegible]	2[illegible]4	199	180	156	148	140	132	106	100	20	0	20	40	60	80	100	109	116	906
16	84[illegible]	212	204	196	164	156	148	140	116	108	40	20	0	19	40	60	80	100	108	899
17	67	274	267	260	228	220	212	204	180	172	140	132	108	100	80	60	40	20	0	843
18	00	2[illegible]1	274	267	230	228	220	212	188	180	148	140	116	108	100	80	60	40	20	836
19	47	2[illegible]	281	274	244	236	220	220	196	188	156	148	124	116	108	100	80	60	40	820
20	52	295	288	281	252	244	236	228	204	196	164	156	132	124	116	108	100	80	60	822
21	4712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9265	57	70	2	203	406	392	126	380	344	380	259	161	307	252	201	189	136	31	5000

FUNCION OBJETIVO 433626

SOLUCION AL PROBLEMA DE TRANSPORTE

Terraplén/Corte		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	124	0	0	0	0	0	48	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	154	0	0	0	0	0	154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	118	0	0	0	0	0	118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	110	0	0	0	0	38	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	102	7	70	2	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	87	0	0	0	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	244	0	0	0	0	244	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	217	0	0	0	116	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	142	0	0	0	0	0	0	50	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	26	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	122	0	0	0	0	0	0	0	0	122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	740	0	0	0	0	0	0	0	258	222	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	217	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	[illegible]	[illegible]	103	0	160	0	0	103	0	129
16	849	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	367	92	201	189	0	0	0
17	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	34	0
18	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
19	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
20	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
21	4712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4712
	9265	57	70	2	203	406	392	126	386	344	580	359	161	367	252	201	189	136	34	5000

(12)



Compensación de terracerías por medio del problema de transporte

SIMULACION

- Otra clasificación de modelos

determinísticos	estático
estocásticos	dinámico

- Concepto de Simulación

- Metodología

Definición de objetivos
Obtención y revisión de datos, análisis del problema
Diseño del experimento
Construcción del modelo
Validación (calibración del modelo)
Simulación
Análisis e interpretación de resultados

Problema de selección de equipo

Se necesita efectuar un movimiento de tierras en un volumen de 400,000 m^3 de un banco a un tiradero; la longitud de acarreo es de 1 200 m.

Se ha analizado el problema y se recomienda efectuar el movimiento utilizando un cargador Michigan de 3 1/2 yd^3 y 8 camiones fleteros, cuando se presenta una opción interesante que conviene analizar.

Características de la opción.

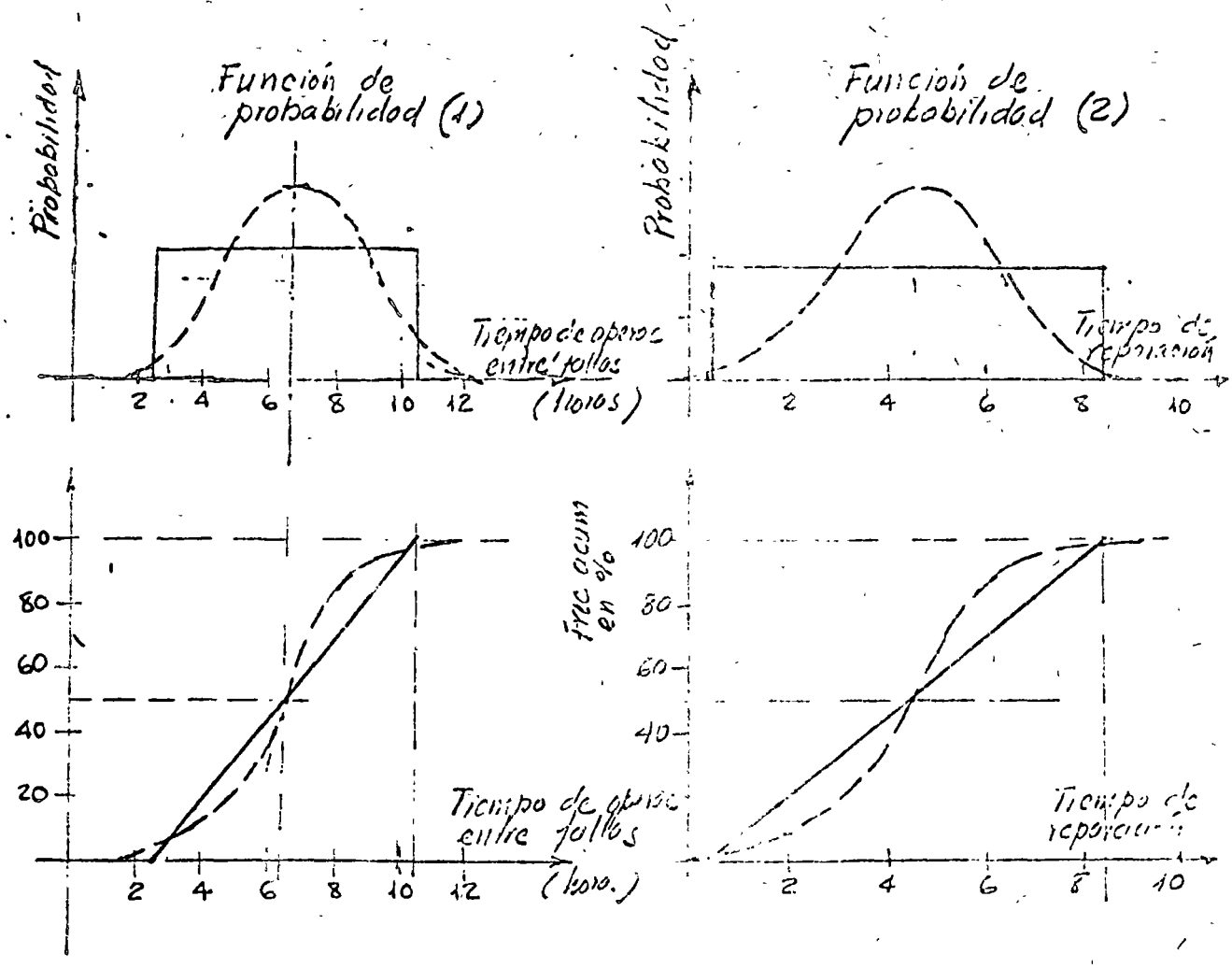
- Cargadores de la misma capacidad a un costo horario efectivo de $ 160.00/hr vs $ 200.00/hora del primero.

- Los cargadores son defectuosos; el tiempo promedio entre fallas es de 6.5 horas según función de probabilidad (1) y el tiempo de compostura promedio es de 4.5 horas según función de probabilidad (2). Esta información se garantiza ampliamente.

- En compensación, el fabricante ofrece enviar sin costo para el constructor, otro cargador igual por el cual sólo se pagará el costo horario efectivo, de manera que cuando uno esté descompuesto entra el otro en operación.

- El fabricante también ofrece proporcionar a un mecánico y cubrir las reparaciones que surjan durante el desarrollo del trabajo.

- El constructor tiene la obligación con los fleteros de pagar $ 60.00/hora en caso de descompostura del cargador, en compensación por tiempo de espera.



1°	2°	3°	Operación	Reparación
A	A	A	3	1
		S	4	2
	S	A	5	3
		S	6	4
S	A	A	7	5
		S	8	6
	S	A	9	7
		S	10	8

Simulación

Cargador	En operación			En reparación				Espera camiones			
	Inicio	Tiempo operac	Susp	Inicio	Tiempo repar	Term		Inicio	Term	Tiempo espera	Costo
A											
B											
A											
B											
A											
B											
A											
B											
A											
B											
A											
B											

Bibliografía

1.- Invitación a la Investigación de Operaciones - A. Kaufmann - Arnold

2.- Principles of Operations Research - Harvey M. Wagner Prentice-Hall, Inc

3.- New Power for Management (Computer Systems and Management Science) - David B. Hertz - [illegible]

4.- Introduction to Operations Research - C. W. Churchman, R.L. Ackoff, E.L. Arnoff - John Wiley

5.- El Desafío Americano - J. J Servan Schreiber - Plaza & Janés S.A.

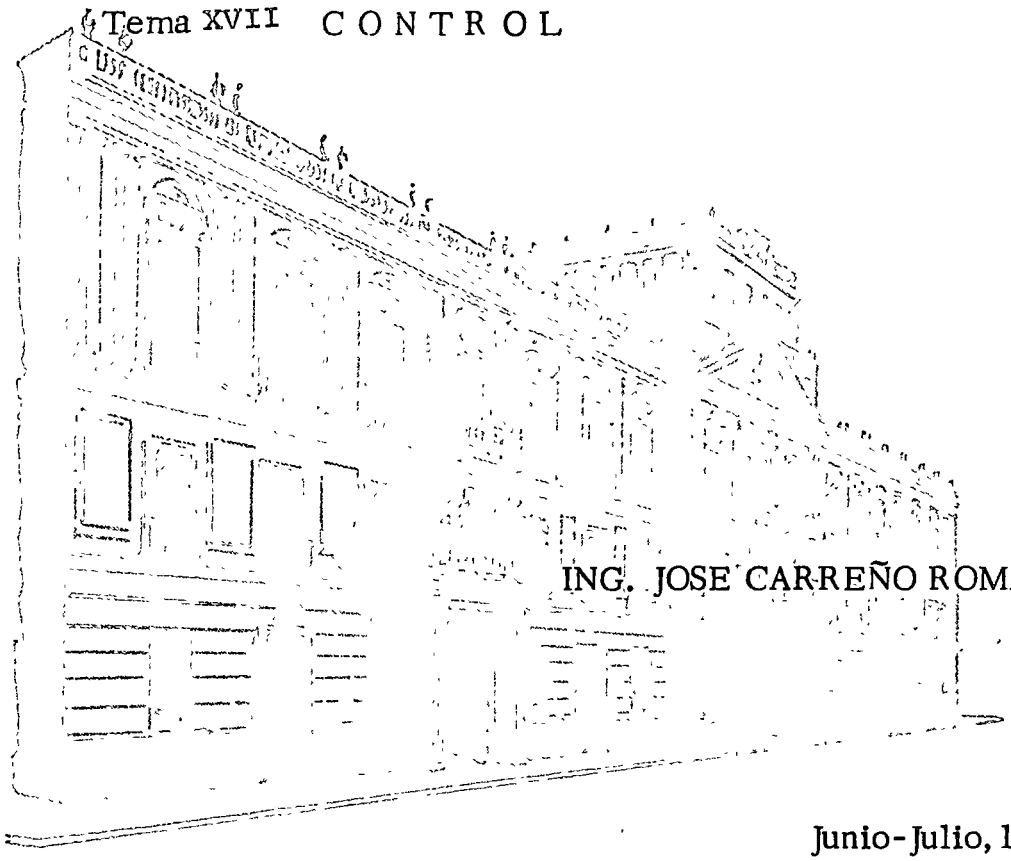
6.- Los Técnicos Modernos de Fotogrametría y Equipos Electrónicos Aplicados al Diseño de Carreteras - Gonzalo Cruickshank García - Revista Fotogrametría, Fotointerpretación y Geodesia Nº 2, Nov-Dic 1970

7.- Manual de Terracerías a Costo Mínimo - [illegible] - Revista Ingeniería Civil

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

Tema XVII CONTROL



ING. JOSE CARREÑO ROMANI

Junio-Julio, 1977 .

C O N T R O L

Introducción

En el campo de la ingeniería Civil se plantea constantemente la necesidad de construir obras para solucionar los problemas socio-económicos del País.

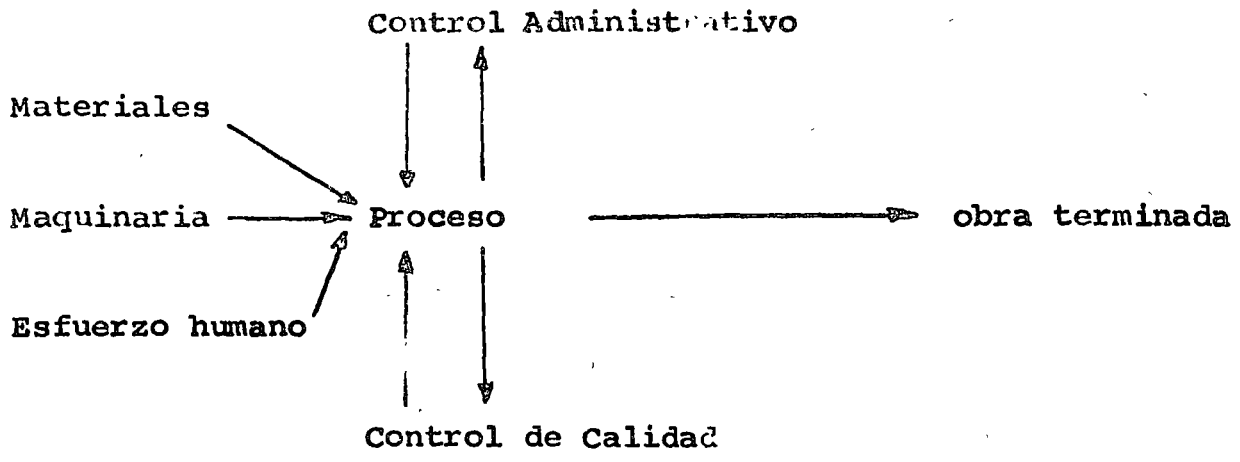
El proceso se inicia con estudios:

a) Exploratorios
b) Preliminares
c) De Factibilidad
d) Detallado

Determinado el proyecto definitivo, se planea la obra y se inicia posteriormente la etapa de construcción y es en esta donde se establece propiamente el proceso fundamental del control, partiendo de un Estandar (Proyecto).

La transformación de los materiales, maquinaria y esfuerzo humano se manifiestan en un proceso siendo el producto la obra terminada. Para que sea integral el aprovechamiento de los recursos, se debe ejercer un control de tipo administrativo y un control de calidad del trabajo que se realiza, para obtener estándares de medición que permitan comparar los resultados con las normas establecidas.

Si formamos un modelo Insumo-Producto con la integración de las consideraciones anteriores, este nos quedaría de la siguiente fo forma:



Del modelo podemos deducir que el control es un punto muy importante para obtener el producto deseado y que existe además una interacción entre el control y el proceso. Esta interacción nos indica que cuando los objetivos específicos no cumplan con las normas establecidas, se puede modificar el proceso por medio de una retroalimentación que nos permita conocer las causas de las desviaciones al compararlas con los estandares.

Esto conduce a planear nuevamente el proceso con base a la información de los hechos por medio de la retroalimentación.

Control

El control es una función administrativa que nos permite establecer métodos de actuación concretos para alcanzarlos, y son parte importante del proceso de planeación, procurando siempre que las operaciones se ajusten a lo planeado o lo más cercano posible.

No se puede enunciar en unas cuantas palabras los objetivos universales aceptables ya que estos son reflejo de la experiencia propia.

El control es comparable al sistema nervioso del cuerpo humano que se encuentra por todo el cuerpo como el control se encuentra en toda la organización.

Objetivos del Control.

El objetivo del control es luchar porque se obtenga eficiencia que para la empresa significa productividad.

Los objetivos ejercen su función en calidad de normas - para que podamos medir el resultado organizativo e individual.

No podemos hablar del control si no se fijan las metas y se establece el estandar de medición.

Procedimiento del Control.

El proceso del control se compone de cuatro etapas o fases que son:

I.- Establecimiento de las normas o estándares

II.- Información de los resultados obtenidos

III.- Comparación de los resultados reales con las normas

IV.- Corrección de las desviaciones.

Estos elementos siempre intervienen independiente de lo que se controle.

Aunque el procedimiento del control básico puede ser sencillo, su aplicación trae consigo muchas interrogaciones, como son:

¿ Cuando y donde debe hacerse la revisión?

¿ Que estándares habrá que usar para calificar?

¿ Quien debe hacer las valoraciones ?

¿ A quien deben comunicarse los resultados de las valoraciones?

¿ De que manera podrá determinarse todo el procedimiento oportuno, equitativamente y con un gasto razonable ?

Nuestra respuesta a preguntas como éstas determinarán la efectividad de cualquiera que sea el sistema de control.

Bases del Control.

Determinar cuando y en que medida hay que controlar y seleccionar los sistemas adecuados es una de las decisiones que compete a la gerencia, para poner en práctica un programa general de control.

El control ha de practicarse hasta que la organización pueda mantenerse en condiciones de estabilidad y lograr sus objetivos.

Para crear las bases de control, es importante conocer ciertas ideas básicas que son el principio del control.

1 CONTROL EN EL PUNTO ESTRATEGICO

El control óptimo solo puede ser logrado si los puntos críticos, claves o limitativos pueden ser identificados y se pueden ajustar.

2 LA RETROALIMENTACION

El proceso de ajustar las acciones futuras con base a la información acerca de la experiencia se conoce como retroalimentación.

3.- EL CONTROL FLEXIBLE

Cualquier sistema de control debe responder a las condiciones cambiantes.

4.- ADAPTACION A LA ORGANIZACION

Los controles deben ser hechos a la medida de la organización.

5.- AUTOCONTROL

Las unidades deben ser planeadas para controlarse a sí mismas.

6.- CONTROL DIRECTO

Cualquier sistema de control debe ser diseñado para mantener contacto directo entre el que controla y lo que es controlado.

7.- EL FACTOR HUMANO

Cualquier sistema de control que incluya a personas se ve afectado por la manera sicológica como los seres humanos ven el sistema.

Establecimiento de las Normas o Estándares.

No existen reglas fijas que nos indiquen cuánto hay que controlar. El punto en que hemos de detenernos es a menudo complejo y puede ser arriesgado intentar mantener un sistema de control demasiado sencillo.

Los estándares o normas pueden ser tangibles, indefinidos o concretos, pero hasta que todos los interesados comprendan bien cuales son los resultados que se desea tener, los controles solo provocan confusiones.

El primer paso en la formulación de estándares para fines de control es aclarar cuales son los resultados que deseamos obtener. Por lo general, el enfoque de los estándares se centra en la Producción, Costo y fuentes de recursos.

INFORMACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Uno de los factores más importantes en el establecimiento de un sistema de control, es la comunicación.

El término "comunicación" significa el intercambio de hechos, ideas, o impresiones emotivas entre dos o mas personas. El intercambio se realiza con éxito solo cuando produce un mutuo entendimiento. No basta que digamos: el receptor debe ENTENDER el mensaje que desea comunicarle el expedidor. Es posible que no estén de acuerdo ambos y que, sin embargo la comunicación se haya realizado, porque por lo menos uno de ellos comprenda lo que el otro quiso trasmitir.

Uno de los principales problemas al que nos enfrentamos al formar redes de comunicación es la confiabilidad en el canal de mando. Desde hace muchas décadas los hombres de negocios han utilizado el canal de mando como la arteria principal de las comunicaciones en las empresas. El canal puede ser estrecho, pero permite

que los mensajes esenciales circulen en dos sentidos: el empleado espera recibir la información acerca de su trabajo y los planes de la empresa de su jefe inmediato; por su parte si desea -- hacer proposiciones o formular preguntas, recurre a su jefe. Los problemas se manifiestan cuando el "jefe" con ideas antiguas -- (sea Director, Gerente, o Jefe de departamento), considera que toda tentativa de desviar el canal de información de entrada o salida de su área, para que no pase por su mesa de trabajo, infringe sus prerrogativas y su autoridad.

Pocos negocios modernos pueden permitir que el canal de comunicaciones circule por un solo canal, pues cada gerente viene a constituir un "cuello de botella" potencial en el flujo de los informes esenciales.

La experiencia ha demostrado que el hombre es mal tras-- misor de ideas. Otra deformación más ocurre cuando el mensaje sube o baja por el canal de mando. Entre el subalterno y el jefe existe la tendencia de interponer un tamiz protector, despues de dos o - tres tamices de este tipo, la información que llega, quedará probablemente muy deformada.

En virtud de que las comunicaciones que fluyes por el - canal de mando tienden a ser lentas y deformables, las compañías casi siempre utilizan otros canales más. Estos canales que permiten distribuir los informes operacionales por toda la organización, funcionan en forma similar a la del canal sanguíneo que lleva oxígeno a todas las partes del cuerpo humano.

Las redes de comunicación que dispone una empresa, es muy amplia, un gran caudal de información fluye "horizontalmente" en impresos, en formas preconcebidas con vocabulario especial; otras veces a manera de informes en resumen para gran cantidad de datos directamente entre operadores y sobrestantes, otras mas en boletines oficiales.

La comunicación escrita en ocasiones suelen fallar, cuando se trata de comunicar estados de ánimo o nuevos factores que necesitan ponderarse. En cambio, el intercambio verbal posee varias ventajas de las cuales carece el mensaje escrito, estas son:

a) La falta de oportunidad de la respuesta inmediata.

b) Cuando nos enfrentamos a problemas no cumunes que requieren explicación adicional y su confirmación.

c) Intercambio de impresiones.

Por lo tanto, aunque se reconozca la necesidad de las comunicaciones escritas, tambien debemos dar cabida al intercambio verbal para que nuestra red sea lo más efectiva posible.

Hemos mencionado anteriormente algunas ventajas de la comunicación verbal, cabría ahora la oportunidad de citar también las desventajas que tiene este sistema de comunicación como es:

a) Mayor cantidad de palabras.

b) La atención se guía por el propio interés.

c) La intención es reflejo de actitudes anteriores.

Para terminar con los sistemas de comunicación en una -- empresa, mencionaremos el conducto clandestino por el cual circulan los rumores, los cuales existen y no es posible negarlo.

Los informes de control que resumen y comunican los resultados de las observaciones realizadas, constituyen una etapa indispensable del proceso de control, por lo menos en los casos más -- extensos, es preciso poner más atención en ellos, porque la ineficencia en cualquier etapa necesaria podría provocar el hundimiento de todo el proceso.

Es preciso que la información necesaria para controlar sea lo mas homogénea posible, por lo que la mayoría de las empresas -- diseñan formas específicas para cada tipo de control específico -- evitando de esta manera interpretaciones erróneas o bien informaciones sin trascendencia, que solo origina gastos innecesarios.

La información para efectos de control debe ser breve, -- agil, oportuna y verás.

Diseño del Sistema para el Control

Definimos el diseño del sistema para el control como: "Idear y planear mentalmente una unidad de muchas partes diversas para ejercer una influencia moderada o directora en la actividad que deseamos controlar"

Un diseño de sistema es un enigma de tipo particular. El problema existe para una persona cuando ésta tiene un objetivo

definido que no puede alcanzar con la norma del comportamiento que tiene ya dispuesta. Se plantea la solución cuando algún obstáculo se opone a la consecuencia de un objetivo. No hay dificultad ni - el camino a la solución está despejado. Unicamente cuando hay que descubrir medios para salvar un obstáculo se prepara el esenario para su solución.

Para obtener una solución correcta, necesitamos escoger entre nuestras experiencias anteriores similares al caso y organizarlas.

GUIA PARA EL DISEÑO LOGICO DE SISTEMAS DE CONTROL

Paso 1.- DARSE CUENTA DEL PROBLEMA.- Aunque estamos rodeados de problemas sin resolver, no se convierten en tales mientras no vemos que lo son.

Paso 2.- DEFINIR EL PROBLEMA.- Una vaga noción del problema a -- nadie llevará a ninguna parte, más si hacemos un esfuerzo para delimitar el problema con precisión, en nuestra mente surgirán buenas ideas.

Paso 3.- LOCALIZAR, VALORAR Y ORGANIZAR LOS DATOS

Para preparar una solución provisional a un problema es ante todo necesario reunir datos.

Paso 4.- DESCUBRIR RELACIONES Y FORMULAR HIPOTESIS

Con los datos obtenidos se hacen hipótesis y suposiciones.

Paso 5.- VALORAR LAS HIPOTESIS.- Hay que someter a rigurosa prueba de modo sistemático la solución provisional. Primero es necesario determinar si la respuesta satisface o no las exigencias del problema.

Paso 6.- APLICAR LA SOLUCION.- El paso de la aplicación no siempre es fácil de apreciar en algunos problemas puramente especulativos y es posible que no siempre se encuentre en la solución del diseño del sistema.

El análisis de sistemas se compone de tres pasos:

A) Diagrama de trámite.

Consiste este paso en mostrar la marcha que siguen los trámites burocráticos mediante un esquema.

B) Diseño de formas o impresos

Todas las formas se diseñan o rediseñan para su eficaz empleo.

C) Manual de Procedimientos

Las instrucciones por etapas deben puntualizarse por escrito para que se vea el funcionamiento del trámite mejorado.

Diagrama de trámites.

Conocida la organización es esencial detallar un cuadro gráfico del flujo de papeles.

Todo lenguaje necesita sus reglas, como que la gráfica debe empezar en la margen superior izquierda y avanza hacia la derecha.

El eje vertical muestra la sucesión cronológica de los acontecimientos estando los primeros arriba. Las columnas pueden utilizarse para representar diferentes formas o impresos; por ejemplo, los diferentes departamentos por los que pasa el trámite. El solo diagrama de ésta serviría muy poco y lo que procede despues, es analizar para estudiar las posibles mejoras. El mejor método de hacerlo es preguntando cosas como estas:

LISTA DE PREGUNTAS

¿ Puede eliminarse alguna copia ?

¿ Puede suprimirse algún trámite ?

¿ Puede hacer mejor las operaciones alguna otra persona ?

¿ Pueden combinarse algunos trámites en forma ventajosa ?

¿ Puede mejorarse la sucesión de los trámites ?

¿ Pueden subdividirse algunos trámites en forma conveniente?

¿ Puede el iniciador de una forma proporcionar más y mejor información ?

¿ Podría hacer la operación un empleado que gane menos ?

¿ Puede eliminarse alguna operación de archivo ?

¿ Para que conservar la forma ?

¿ Se lleva registro en más de un lugar ?

Hay otras preguntas que podrían plantearse y conviene acostumbrarse a ello ya que ninguna lista reemplaza jamás la - idea creadora del hombre.

Diseño de formas.

El diseño de formas empleadas en el procedimiento burocrático es sencillamente la aplicación del sentido común.
En general se deben tener presente lo fácil que es añadir o quitar información, sea manuscrita o a máquina. Pero como es difícil recordar tantas cosas lo mejor es tener una lista lo más completa - posible.

LISTA PARA EL DISEÑO DE FORMAS.

¿ Es necesaria esta forma o podría otra servir tambien para tal fín ?

¿ Tiene esta forma un encabezado que describa verdaderamente su fín ?

¿ Tiene la forma suficientes instrucciones para uso general ?

¿ Tiene un tamaño apropiado para archivarla ?

si la forma está destinada a viajar ¿ Necesita un espacio para indicar el destinatario y el remitente ?

¿ Hay en ella margenes adecuados para encuadernarla ?

¿ Puede utilizarse ambos lados ?

¿ Corre riesgo de mancharse ? En caso afirmativo ¿como hay que protegerla ?

¿ Está junta toda la informacion que necesite una persona ?

¿ Están separados los datos que pudieran ser causa de graves errores de transcripción ?

¿ Está la información en el orden necesario para su transcripción ?

¿ Es posible imprimir más información en lugar de llenarse a mano ?

¿ Son adecuados los espacios que deben llenarse a mano ?

¿ Están las líneas impresas de acuerdo con el espaciador de la máquina de escribir ?

¿ Está dispuesto el impreso para un número mínimo de topes de tabulador de la máquina de escribir ? (los topes deben confrontarse con otros impresos comerciales en uso)

¿ Contribuirán a reducir los errores líneas verticales y horizontales ?

¿ Pueden emplearse recuadros de señalamiento en lugar de la información escrita a mano ?

¿ Es suceptible de interpretar erróneamente algún texto ?

¿ Es necesaria toda la información ?

¿ Da buen aspecto el documento ? ¿ Creará buena imagen mental en el que se sirva de el ?

¿ Sería útil para la identificación o el archivo un papel de color ?

¿ Puede sugerir mejoras el empleado que utiliza la forma ?

COMPARACION DE LOS RESULTADOS REALES CON LAS NORMAS

El registro oficial de los resultados y de las comparaciones con los estándares es sencillo y rudimentario. Intervienen pocas personas, los datos son conocidos por todos y el propósito príncipal del control es sencillamente llamar la atención hacia la forma en que el desempeño a los estándares determinados para que puedan iniciarse reajustes y rectificaciones de las definiciones.

La valoración de los rendimientos servirá de poco, hasta que se comuniquen los resultados a los jefes facultados para corregir las deficiencias. Esta información es una fase vital de la valoración utilizable.

Es preciso que la actuación resultante de las valoraciones de control se lleve a efecto por parte de las personas principalmente responsables de que se evalúe la operación.

La rapidez es una gran virtud cuando se trata de informes de control. Si se está ejecutando mal un trabajo, mientras más pronto se informe acerca de él y se corrija, menos daño se causará. Además, si no es evidente la causa de una dificultad, es probable que la investigación rápida revele las causas verdaderas y no la realizada cuando las circunstancias ya no están frescas en la memoria de las personas interesadas.

La distinción entre los controles destinados a la valoración global y los que tienen por objeto principal llamar la atención, afectan la importancia que tiene la prontitud. La oportunidad es esencialmente urgente para el ultimo grupo, porque pierden los controles casi todo su impacto, si son tardíos.

CORRECCION DE LAS DESVIACIONES

Los informes de control llaman la atención hacia las desviaciones del rendimiento respecto de los planes, pero, solo dan la señal de alarma. El resultado final llega cuando se pone remedio a las deficiencias. La investigación de control debe orientar a la de las dificultades para decidir oportunamente la forma de vencerlas y reajustar en seguida las operaciones.

El informe destinado a controlar suele servir para iniciar un nuevo ciclo administrativo: nuevas planeaciones y organización, mejores medidas directivas y otro conjunto de valuaciones e informes.

La distinción entre nuevos planes y reajustes para corregir deficiencias no es muy clara. Por conveniencia, hablamos de " medidas correctivas " cuando los planes quedan sustancialmente sin modificar y si seguimos esforzándonos por llegar al mismo resultado final. Si nuestra valoración de los problemas del momento indica que conviene hacer cambios importantes en los planes o en los objetivos, entonces debemos " volver a formular planes ". En ambos tipos de actuación, los datos de la valoración sirven de retroalimentación a los ejecutivos que modifican sus operaciones.

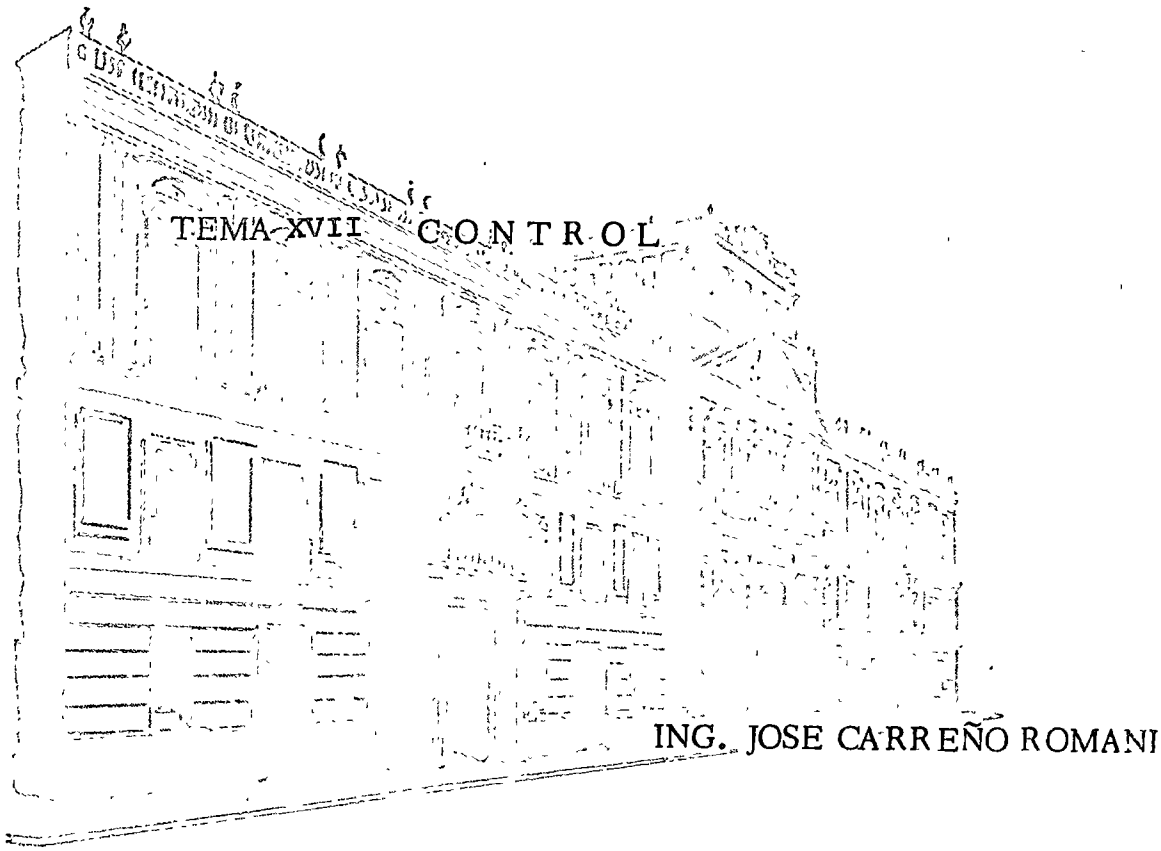
Por lo tanto, cuando nuestras valoraciones para controlar indica que no todo marcha bien, tenemos que investigar muchas causas posibles para hallar la que origina la dificultad. Una vez que se ha localizado el problema como resultado de la investigación provocada por el informe de control que sea desfavorable, rápidamente efectuamos los ajustes para corregirla. Si las circunstancias operatorias han cambiado lo que se planeó, tomaremos medidas para hacer que vuelva a la normalidad.

Conclusion

Controlar, como sucede con muchos otros aspectos de la administración, es cosa sencilla por lo que respecta a los elementos básicos, sin embargo, exige inventiva y destreza aplicar el control. La formulación de estándares de control en puntos estratégicos, el muestreo y la valoración de los resultados cualitativos, el equilibiro adecuado entre la oportunidad y la exactitud de los informes, la aplicación de estos a la forma de actuar para corregir deficiencias, todos estos son ejemplos de la multitud de cuestiones fundamentales que tenemos que resolver hábilmente para que el sistema de control tenga la potente efectividad.

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS



TEMA XVII CONTROL

ING. JOSE CARREÑO ROMANI

JUNIO-JULIO, 1977

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tel: 521-40-20

RELACIONES PUBLICAS

FECHA	PERSONA(S) OBJETO DE LA ATENCION	NOMBRE DE LA CIA.	PUESTO QUE OCUPA(N)	LUGAR	CONCEPTO	VALOR DE LA CUENTA	PROPINA	VALOR TOTAL
				TOTAL DE RELACIONES PUBLICAS				

OBRA: _____

LUGAR _____ DEPARTAMENTO _____ FECHA _____ NOMBRE _____

FECHA	PASAJES CAMION, ETC	HOTEL	ALIMENTOS	GASTOS AUTOMOVIL PARTICULAR	RELACIONES PUBLICAS	IMPUESTO	VARIOS	DESCRIPCION VARIOS	TOTAL
SUBTOTAL GASTOS									
		TOTAL DE RELACIONES PUBLICAS (DETALLENSE AL REVERSO)							
								GRAN TOTAL GASTOS	

RESUMEN DE CUENTAS DE GASTOS

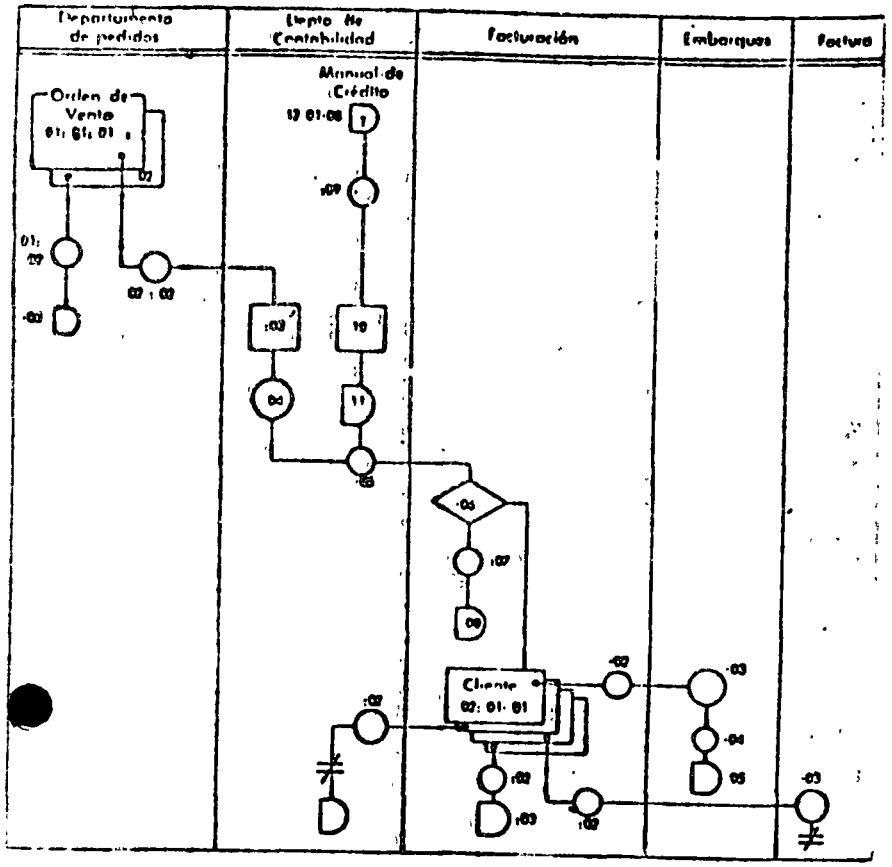
SALDO ANTERIOR	
ANTICIPOS FECHA	
"	
"	
TOTAL SALDO ANTERIOR MAS ANTICIPOS	
MENOS ESTA CUENTA	
SALDO A FAVOR DE LA CIA	
SALDO A FAVOR DEL EMPLEADO	

FIRMA DEL INTERESADO

AUTORIZACIONES

GERENTE - EDIFICIOS	GERENTE - TERRACERIAS
GERENTE	CONTRALOR

Símbolos empleados en el flujo de papeles



SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCION
	Operación	Trabajo que se hace en una forma impresa. Información que se añade, balance que se extiende, etc
	Operación de origen	Operación origen de una forma
	Operación de origen	Operación origen de más de una forma.
	Copia de operación	La operación que se efectúa al transcribir información de otro documento. La línea horizontal énla za ambas formas.
	Inspección	Determinación de la exactitud de la información.
	Movimiento	La forma va de un lugar a otro
	Archivo	La forma se coloca en un sistema de clasificación organizada
	Clasificación temporal	La forma espera su movimiento para otro trabajo
	Eliminación	Se destruye la forma
	Interrumpir	Interrupción del análisis de procedimiento que mide algo que no interesa estudiar

Normas para el procedimiento

Orden de venta 01

Forma 01 orden de venta, copia 01

01:01:01 Llenar la orden de venta
:02 Llevar al archivo
:03 Clasificar por orden numérico

Forma 01 orden de venta, copia 02

01:02:01 Llenar la orden de venta
:02 Llevar la orden de venta al departamento de contabilidad
:03 Comprobar la orden de venta con el manual de crédito
:04 Poner la información de contabilidad
:05 Llevar la segunda copia de la orden de venta a facturación
:06 Sacar información para la factura
:07 Llevar al archivo
:08 Archivar

Forma 02, copia de factura 01

02:01:01 Llenar factura según la orden de venta
:02 Llevar a la sección de embarque
:03 Llenar pedido
:04 Llevar al archivo
:05 Archivar

C O B A L

PROYECTO No.

INVENTARIOS - EQUIPO.- PROP. DE.- MAQUINA.

PROCE-DENCIA	ENVIO	ALTA EN OBRA	DESCRIPCION	No. ECON.	RENTA O VENTA	BAJA EN OBRA	DESTINO	OBSERVACIONES

ICA OPERACION INTERNACIONAL

REPORTE MENSUAL DE EQUIPO

A M.O.I.

OBRA _____

MES _____ 197___

No. ECO.	LECTURA HOROMETRO		TIEMPO	DE CARGO EQUIPO ALTAS:		FECHA DE:			MOTIVO DE ALTA, BAJA O DISPONIBILIDAD PROCEDENCIA DE ALTAS OTRAS OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL	TRABAJADO	VALOR DE FACTURACION DLS.	GASTOS COMPLEMENTARIOS DLLS.	ALTA	BAJA	DISPONIBILIDAD.	

CMOI-1

Vo.Bo.

SPTE. DE OBRA

Vo.Bo.

SPTE. MAQUINARIA

HOJA DE SERVICIO PARA LOS CAMIONES MARCA FORD MODELO F600
CON MOTOR DIESEL MARCA PERKINS MODELO C6-354-2

S E R V I C I O 3000 Kms.

1.- Cambiar aceite al motor.
2.- Cambiar filtro del aceite del motor.
3.- Verificar el lubricante del engranaje de la dirección.
4.- Verificar el lubricante del eje trasero y limpiar el respiradero.
5.- Verificar el lubricante de la transmisión y limpiar el respiradero.
6.- Limpiar filtro de aire.
7.- Lubricar pernos de las muellas.
8.- Lubricar pernos de los mangos del eje delantero.
9.- Lubricar varillaje de la dirección.
10.- Lubricar las crucetas y el yugo deslizante.
11.- Lubricar los resortes retractores, pivotes del embrague, frenos y freno de estacionamiento.
12.- Lubricar el balero collarín del embrague.
13.- Verificar tensión de la banda del ventilador.
14.- Verificar el nivel de aceite del "Dual".
15.- Inspeccionar y ajustar frenos.
16.- Soplotear elemento filtro del combustible.

S E R V I C I O 20000 Kms.

17.- Cambiar lubricante de la transmisión.

S E R V I C I O 27000 Kms.

18.- Cambiar elemento filtro del combustible.

S E R V I C I O 6 MESES.

19.- Cambiar lubricante del eje trasero.
20.- Reemplazar y ajustar los baleros de las ruedas.

CVD

ANOTACIONES IMPORTANTES

No. de Servicio	Lectura de Horómetro	O B S E R V A C I O N E S.

HOJA DE SERVICIO PARA LOS CAMIONES MARCA FORD MODELO F600
CON MOTOR DIESEL MARCA PERKINS MODELO C6-354-2

S E R V I C I O 3000 Kms.

1.- Cambiar aceite al motor.
2.- Cambiar filtro del aceite del motor.
3.- Verificar el lubricante del engranaje de la dirección.
4.- Verificar el lubricante del eje trasero y limpiar el respiradero.
5.- Verificar el lubricante de la transmisión y limpiar el respiradero.
6.- Limpiar filtro de aire.
7.- Lubricar pernos de las muelles.
8.- Lubricar pernos de los mangos del eje delantero.
9.- Lubricar varillaje de la dirección.
10.- Lubricar las crucetas y el yugo deslizante.
11.- Lubricar los resortes retractores, pivotes del embrague, frenos y freno de estacionamiento.
12.- Lubricar el balero collarín del embrague.
13.- Verificar tensión de la banda del ventilador.
14.- Verificar el nivel de aceite del "Dual".
15.- Inspeccionar y ajustar frenos.
16.- Soplotear elemento filtro del combustible.

S E R V I C I O 20000 Kms.

17.- Cambiar lubricante de la transmisión.

S E R V I C I O 27000 Kms.

18.- Cambiar elemento filtro del combustible.

S E R V I C I O 6 MESES.

19.- Cambiar lubricante del eje trasero.
20.- Reemplazar y ajustar los baleros de las ruedas.

CVD

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

NUMERO ECONOMICO: _____

CARACTERISTICAS	MAQUINA	MOTOR	A D I T A M E N T O S
CLASE			
MARCA			
MODELO			
TIPO			
SERIE			
CAPACIDAD			
VELOCIDAD R.P.M.			
DIMENSIONES:	LARGO_____	ANCHO_____	ALTO: _____ MTS.

PESO DE LA UNIDAD COMPLETA EN KGS.:_____

DEPTO. DE MANTENIMIENTO GENERAL

No Eco _____

S/N _____

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO GENERAL

CONTROL DE SERVICIO

	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
DIA	LECTURA HOROMETRO	TIPO DE SERVICIO	LECTURA HOROMETRO	TIPO DE SERVICIO	LECTURA HOROMETRO	TIPO DE SERVICIO	LECTURA HOROMETRO	TIPO DE SERVICIO	LECTURA HOROMETRO	TIPO DE SERVICIO	LECTURA HOROMETRO	TIPO DE SERVICIO
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												

CONTROL GENERAL DE HORAS

AÑO _____

MAQUINA _____ MARCA _____ MODELO _____ SERIE _____

MOTOR _____ MARCA _____ MODELO _____ SERIE _____

M-17

O B R A	M E S	HOROMETRO INICIAL	HOROMETRO FINAL	EN EL MES	ACUMULADO EN OBRA	TOTAL ACUMULADO	O B S E R V A C I O N E S
	ENERO						
	FEBRERO						
	MARZO						
	ABRIL						
	MAYO						
	JUNIO						
	JULIO						
	AGOSTO						
	SEPT.						
	OCTUBRE						
	NOV.						
	DIC.						

CONTROL MENSUAL

NO ECO _____

MES _____

AÑO _____

OBRA _____

HOROMETRO FINAL _____

HOROMETRO INICIAL _____

TOTAL DE HORAS _____

DIA	HORAS TRABAJADAS TURNOS				TIEMPOS PERDIDOS		OBSERVACIONES
	1	2	3	TOTAL	OCIOSO	REPARACION	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							

CONSUMO MENSUAL DE LUBRICANTES M-14

MAQUINA _____ No. ECO. _____

MES _____ HORAS TRABAJADAS _____ AÑO _____

DIA	ACEITE MOTOR	ACEITE TRANSM.	ACEITE SISTEMA HID.	ACEITE MANDOS FIN.	ACEITE DIFERENCIAL PLANETA	GRASA	D I E S E L
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
TOTAL							
COSTO							
PROM.							

TABLA DE CONVERSION [illegible] DE LAS DIFERENTES MEDIDAS DE LLANTAS

	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
5/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
7/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
8/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
9/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
10/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
11/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
12/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
13/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
14/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
15/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
16/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
17/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
18/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
19/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
20/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
21/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
22/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
23/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
24/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
25/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
26/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
27/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
28/32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
29/32	100.0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
30/32		100.0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
31/32			100.0	[illegible]	[illegible]	100.0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
32/32				[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
33/32				100.0	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
34/32					[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
35/32					[illegible]		[illegible]	100.0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
36/32					[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
37/32					100.0		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
38/32							[illegible]		100.0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
39/32							[illegible]			[illegible]	100.0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
40/32							[illegible]			[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
41/32							100.0			[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
42/32										[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
43/32										[illegible]		100.0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
44/32										[illegible]			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
45/32										[illegible]			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
46/32										100.0			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
47/32													[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
48/32													[illegible]	100.0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
49/32													100.0		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
50/32															[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
51/32															[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
52/32															[illegible]	100.0	[illegible]	[illegible]	[illegible]
53/32															100.0		100.0	[illegible]	[illegible]
54/32																		[illegible]	[illegible]
55/32																		[illegible]	[illegible]
56/32																		[illegible]	[illegible]
57/32																		[illegible]	[illegible]
58/32																		[illegible]	[illegible]
59/32																		[illegible]	[illegible]
60/32																		[illegible]	[illegible]
61/32																		[illegible]	[illegible]
62/32																		[illegible]	[illegible]
63/32																		[illegible]	[illegible]
64/32																		[illegible]	[illegible]
65/32																		[illegible]	[illegible]
66/32																		[illegible]	[illegible]
67/32																		[illegible]	[illegible]
68/32																		[illegible]	[illegible]
69/32																		[illegible]	[illegible]
70/32																		[illegible]	[illegible]
71/32																		[illegible]	[illegible]
72/32																		[illegible]	[illegible]
73/32																		[illegible]	[illegible]
74/32																		100.0	[illegible]
75/32																			[illegible]
76/32																			[illegible]
77/32																			[illegible]
78/32																			[illegible]
79/32																			[illegible]
80/32																			[illegible]
81/32																			[illegible]
82/32																			[illegible]
83/32																			[illegible]
84/32																			[illegible]
85/32																			[illegible]
86/32																			[illegible]
87/32																			[illegible]
88/32																			[illegible]
89/32																			[illegible]
90/32																			[illegible]
91/32																			[illegible]
92/32																			[illegible]
93/32																			[illegible]
94/32																			[illegible]
95/32																			[illegible]
96/32																			[illegible]
97/32																			[illegible]
98/32																			[illegible]
99/32																			[illegible]
100/32																			[illegible]
101/32																			[illegible]
102/32																			[illegible]
103/32																			[illegible]
104/32																			[illegible]
105/32																			[illegible]
106/32																			[illegible]
107/32																			[illegible]
108/32																			[illegible]
109/32																			[illegible]
110/32																			[illegible]
111/32																			[illegible]
112/32																			[illegible]
113/32																			[illegible]
114/32																			[illegible]
115/32																			[illegible]
116/32																			[illegible]
117/32																			[illegible]
118/32																			[illegible]
119/32																			[illegible]
120/32																			[illegible]
121/32																			[illegible]
122/32																			[illegible]
123/32																			[illegible]
124/32																			[illegible]
125/32																			[illegible]
126/32																			[illegible]
127/32																			[illegible]
128/32																			100.0

Nota: Las llantas deben de retirarse para su renovación cuando tengan un 10% de vida [illegible] [illegible] (Cortadas, [illegible], [illegible], etc.)

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 [illegible] al casco y el resto al piso [illegible]

Ejem. Determinar el valor de una Llanta Nueva [illegible] que ha perdido 8/32 [illegible] el [illegible] de su vida [illegible] $10,[illegible] [illegible] al casco $ [illegible] y al piso $[illegible] como la Llanta ha perdido la mitad de su vida el piso tendrá un valor de $3,[illegible] que agregándole el valor de el casco nos dará el valor real de la Llanta que será de $[illegible]

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 las renovaciones [illegible] la Llanta y al piso el precio de la renovación. [illegible] Determinar el precio de una Llanta renovada [illegible] que ha perdido 19/32 ó [illegible] el 50% de su vida [illegible] Llanta [illegible] Nueva $10,[illegible] valor del casco renovado [illegible] $1,[illegible] valor del piso renovado $3,[illegible] y como ha perdido el 50% de su piso, este tendrá el valor de $1,[illegible] que agregándole el valor de el casco renovado nos dará el valor real de la Llanta.

ICA OPERACION INTERNACIONAL

AVALUO DE LLANTAS

Obra _____ De Envío ( )

Fecha _____ De Recepción ( )

Máquina _____

No. Económico _____ Formuló _____

Posición	Marca	Serie	Medida y No. de Capas	N R	Estado	32 avos de pl.	% Vida uso	Casco	Piso	Total

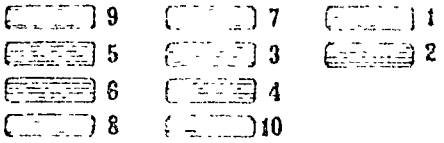
N = Nueva

R = Renovada

Forma MOI-5

Ing. Mecánico _____

POSICION GRAFICA DE NEUMATICOS



POSICION	MARCA	SERIE	MEDIDA	ESTADO			VIDA		PISO	
				B	R	M	32.-"	%	N	R
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

OBSERVACIONES

FALTANTES QUE OBSERVAN AL RECIBIRSE

	ENVIO		RECEPCION	
	NOMBRE	FIRMA	NOMBRE	FIRMA
ELABORO INSPECCION				
REVISO INTENDENTE DE MAO				
Vo Bo ING. MECANICO				
Vo Bo. OBRA				

FORME DE INSPECCION DEL TRANSITO

Obra _____ Proyecto _____

Máquina _____ Marca _____ No. Eco. _____

Modelo _____ N/S _____ Equipo No _____ Lect. Hor. _____

Accesorios _____

Aplicacion _____ Tipo de Material _____

Fecha _____ Informe hecho por _____

		Medidas		Observaciones		
		Izq	Der.			
Paso						
Desg Ext Buje						
Eslabones					No. Pieza	Secciones
Zapatas					Ancho	Tipo
Ruedas Tensores						
Rodillos Super.						
Rodillos Infer.	Frontal					
	2					
	3			Catarinas		
	4			Guardas		
	5			Alineación		
	6			Dist. Ceja Rod. a Refuerzo Eslabón		
	7			Otras		

Observaciones

	Paso	Diám Ext. de Bujes	Alt de Eslabones	Rodillos Infer.	Alt. de las Garras	Pestaña Rueda Ten	Rodillos Super.
Dimen Orig							
Dimen Actual							
Desg Habido							
D. Permisible							
% de Desg							
Total Hrs Est.							
Horas de Uso							
Horas Restantes							

Empleo de la Máquina: Horas/Día _____ Días/Semana _____ Horas/Semana _____

Pieza Crítica _____ Horas Restantes Estim _____ Fecha Estim de Serv _____

M-11

OBRA _____

GERENCIA _____

LIQUIDACION DE REPARACION DE EQUIPO MAYOR

FECHA _____

HOJA _____ DE _____

NUMERO ECONOMICO	MAQUINA	LECTURA HOROMETRO	FECHAS DE			IMPORTE		HORAS EMPLEADAS EN REPARACION	OBSERVACIONES
			SOLICITUD	INICIACION	TERMINACION	AUTORIZADO	TOTAL DE REP		

DESCRIPCION DEL TRABAJO EFECTUADO _____

FORMULO

DESGLOSE DEL CARGO.

REFACCIONES _____

MATERIALES _____

MANO DE OBRA _____

INDIRECTOS _____

IMPORTE TOTAL _____

ING. MECANICO

AUTORIZO

DPTO. DE MAQUINARIA

ORIGINAL. DPTO DE MAQUINARIA
C C P BITACORA (DPTO DE MAQUINARIA)
C C P BITACORA (OBRA)
C C P. ARCHIVO (OBRA)

SOLICITUD DE REPARACIONES MAYORES

M-10

FECHA DE SOLICITUD					
DE LA OBRA				PROYECTO No	
PARA EFECTUAR REPARACION EN					
	TIPO	MARCA	MODELO	SERIE	No ECO
MAQUINA					
MOTOR					
HOROMETRO ACTUAL					
HORAS TRABAJADAS EN OBRA					

DESCRIPCION DE LA REPARACION

CON CAMBIO DE LAS SIGUIENTES PARTES O CONJUNTOS

FECHA ULTIMA DE REPARACION							
		SI	NO	REPARACION	DIA	MES	AÑO
ANEXOS	PRESUPUESTO DE REPARACION			INICIACION			
	CONTROL DE CALIDAD						
	REQUISICION DE PARTES			TERMINACION			

SOLICITO

AUTORIZO

ING MECANICO

SUPERINTENDENTE DE OBRA

DPTO DE MAQUINARIA

ORIGINAL DPTO DE MAQUINARIA
C C P BITACORA (DPTO MAQUINARIA)
C C P BITACORA (OBRA)
C C P SUPERINTENDENTE
C C P ARCHIVO (OBRA)

M-10

ICA OPERACION INTERNACIONAL

PROGRAMA DE REPARACION DE EQUIPO MAYOR

Obra _____

Fecha _____

No. Econ.	Máquina	Hrs. Trab. en Obra	Hrs. Acum.	Hrs. Mens. Prom.	Mes probable de reparación												Observaciones

Ing. Mecánico _____ Superintendente _____

Forma MOI-7

ICA OPERACION INTERNACIONAL

OBRA _____ LUGAR _____

INVENTARIO FISICO DE MAQUINARIA MAYOR, MENOR Y VEHICULOS EN EXISTENCIA AL ____ DE _____ DE 197__

DATOS DE LA MAQUINA							DATOS DEL MOTOR					OBSERVACIONES
	NO. ECON.	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	No. SERIE	CAPAC.	CLASE	MARCA	MODELO	No. SERIE	CAPAC	

ING. MECANICO _____ SUPERINTENDENTE _____ GERENTE _____

Forma MOI-6

CONTROL DE CALIDAD

FECHA _____ HOROMETRO _____ No ECO _____

MAQUINA _____ MARCA _____ MODELO _____ SERIE _____

MOTOR _____ MARCA _____ MODELO _____ SERIE _____

ENVIADO A _____ RECIBIDO DE _____

MOTOR	Salida	Entrada
1 Coraza de radiador		
2 Radiador		
3 - Mangueras y abrazaderas		
4 Enfriador de aceite de motor		
5 Ventilador		
6 Polea de ventilador		
7 Banda de ventilador		
8 Polea [illegible]		
9 [illegible]		
10 Termostato		
11 Bomba de agua		
12 Bomba de transferencia		
13 Bomba de inyección		
14 Inyectores o toberas		
15 Filtros de combustible		
16 Tubería de combustible		
17 Precamaras		
18 Bujías de calentadores		
19 Colector de polvo		
20 Filtros de aire		
21 Purificador		
22 Indicador de presión de aire		
23 Múltiple de admisión		
24 Turbocargador		
25 Abrazaderas		
26 Múltiple de escape		
27 Tubo de escape y silenciador		
28 Tramo de liga		
29 Cárter de motor		
30 Cubre cárter		
31 Gobernador		
32 Respiradero de aceite de motor		
33 Bayoneta		
34 Elemento del filtro		
35 Varillaje		
36 Tapa de punterías		
37 Horómetro		
TRANSMISION		
38 - Clutch		
39 Junta universal		
40 Convertidor de torsión		
41 Servo transmisión		
42 Caja de velocidades		
43 Filtro magnético		
44 Elemento del filtro de aceite		
45 Bayoneta		
46 Respiradero		
47 Corona y embragues de dirección		
48 Elemento del filtro de aceite		
49 Bayoneta		
50 Respiradero		
51 Clutches laterales		
52 Mandos finales		
53 Elemento del filtro		
54 Bayoneta		
55 Respiradero		
56 Tandems		
57 Bayoneta		
58 Diferencial		
59 Enfriador de aceite de transmisión		
TRANSITOS		
60 - Ruedas dentadas (catarinas)		
61 Ruedas guías		
62 Rodillos superiores		
63 - Rodillos inferiores		
64 Pernos		
65 Bujes		
66 Cadenas		
67 Zapatas		
68 Resorte tensor		
69 Tensores hidráulicos		
70 Bastidor		
71 Llantas		
72 Rines		
73 Tornillos (mariposas)		
SISTEMA ELECTRICO		
74 Motor de arranque (gas)		
75 Marcha		
76 Generador o alternador		
77 Regulador de voltaje		
78 Switch general		
79 Switch de arranque		
80 Switch de luces		
81 Interruptor de corriente		
82 Baterías		
83 - Terminales y cables		
84 Lámparas y calaveras		
85 Caja de fusibles		
86 Instalación eléctrica		
TABLERO DE INSTRUMENTOS		
87 Amperímetro		
88 Indicador de temperatura		
a) - Agua de motor		
b) Aceite de motor		
c) Aceite de transmisión		
89 Manómetros		
a) Aceite de motor		
b) Aceite de transmisión		
c) Combustible		
d) Aceite hidráulico		
e) - Agua de radiador		
f) Aire		
90 - Tacómetro		

SISTEMA HIDRAULICO	Salida	Entrada
91 Bomba hidráulica		
92 Grupo de válvulas		
93 Cilindros hidráulicos		
94 Mangueras y conexiones		
95 Tuberías		
96 Elemento del filtro		
97 [illegible] de la hoja		
98 Caja de controles del círculo		
99 Caja de controles de la cremallera		
100 Caja de mecanismos de dirección		
101 Caja de transferencia		
102 Caja de controles de inclinación		
103 Motor hidráulico de translación		
104 Motor hidráulico de rotación		
EQUIPOS		
105 Hoja topadora (U) (R) (A)		
106 Ripper (1) (2) (3)		
107 Escarificador		
108 Cucharon		
109 Hoja vertedora		
110 Cuchillas		
111 Tornillos puntas de extremo		
112 Puntas de extremo		
113 Zapatas		
114 Cuchillos o dientes		
115 Adaptadores		
116 Pernos		
117 Muñones		
118 Pernos		
119 Bujes		
120 Sellos		
121 Cilindros hidráulicos		
122 Brazos de inclinación		
123 Yugo		
124 Círculo		
125 Soportes		
126 Ubicador del cucharon		
127 Brazos		
128 Rótulas		
129 Pluma		
130 Extensiones		
131 Cilindros hidráulicos		
132 Pernos		
133 Bujes		
134 Sellos		
135 Cables		
a) De levante		
b) De arrastre		
NIVELES Y TAPONES		
136 Combustible		
137 Aceite motor		
138 Aceite transmisión		
139 Aceite hidráulico		
140 Aceite corona y embragues		
141 Aceite mandos finales		
142 Agua		
FRENOS		
143 De mano		
144 De pie		
145 De aire		
CARROCERIA		
146 Asiento		
147 Volante		
148 Perillas y palancas		
149 - Pedales		
150 Cabina		
151 Cristales		
152 Puertas		
153 Tanque de combustible y colador		
154 Tanque de hidráulico y colador		
155 Travesaños		
156 Barra compensadora		
157 Hojalatería		
158 Pintura		
159 Estribos		
160 Tolvas motor		
161 Tolvas piso		
162 Tolvas track		
163 Tolvas baterías		
164 Tolvas y cubiertas en general		
VARIOS		
165 Soldadura		
166 Tornillería		
167 Pasa apisonadoras		
168 Cuchillas de barras limpiadoras		
169 Barras limpiadoras		
170 Gaseras		
171 Parrilla		
172 Barra de tiro		
173 Estribos		
174		
175		
176		
177		
178		
179		
180		
181		
182		
183		
184		
185		

✓ BUEN ESTADO ✗ MAL ESTADO ‖ FALTANTES — NO LO UTILIZA O REVERSO

M-G

CONTROL DE RECEPCION DE MAQUINARIA Y EQUIPO

FOLIO Nº 9003

DPTO. DE MAQUINARIA AV. TOLUCA No 373 COL. OLIVAR DE LOS PADRES MEXICO 20, D. F. TELEFONO: 550-04-00	FECHA DE RECEPCION		EQUIPO PROPIEDAD DE: COBAL / OTROS
	ENVIADA POR	RECIBIDA POR	No. ECONOMICO
			RENTA

	TIPO	MARCA	MODELO	SERIE
MAQUINA				
MOTOR				

SI	NO			SI	NO		
☐	☐	CATALOGO DE PARTES	No ____	☐	☐	PERMISO DE CARGA GENERAL	No ____
☐	☐	MANUAL DE OPERACION	No. ____	☐	☐	PLACAS	No. ____
☐	☐	MANUAL DE MANTENIMIENTO	No. ____	☐	☐	COPIA CERTIF. DE FACTURA	No. ____
☐	☐	BITACORA	No. ____	☐	☐	TARJETON DE CIRCULACION	No. ____
☐	☐	CONTROL DE CALIDAD	No. ____	☐	☐	TARJETON R. F. A.	No. ____
☐	☐	AVALUO DE LLANTAS	No. ____	☐	☐	PERMISO MOTOR DIESEL	No. ____
☐	☐	POLIZA DE SEGURO	No. ____	☐	☐	REVISTA	No. ____
		VIGENCIA DESDE ____ HASTA ____		☐	☐	PEDIMENTO ADUANAL	No. ____

CONTROL DE ENVIO No. ____

ORIGINAL DPTO DE MAQUINARIA
c c p LUGAR DE RECEPCION
c c p LUGAR DE ENVIO (ACUSE DE RECIBO)
c c p OBRA (CONTROL O ARCHIVO)

ING MECANICO ____ ALMACEN ____ Vo Bo ____

M-G

ICA OPERACION INTERNACIONAL

CONTROL DE ENVIO

Nº 0458

EMBARCADO EN	TRANSPORTISTAS.				T M A	RECIBIDO EN
POR ____ nombre	____	____	____	____	( )( )( )	POR ____ nombre
____ firma	____	____	____	____	( )( )( )	____ firma
FECHA ____	____	____	____	____	( )( )( )	FECHA ____
	guia No.	nombre	firma	fecha recibo		

MAQUINA

DESCRIPCION ____

MARCA ____

MODELO ____

No. SERIE ____

CAPACIDAD ____

OBSERVACIONES

MOTORES

	1	2	3	4
CLASE				
MARCA				
MODELO				
TIPO				
No. SERIE				
CAPACIDAD				

OBSERVACIONES

ADITAMENTOS

DESCRIPCION	MARCA	MODELO	No. SERIE

OBSERVACIONES

PARA REMITENTE (ACUSE DE RECIBO)

DOCUMENTOS ANEXOS

	SI	NO
1.-CATALOGO DE PARTES	( )	( )
2.-MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO	( )	( )
3.-CONTROL DE CALIDAD	( )	( )
4.-LISTA DE EMPAQUE	( )	( )
5.-AVALUO DE LLANTAS (SI TIENE)	( )	( )
6.-BITACORAS DE MANTENIMIENTO	( )	( )
7.-LIBRETA DE HISTORIA DE LA MAQUINA	( )	( )
8.-PROGRAMA DE REPARACIONES DE PENDIENTES	( )	( )
9.-FACTURA COMERCILA (O COPIA)	( )	( )
10.-FACTURA CONSULAR	( )	( )
11.-CONOCIMIENTO DE ENVIO	( )	( )
12.-PEDIMENTO ADUANAL	( )	( )
13.-CERTIFICADO DE ORIGEN	( )	( )

OTROS: ____

MARCAR CON (X)

6,7y8 SOLO PARA CASO DE MAQUINARIA MAYOR

1,2,6,7y8 IRAN EN BULTO CERRADO CON INDICACION CONTENIDO

10,11,12,13 SOLO PARA CASO DE PASO DE UN PAIS A OTRO

1 y 2 PARA CASO DE MAQUINAS MENORES IGUALES BASTARA CON UN EJEMPLAR.

T- TERRESTRE

M- MARITIMO

A- AEREO

Forma MOI-3

OBRA :

GERENCIA :

REPORTE MENSUAL DEL COMPORTAMIENTO DEL EQUIPO MAYOR

MAQUINA :

No. ECONOMICO : FECHA :

HOROMETRO :

TIPO DE REPARACIONES EFECTUADAS		
.- MOTOR		
.- TRANSMISION		
.- CONVERTIDOR		
.- MANDOS FINALES		
.- EMBRAGUE DIRECCION Y FRENOS		
.- SISTEMA HIDRAULICO		
.- CONJUNTO CARGADOR		
.- ACCESORIOS		
.- CARRILES		
.- SISTEMA ELECTRICO		
.- OTROS		
	T O T A L :	

ING. MECANICO

SUPERINTENDENTE

M-4

M-2

OBRA : _____

GERENCIA : _____

SOLICITUD DE EQUIPO

AÑO : _____

FECHA : _____

HOJA : _____ DE _____

MAQUINA				MOTOR		TIEMPO DE UTILIZACION (HORAS)	FECHAS		EQ. PROGRAMADO		OBSERVACIONES
TIPO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD	TIPO	MARCA		INICIACION	TERMINACION	SI	NO	

OBSERVACIONES : _____

SUPERINTENDENTE

GERENTE DE CONSTRUCCION

DIRECTOR DE CONSTRUCCION

OBRA ___________________________

GERENCIA ___________________________

PROGRAMA DE UTILIZACION DE EQUIPO

AÑO ___________

FECHA DE FORMULACION _____

HOJA ___________

DESCRIPCION DE LA MAQUINA				TIEMPO DE UTILIZACION (en meses u horas)													EQUIPO ADICIONAL	OBSERVACIONES
No. ECONOMICO	FECHAS DE		MAQUINA EXISTENTE O POR UTILIZAR	CAPACIDAD	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES		
	INICIACION DE UTILIZACION EN OBRA	TERMINACION DE UTILIZACION EN OBRA			10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20		

OBSERVACIONES ____

____

____

____

____

____

NOMBRE _____ DEPARTAMENTO: _____

PROYECTO (S) _____

OBJETIVOS RESPECTO AL DEPARTAMENTO _____

OBJETIVOS DE OBRAS: ○ PROBABLES ○ CONTRATADAS

GRUPO MEXICANO DE DESARROLLO

OBJETIVOS APROBADOS EN FECHA _____

FIRMAS _____

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	ESTANDARES DE MEDICION DE AVANCE	RESULTADOS EN FECHA	PLAN DE ACCION	RECURSOS NECESARIOS	OBJETIVOS RELACIONADOS

GERENCIA : _____

PROYECTO : _____

SEMANA DEL _____ AL _____

MES: _____ AÑO _____

SOLICITUD DE REMESA SEMANAL

	Total autorizado del mes	Acumulado solicitado del mes.	Solicitado en esta semana.
1.- Honorarios y Sueldos de Admón.			
2.- Lista de Raya y Destajos			
3.- Gastos de Administración.			
4.- Impuestos.			
5.- Materiales y fletes materiales.			
6.- Sub-contratos.			
7.- Maquinaria y fletes maq.			
TOTALES			

OBSERVACIONES : _____

_____

GERENTE DE CONSTRUCCION

INFORME MENSUAL DE SUBCONTRATISTAS

FORMA GT - DIC 74

CORRESPONDIENTE AL MES DE _____ DE 197____

DE LA OBRA:

NOMBRE _____ No. _____

GERENCIA _____

PARA: GERENCIA TECNICA

(CIFRAS EN MILES DE PESOS)

CLAVE (VER NOTA)	SUBCONTRATISTAS DE OFICINA CENTRAL Y LOCALES (MARCAR LOS LOCALES CON *)	FECHA		MONTO DEL CONTRATO		AVANCE		TOTAL AUTORIZADO EN OBRA	TOTAL PAGADO EN OBRA	TOTAL MATERIALES ENTREGADOS AL SUBCONTRATISTA
		INICIO	TERMINACION	INICIAL	ACTUAL	DEL PERIODO	ACUMULADO A LA FECHA			

OBSERVACIONES _____

NOMBRE _____ NOMBRE _____ NOMBRE _____

FIRMA _____ FIRMA _____ FIRMA _____

ELABORADO POR — JEFE DE PROYECTO — G. DE CONSTRUCCION

C.C.P. RECIBIDO

G. DE CONSTR. _____

CONTAB. _____

NOTA—CLAVE ASIGNADA POR GERENCIA TECNICA

INFORME MENSUAL DE AVANCE Y ESTIMACION

FORMA GT-1 DIC 74

CORRESPONDIENTE AL MES DE _____ DE 197____

DE LA OBRA:

NOMBRE _____ No _____

GERENCIA _____

PARA: GERENCIA TECNICA

MONTO CONTRATADO

DEL MES ANTERIOR	
ADICIONES DURANTE EL MES	
A LA FECHA	

(CIFRAS EN PESOS Y CENTAVOS)

CONCEPTO			ACUMULADO AL MES ANTERIOR	MES ACTUAL	CAMBIOS DE CLASIFICACION DEL MES (VER NOTA AL MARGEN) AÑADIR	SUSTRAER	ACUMULADO A LA FECHA
AVANCE ESTIMADO	CON CONTRATO	1					
	SIN CONTRATO	2					
TOTAL DE AVANCE ESTIMADO	1+2	3					
AVANCE NO ESTIMADO	CON CONTRATO: CON P. U. APROBADOS	4					
	CON CONTRATO: SIN P. U. APROBADOS	5					
	CON CONTRATO: RECLAMACIONES EN TRAMITE	6					
	SIN CONTRATO: CON P. U. APROBADOS	7					
	SIN CONTRATO: SIN P. U. APROBADOS	8					
	SIN CONTRATO: RECLAMACIONES EN TRAMITE	9					
TOTAL DE AVANCE NO ESTIMADO	4+5+6+7+8+9	10					
AVANCE TOTAL	3+10	11					
PASIVOS EN OBRA		12					
VALOR DEL ALMACEN		13					
PASIVOS POR GASTOS FINANCIEROS		14					

OBSERVACIONES _____

NOMBRE _____ NOMBRE _____ NOMBRE _____

FIRMA _____ FIRMA _____ FIRMA _____

ELABORADO POR — JEFE DE PROYECTO — G. DE CONSTRUCCION

C C P RECIBIDO
G DE CONSTR _____
G DE FINAN _____
CONTAB _____

CAMBIOS DE CLASIFICACION: DEBE USARSE CUANDO SE OBTIENE CONTRATO, AUTORIZACION DE PRECIOS UNITARIOS O SE RESUELVE UNA RECLAMACION PARA QUE LA COLUMNA ACUMULADA A LA FECHA ESTE SIEMPRE ACTUALIZADA.

INFORME MENSUAL DE ESTIMACIONES

MA GT 2 DIC 74

CORRESPONDIENTE AL MES DE _____ DE 197____

DE LA OBRA:

NOMBRE _____ No _____

GERENCIA _____

PARA: GERENCIA TECNICA

(CIFRAS EN MILES DE PESOS)

CONTRATOS (VER NOTA AL MARGEN)		ACUMULADO AL MES ANTERIOR	ESTIMACION DEL MES					ACUMULADO A LA FECHA	TOTAL DE RECLAMACIONES EN TRAMITE
NUMEROS	MONTO TOTAL		PRECIOS UNITARIOS	SUMINISTROS	TRABAJOS POR ADMON.	ADITIVAS (DEDUCTIVAS)	ESTIMACION TOTAL		
1	2	3	4	5	6	7	8=4+5+6+7	9=3+8	10
TOTAL									

OBSERVACIONES _____

NOMBRE _____ NOMBRE _____ NOMBRE _____

FIRMA _____ FIRMA _____ FIRMA _____

ELABORADO POR — JEFE DE PROYECTO — G. DE CONSTRUCCION

C C P. RECIBIDO

G. DE CONSTR _____

G. DE FINAN _____

CONTAB _____

NOTAS—LISTAR TODOS LOS CONTRATOS QUE FORMAN LA OBRA
EL TOTAL ESTIMADO DEBE SER EL MISMO QUE EL REPORTADO
EN LA FORMA GT-1

INFORME MENSUAL SOBRE COSTO APROXIMADO DE OBRA

FORMA CFA D.C 7

CORRESPONDIENTE AL MES DE _____ DE 197____

DE LA OBRA:

NOMBRE _____ No _____

GERENCIA _____

PARA: GERENCIA TECNICA

AVANCE ACUMULADO A LA FECHA

(CIFRAS EN MILES DE PESOS)

CONCEPTOS	ACUMULADO AL MES ANTERIOR		COSTO DEL MES		ACUMULADO A LA FECHA		% SOBRE AVANCE REAL		
	OBRA	OF. CENT.	OBRA	OF. CENT.	OBRA	OF. CENT.	COSTO ACUMULADO REAL	COSTO PROGRAMADO	DIFERENCIA
MATERIALES									
FLETES Y ACARREOS									
TOTAL MATERIALES									
RAYA									
DESTAJOS									
TOTAL MANO OBRA									
TOTAL EQUIPO									
TOTAL SUBCONTRATOS									
TRABAJOS EN ADMINISTRACION									
TOTAL COSTO DIRECTO									
TOTAL INDIRECTOS EN OBRA									
TOTAL COSTO OBRA									

OBSERVACIONES _____

NOTA—LAS RAYAS Y DESTAJOS DEBEN INCLUIR IMPUESTOS, SEGURO SOCIAL, ETC.

NOMBRE _____ NOMBRE _____ NOMBRE _____

FIRMA _____ FIRMA _____ FIRMA _____

ELABORADO POR: _____ JEFE DE PROYECTO _____ G. DE CONSTRUCCION _____

C.C.P. _____ RECIBIDO

G. DE CONSTR. _____

CONSTRUCTORA BALLESTEROS, S A

REPORTE SEMANAL DE AVANCE

FECHA _____

OBRA _____

FORMULC. _____

PROYECTO _____

PERIODO. _____

FRENTE	REMESA	AVANCE								ESTIMACIONES			COBRO		
		SEMANAL				ACUMULATIVO									
		REAL	S/P	E F	P.S	REAL	S/P	E F.	P.S.	SEM.	ACUM.	P.S	SEM	ACUM	PS

OBSERVACIONES _____

GERENCIA _____

CONTRATO : _____

RESUMEN DE ESTIMACIONES DE OBRA

PROYECTO

FECHA ESTIMACION O RECIBO	ESTIMACION O RECIBO	IMPORTE		AMORTIZACION ANTICIPO		FONDO DE GARANTIA		DEDUCCION DE IMPUESTO		OTRAS DEDUCCIONES		ALCANCE AL COBRO		FECHA DE COBRO
		PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUM.	PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO	

GERENCIA _____

TABLA DE OBJETIVOS MENSUALES

OBRA _____

CONCEPTO _____

PARA EL AÑO _____

	Acum. Dic.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	Acumulado ANUAL	Acumulado TOTAL
Dic. PR	P														
Acum. R	A														
Enero	P														
	A														
Febrero		P													
		A													
Marzo			P												
			A												
Abril				P											
				A											
Mayo					P										
					A										
Junio						P									
						A									
Julio							P								
							A								
Agosto								P							
								A							
Sept.									P						
									A						
Octubre										P					
										A					
Nov.											P				
											A				
Dic.												P			
												A			

PR — Programa
R — Real

P — Parcial
A — Acumulado

FECHA. _____

COMPAÑIA. _____

PROYECTO. _____

OBJETIVOS PROGRAMA FINANCIERO

G. M. D.

AVANCE (c)	P						
	A						
	REAL						
ESTIMACION CERTIFICADA.	P						
	A						
	REAL						
INGRESO BRUTO POR ESTIMACIONES.	P						
	A						
	REAL						
ANTICIPOS.	P						
	A						
	REAL						
INGRESO NETO. (a) (aplicadas TODAS las deducciones)	P						
	A						
	REAL						
EGRESOS. (b)	P						
	A						
	REAL						
COSTO TOTAL. (d)	P						
	A						
	REAL						
FINANCIAMIENTO. (a-b)	P						
	A						
	REAL						
DIFERENCIA. (c-d)	P						
	A						
	REAL						

REQUISICION DE COMPRA No	PROYECTO No

DEPTO. DE COMPRAS Y EXPEDITACION

FECHA	PARA	PROYECTO No	CLAVE COMPRAS			
			Negro	Roja	Verde	Azul

NOTA: NO SE MEZCLEN EN LA REQUISICION COMPRAS CON DISTINTOS CARGOS

PARTIDA	CANTIDAD	DESCRIPCION	CLAVE DE COSTO

Vo Bo	SOLICITADO POR (Nombre legible)
Firma Autorizada	Firma Autorizada

FECHA EN QUE DEBE ESTAR EN OBRA

PROVEEDOR		PROVEEDOR		PROVEEDOR		PEDIDOS COLOCADOS PREVIAMENTE	PEDIDOS COLOCADOS POR COMPRAS
ENTREGA	PRECIO UNITARIO	ENTREGA	PRECIO UNITARIO	ENTREGA	PRECIO UNITARIO		
CONDICIONES DE PAGO Y FLETE		CONDICIONES DE PAGO Y FLETE		CONDICIONES DE PAGO Y FLETE		SOLICITO COTIZACION	SOLICITO COTIZACION
						Firma Autorizada	Firma Autorizada

PROVEEDORES RECOMENDADOS

C O N T R O L

Introducción

En el campo de la Ingeniería Civil se plantea constantemente la necesidad de construir obras para solucionar los problemas socio-económicos del País.

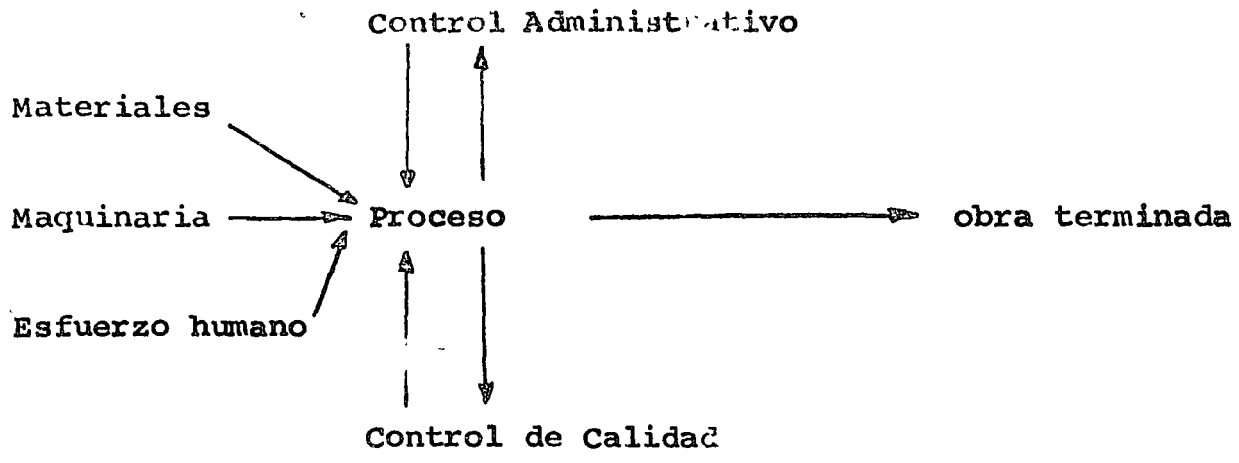
El proceso se inicia con estudios:

a) Exploratorios
b) Preliminares
c) De Factibilidad
d) Detallado

Determinado el proyecto definitivo, se planea la obra y se inicia posteriormente la etapa de construcción y es en esta donde se establece propiamente el proceso fundamental del control, partiendo de un Estandar (Proyecto).

La transformación de los materiales, maquinaria y esfuerzo humano se manifiestan en un proceso siendo el producto la obra terminada. Para que sea integral el aprovechamiento de los recursos, se debe ejercer un control de tipo administrativo y un control de calidad del trabajo que se realiza, para obtener estándares de medición que permitan comparar los resultados con las normas establecidas.

Si formamos un modelo Insumo-Producto con la integración de las consideraciones anteriores, este nos quedaría de la siguiente fo forma:



Del modelo podemos deducir que el control es un punto muy importante para obtener el producto deseado y que existe además una interacción entre el control y el proceso. Esta interacción nos indica que cuando los objetivos específicos no cumplan con las normas establecidas, se puede modificar el proceso por medio de una retroalimentación que nos permita conocer las causas de las desviaciones al compararlas con los estandares.

Esto conduce a planear nuevamente el proceso con base a la información de los hechos por medio de la retroalimentación.

Control

El control es una función administrativa que nos permite establecer métodos de actuación concretos para alcanzarlos, y son parte importante del proceso de planeación, procurando siempre que las operaciones se ajusten a lo planeado o lo más cercano posible.

No se puede enunciar en unas cuantas palabras los objetivos universales aceptables ya que estos son reflejo de la experiencia propia.

El control es comparable al sistema nervioso del cuerpo humano que se encuentra por todo el cuerpo como el control se encuentra en toda la organización.

Objetivos del Control.

El objetivo del control es luchar porque se obtenga eficiencia que para la empresa significa productividad.

Los objetivos ejercen su función en calidad de normas - para que podamos medir el resultado organizativo e individual.

No podemos hablar del control si no se fijan las metas y se establece el estandar de medición.

Procedimiento del Control.

El proceso del control se compone de cuatro etapas o fases que son:

I.- Establecimiento de las normas o estándares

II.- Información de los resultados obtenidos

III.- Comparación de los resultados reales con las normas

IV.- Corrección de las desviaciones.

Estos elementos siempre intervienen independiente de lo que se controle.

Aunque el procedimiento del control básico puede ser sencillo, su aplicación trae consigo muchas interrogaciones, como son:

¿ Cuando y donde debe hacerse la revisión?

¿ Que estándares habrá que usar para calificar?

¿ Quien debe hacer las valoraciones ?

¿ A quien deben comunicarse los resultados de las valoraciones?

¿ De que manera podrá determinarse todo el procedimiento oportuno, equitativamente y con un gasto razonable ?

Nuestra respuesta a preguntas como éstas determinarán la efectividad de cualquiera que sea el sistema de control.

Bases del Control.

Determinar cuando y en que medida hay que controlar y seleccionar los sistemas adecuados es una de las decisiones que compete a la gerencia, para poner en práctica un programa general de control.

El control ha de practicarse hasta que la organización pueda mantenerse en condiciones de estabilidad y lograr sus objetivos.

Para crear las bases de control, es importante conocer ciertas ideas básicas que son el principio del control.

1 CONTROL EN EL PUNTO ESTRATEGICO

El control óptimo solo puede ser logrado si los puntos críticos, claves o limitativos pueden ser identificados y se pueden ajustar.

2 LA RETROALIMENTACION

El proceso de ajustar las acciones futuras con base a la información acerca de la experiencia se conoce como retroalimentación.

3.- EL CONTROL FLEXIBLE

Cualquier sistema de control debe responder a las condiciones cambiantes.

4.- ADAPTACION A LA ORGANIZACION

Los controles deben ser hechos a la medida de la organización.

5.- AUTOCONTROL

Las unidades deben ser planeadas para controlarse a sí mismas.

6.- CONTROL DIRECTO

Cualquier sistema de control debe ser diseñado para mantener contacto directo entre el que controla y lo que es controlado.

7.- EL FACTOR HUMANO

Cualquier sistema de control que incluya a personas se ve afectado por la manera sicológica como los seres humanos ven el sistema.

Establecimiento de las Normas o Estándares.

No existen reglas fijas que nos indiquen cuánto hay que controlar. El punto en que hemos de detenernos es a menudo complejo y puede ser arriesgado intentar mantener un sistema de control demasiado sencillo.

Los estándares o normas pueden ser tangibles, indefinidos o concretos, pero hasta que todos los interesados comprendan bien cuales son los resultados que se desea tener, los controles solo provocan confusiones.

El primer paso en la formulación de estándares para fines de control es aclarar cuales son los resultados que deseamos obtener. Por lo general, el enfoque de los estándares se centra en la Producción, Costo y fuentes de recursos.

INFORMACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Uno de los factores más importantes en el establecimiento de un sistema de control, es la comunicación.

El término "comunicación" significa el intercambio de hechos, ideas, o impresiones emotivas entre dos o mas personas. El intercambio se realiza con éxito solo cuando produce un mutuo entendimiento. No basta que digamos: el receptor debe ENTENDER el mensaje que desea comunicarle el expedidor. Es posible que no estén de acuerdo ambos y que, sin embargo la comunicación se haya realizado, porque por lo menos uno de ellos comprenda lo que el otro quiso trasmitir.

Uno de los principales problemas al que nos enfrentamos al formar redes de comunicación es la confiabilidad en el canal de mando. Desde hace muchas décadas los hombres de negocios han utilizado el canal de mando como la arteria principal de las comunicaciones en las empresas. El canal puede ser estrecho, pero permite

que los mensajes esenciales circulen en dos sentidos: el empleado espera recibir la información acerca de su trabajo y los planes de la empresa de su jefe inmediato; por su parte si desea hacer proposiciones o formular preguntas, recurre a su jefe. Los problemas se manifiestan cuando el "jefe" con ideas antiguas (sea Director, Gerente, o Jefe de departamento), considera que toda tentativa de desviar el canal de información de entrada o salida de su área, para que no pase por su mesa de trabajo, infringe sus prerrogativas y su autoridad.

Pocos negocios modernos pueden permitir que el canal de comunicaciones circule por un solo canal, pues cada gerente viene a constituir un "cuello de botella" potencial en el flujo de los informes esenciales.

La experiencia ha demostrado que el hombre es mal trasmisor de ideas. Otra deformación más ocurre cuando el mensaje sube o baja por el canal de mando. Entre el subalterno y el jefe existe la tendencia de interponer un tamiz protector, despues de dos o tres tamices de este tipo, la información que llega, quedará probablemente muy deformada.

En virtud de que las comunicaciones que fluyes por el canal de mando tienden a ser lentas y deformables, las compañías casi siempre utilizan otros canales más. Estos canales que permiten distribuir los informes operacionales por toda la organización, funcionan en forma similar a la del canal sanguíneo que lleva oxígeno a todas las partes del cuerpo humano.

Las redes de comunicación que dispone una empresa, es muy amplia, un gran caudal de información fluye "horizontalmente" en impresos, en formas preconcebidas con vocabulario especial; otras veces a manera de informes en resumen para gran cantidad de datos directamente entre operadores y sobrestantes, otras mas en boletines oficiales.

La comunicación escrita en ocasiones suelen fallar, cuando se trata de comunicar estados de ánimo o nuevos factores que necesitan ponderarse. En cambio, el intercambio verbal posee varias ventajas de las cuales carece el mensaje escrito, estas son:

a) La falta de oportunidad de la respuesta inmediata.

b) Cuando nos enfrentamos a problemas no cumunes que requieren explicación adicional y su confirmación.

c) Intercambio de impresiones.

Por lo tanto, aunque se reconozca la necesidad de las comunicaciones escritas, tambien debemos dar cabida al intercambio verbal para que nuestra red sea lo más efectiva posible.

Hemos mencionado anteriormente algunas ventajas de la comunicación verbal, cabría ahora la oportunidad de citar también las desventajas que tiene este sistema de comunicación como es:

a) Mayor cantidad de palabras.

b) La atención se guía por el propio interés.

c) La intención es reflejo de actitudes anteriores.

Para terminar con los sistemas de comunicación en una -- empresa, mencionaremos el conducto clandestino por el cual circulan los rumores, los cuales existen y no es posible negarlo.

Los informes de control que resumen y comunican los resultados de las observaciones realizadas, constituyen una etapa indispensable del proceso de control, por lo menos en los casos más -- extensos, es preciso poner más atención en ellos, porque la ineficencia en cualquier etapa necesaria podría provocar el hundimiento de todo el proceso.

Es preciso que la información necesaria para controlar sea lo mas homogénea posible, por lo que la mayoría de las empresas -- diseñan formas específicas para cada tipo de control específico -- evitando de esta manera interpretaciones erróneas o bien informaciones sin trascendencia, que solo origina gastos innecesarios.

La información para efectos de control debe ser breve, -- agil, oportuna y verás.

Diseño del Sistema para el Control

Definimos el diseño del sistema para el control como: "Idear y planear mentalmente una unidad de muchas partes diversas para ejercer una influencia moderada o directora en la actividad que deseamos controlar"

Un diseño de sistema es un enigma de tipo particular. El problema existe para una persona cuando ésta tiene un objetivo

definido que no puede alcanzar con la norma del comportamiento que tiene ya dispuesta. Se plantea la solución cuando algún obstáculo se opone a la consecuencia de un objetivo. No hay dificultad ni - el camino a la solución está despejado. Unicamente cuando hay que descubrir medios para salvar un obstáculo se prepara el esenario para su solución.

Para obtener una solución correcta, necesitamos escoger entre nuestras experiencias anteriores similares al caso y organizarlas.

GUIA PARA EL DISEÑO LOGICO DE SISTEMAS DE CONTROL

Paso 1.- DARSE CUENTA DEL PROBLEMA.- Aunque estamos rodeados de problemas sin resolver, no se convierten en tales mientras no vemos que lo son.

Paso 2.- DEFINIR EL PROBLEMA.- Una vaga noción del problema a -- nadie llevará a ninguna parte, más si hacemos un esfuerzo para delimitar el problema con precisión, en nuestra mente surgirán buenas ideas.

Paso 3.- LOCALIZAR, VALORAR Y ORGANIZAR LOS DATOS

Para preparar una solución provisional a un problema es ante todo necesario reunir datos.

Paso 4.- DESCUBRIR RELACIONES Y FORMULAR HIPOTESIS

Con los datos obtenidos se hacen hipótesis y suposiciones.

Paso 5.- VALORAR LAS HIPOTESIS.- Hay que someter a rigurosa prueba de modo sistemático la solución provisional. Primero es necesario determinar si la respuesta satisface o no las exigencias del problema.

Paso 6.- APLICAR LA SOLUCION.- El paso de la aplicación no siempre es fácil de apreciar en algunos problemas puramente especulativos y es posible que no siempre se encuentre en la solución del diseño del sistema.

El análisis de sistemas se compone de tres pasos:

A) Diagrama de trámite.

Consiste este paso en mostrar la marcha que siguen los trámites burocráticos mediante un esquema.

B) Diseño de formas o impresos

Todas las formas se diseñan o rediseñan para su eficaz empleo.

C) Manual de Procedimientos

Las instrucciones por etapas deben puntualizarse por escrito para que se vea el funcionamiento del trámite mejorado.

Diagrama de trámites.

Conocida la organización es esencial detallar un cuadro gráfico del flujo de papeles.

Todo lenguaje necesita sus reglas, como que la gráfica debe empezar en la margen superior izquierda y avanza hacia la - derecha.

El eje vertical muestra la sucesión cronológica de los acontecimientos estando los primeros arriba. Las columnas pueden utilizarse para representar diferentes formas o impresos; por -- ejemplo, los diferentes departamentos por los que pasa el trámite. El solo diagrama de ésta serviría muy poco y lo que procede despues, es analizar para estudiar las posibles mejoras. El mejor - método de hacerlo es preguntando cosas como estas:

LISTA DE PREGUNTAS

¿ Puede eliminarse alguna copia ?

¿ Puede suprimirse algún trámite ?

¿ Puede hacer mejor las operaciones alguna otra persona ?

¿ Pueden combinarse algunos trámites en forma ventajosa ?

¿ Puede mejorarse la sucesión de los trámites ?

¿ Pueden subdividirse algunos trámites en forma conve-- niente?

¿ Puede el iniciador de una forma proporcionar más y me- jor información ?

¿ Podría hacer la operación un empleado que gane menos ?

¿ Puede eliminarse alguna operación de archivo ?

¿ Para que conservar la forma ?

¿ Se lleva registro en más de un lugar ?

Hay otras preguntas que podrían plantearse y conviene acostumbrarse a ello ya que ninguna lista reemplaza jamás la - idea creadora del hombre.

Diseño de formas.

El diseño de formas empleadas en el procedimiento burocrático es sencillamente la aplicación del sentido común.
En general se deben tener presente lo fácil que es añadir o quitar información, sea manuscrita o a máquina. Pero como es difícil recordar tantas cosas lo mejor es tener una lista lo más completa - posible.

LISTA PARA EL DISEÑO DE FORMAS.

¿ Es necesaria esta forma o podría otra servir tambien para tal fín ?

¿ Tiene esta forma un encabezado que describa verdaderamente su fín ?

¿ Tiene la forma suficientes instrucciones para uso general ?

¿ Tiene un tamaño apropiado para archivarla ?

si la forma está destinada a viajar ¿ Necesita un espacio para indicar el destinatario y el remitente ?

¿ Hay en ella margenes adecuados para encuadernarla ?

¿ Puede utilizarse ambos lados ?

¿ Corre riesgo de mancharse ? En caso afirmativo ¿como hay que protegerla ?

¿ Está junta toda la información que necesite una persona ?

¿ Están separados los datos que pudieran ser causa de graves errores de transcripción ?

¿ Está la información en el orden necesario para su transcripción ?

¿ Es posible imprimir más información en lugar de llenarse a mano ?

¿ Son adecuados los espacios que deben llenarse a mano ?

¿ Están las líneas impresas de acuerdo con el espaciador de la máquina de escribir ?

¿ Está dispuesto el impreso para un número mínimo de topes de tabulador de la máquina de escribir ? (los topes deben confrontarse con otros impresos comerciales en uso)

¿ Contribuirán a reducir los errores líneas verticales y horizontales ?

¿ Pueden emplearse recuadros de señalamiento en lugar de la información escrita a mano ?

¿ Es suceptible de interpretar erróneamente algún texto ?

¿ Es necesaria toda la información ?

¿ Da buen aspecto el documento ? ¿ Creará buena imagen mental en el que se sirva de el ?

¿ Sería útil para la identificación o el archivo un papel de color ?

¿ Puede sugerir mejoras el empleado que utiliza la forma ?

COMPARACION DE LOS RESULTADOS REALES CON LAS NORMAS

El registro oficial de los resultados y de las comparaciones con los estándares es sencillo y rudimentario. Intervienen pocas personas, los datos son conocidos por todos y el propósito príncipal del control es sencillamente llamar la atención hacia la forma en que el desempeño a los estándares determinados para que puedan iniciarse reajustes y rectificaciones de las definiciones.

La valoración de los rendimientos servirá de poco, hasta que se comuniquen los resultados a los jefes facultados para corregir las deficiencias. Esta información es una fase vital de la valoración utilizable.

Es preciso que la actuación resultante de las valoraciones de control se lleve a efecto por parte de las personas principalmente responsables de que se evalúe la operación.

La rapidez es una gran virtud cuando se trata de informes de control. Si se está ejecutando mal un trabajo, mientras más pronto se informe acerca de él y se corrija, menos daño se causará. Además, si no es evidente la causa de una dificultad, es probable que la investigación rápida revele las causas verdaderas y no la realizada cuando las circunstancias ya no están frescas en la memoria de las personas interesadas.

La distinción entre los controles destinados a la valoración global y los que tienen por objeto principal llamar la atención, afectan la importancia que tiene la prontitud. La oportunidad es esencialmente urgente para el ultimo grupo, porque pierden los controles casi todo su impacto, si son tardíos.

CORRECCION DE LAS DESVIACIONES

Los informes de control llaman la atención hacia las desviaciones del rendimiento respecto de los planes, pero, solo dan la señal de alarma. El resultado final llega cuando se pone remedio a las deficiencias. La investigación de control debe orientar a la de las dificultades para decidir oportunamente la forma de vencerlas y reajustar en seguida las operaciones.

El informe destinado a controlar suele servir para iniciar un nuevo ciclo administrativo: nuevas planeaciones y organización, mejores medidas directivas y otro conjunto de valuaciones e informes.

La distinción entre nuevos planes y reajustes para corregir deficiencias no es muy clara. Por conveniencia, hablamos de " medidas correctivas " cuando los planes quedan sustancialmente sin modificar y si seguimos esforzándonos por llegar al mismo resultado final. Si nuestra valoración de los problemas del momento indica que conviene hacer cambios importantes en los planes o en los objetivos, entonces debemos " volver a formular planes ". En ambos tipos de actuación, los datos de la valoración sirven de retroalimentación a los ejecutivos que modifican sus operaciones.

Por lo tanto, cuando nuestras valoraciones para controlar indica que no todo marcha bien, tenemos que investigar muchas causas posibles para hallar la que origina la dificultad. Una vez que se ha localizado el problema como resultado de la investigación provocada por el informe de control que sea desfavorable, rápidamente efectuamos los ajustes para corregirla. Si las circunstancias operatorias han cambiado lo que se planeó, tomaremos medidas para hacer que vuelva a la normalidad.

Conclusion

Controlar, como sucede con muchos otros aspectos de la administración, es cosa sencilla por lo que respecta a los elementos básicos, sin embargo, exige inventiva y destreza aplicar el control. La formulación de estándares de control en puntos estratégicos, el muestreo y la valoración de los resultados cualitativos, el equilibiro adecuado entre la oportunidad y la exactitud de los informes, la aplicación de estos a la forma de actuar para corregir deficiencias, todos estos son ejemplos de la multitud de cuestiones fundamentales que tenemos que resolver hábilmente para que el sistema de control tenga la potente efectividad.

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

ING. JOSE CARREÑO ROMANI

JULIO, 1977.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tel: 521-40-20

I N D I C E

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 valorizándola y si es necesario aplicando las medidas correctivas apropiadas, de manera que la ejecución esté de acuerdo con lo planeado. (sin respuesta)

2.- La comparación entre lo planeado y lo ejecutado 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 realiza 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 trabajo a realizar en una jornada, es lo que constituye la determinación de un _____ para la valuación del desempeño del trabajador. La definición de un modelo de comportamiento o acción es lo que constituye un estándar (sí/no) ____. estándar sí

6.- La valorización de lo ejecutado y lo planeado, sería 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 funcionamiento planeado. Es decir se debe buscar y lograr que la actividad se está realizando de acuerdo 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 estrátegicos 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 control 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 debe colocar un _____ de control y donde se debe aplicar el tercer paso del proceso control, es decir la toma de la acción _____.

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 facetas de una empresa en él, consume demasiado tiempo y esfuerzo, por lo que resulta muy costoso.

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 actividad pasa a segundo término y solo requiere de revisiones periódicas.

puntos

excepción

excepción

20.- En resumen: La _____ surge cuando al comparar el funcionamiento o resultados obtenidos y los _____ existe alguna diferencia y es el sitio donde debemos establecer 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 resultados 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 - _____.

dispositivo

control

planeación

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 _____. _____.

control

planeación

presupuesto

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) _____.

presupuesto

calidad

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 _____.

informes estadísticos

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) _____.

estadísticos

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 _____ _____.

dispositivos de control

no pérdida - no ganancia

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 _____ _____ _____

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 tiempo y lugar definido.

control, reportes especiales

30.- De acuerdo a lo anterior estos reportes se realizan en forma (continua/no continua) _____ y por el heco de referirse a situaciones particulares donde se presume existe alguna desviación, constituyen una aplicación directa del Principio de _____.

no continua

excepción

31.- Cuando se realizan investigaciones periódicas, sobre actividades generales se está utilizando el dispositivo de _____ de control. En cambio investigaciones acerca de los procedimientos, funcionamiento de un área específica de trabajo se usan para elaborar _____.

informes estadísticos

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 control, análisis del punto no pérdida-no ganancia, reportes especiales de control y auditoría interna.

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 ganancia

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

37.- Para que en toda empresa no se pierda la continuidad en el flujo de las actividades es necesario 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 correctamente. 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 específicas de una empresa. Así el control de presupuestos departamentales a cargo del staff de finanzas es lo que constituiría un _____ _____. sistema control centralizado.

40.- El control personal es el que incluye el chequeo y correcciones que realiza un supervisor a un trabajador o grupo de ellos. Así el sistema de control que se realiza en áreas más específicas 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 niveles superiores/los niveles más bajos) _____ _____. control centralizado personal los niveles superiores

42.- El tercer sistema es el auto-control. El individuo que instituye cambios en sus propios métodos de trabajo con el fin de lograr mayor éxito está practicando el _____. auto-control

43.- La supervisión realizada por los niveles altos de la empresa sobre áreas extensas de trabajo 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 superación personal, la automotivación y la iniciativa del individuo para ir perfeccionando sus métodos de trabajo son consecuencia del _____ _____.

control centralizado

control personal

auto-control

44.- Desde el punto de vista de la Teoría y (unidad 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 responsabilidad 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 control se basa, en que sean aceptados por los individuos a quienes se aplica. Por desgracia los estudios del comportamiento humano han demostrado que el hombre generalmente (acepta/rechaza), _____ los sistemas de control.

sistemas

rechaza

47.- Los sistemas de control producen en el hombre un rechazo que se traduce en un incumplimiento del deber. El _____ o resistencia a dichos sistemas se debe generalmente a las siguientes causas:

rechazo

1) El control tiende a romper la imagen propia de la persona.

2) El no aceptar los objetivos de la empresa.

3) La creencia de que los estándares exigidos son demasiado alto

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 valen 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 — rechazados — 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 determinación. — 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

percepcion

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, actividad 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) _____ muy distinta
a los sistemas convencionales, ya que si se ha logrado la entera _____ al logro dedicación
de los _____, lo primero, para objetivos
realizar un _____ efectivo, será proporcionar ayuda a los subsistemas (departamentos) en su esfuerzo por alcanzar los niveles acordados en común. control

70.- La función de las unidades administrativas en el sistema _____ organico de
será la de proporcionar a cada uno de los niveles de la empresa la información relativa a su funcionamiento para que pueda utilizarla a este fin. 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 utilización de grupos especiales de control que hacen (más caro/más barato) _____ más caro
el control.

72.- Con ello también se evita en gran parte la vigilancia directa, en el sentido estricto de la palabra, ya que el problema no consiste en obtener un cumplimiento pasivo, sino en capacitar a todas las secciones a lograr los _____ objetivos
propuestos.

73.- Así el sistema _____ orgánico de
_____, motiva al empleado a corregirse corrigiendo sus errores y a ejercer sobre sí mismo un control
_____ control de sus movimientos. El auto
auto-control es la mejor manera de responsabilizar al individuo y lograr el _____ cumplimiento
de su deber y su mayor _____ a dedicación
tratar de alcanzar los objetivos de la empresa.

74.- El _____-control desarrollado en base al estudio de situaciones particulares, producto, 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 -- auto
_____ de control. 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 determinada 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. Estos 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.

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, fallas en el personal, etc.

Si todos estos dátos 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, replancar 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 dividirlas en dos :

a) Decisiones de Emergencia.

b) Decisiones Preventivas.

Como ejemplo de decisiones de emergencia podría mencionarse el hecho de que una máquina trituradora tenga problemas mecánicos y esto origine una producción inferior al estándar. Otro ejemplo sería que una máquina se descompenga 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 lapsos 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 inutil 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 contínuamente 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:

I ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO

a) Revisión Planos y Especificaciones

b) Determinación de cantidades de obra

c) Definición de Procedimientos de Construcción

d) Programa de la Obra

e) Valuación del Programa de Insumos

f) Definición y valuación de almacenes

g) Definición y valuación de gastos por amortizar y su amortización

h) Definición de gastos indirectos

i) Definición de gastos generales

j) Determinación de utilidades brutas

k) Determinación de impuestos y reparto de utilidades y reservas

l) Determinación de utilidades brutas

Definición detallada del programa de gastos a lo largo del tiempo de duración de la obra

II PROGRAMA DE INGRESOS

a) Pronóstico de obra ejecutada

b) Pago por parte del cliente

c) Retenciones, multas, pagos, anticipos, etc.

d) Determinación de los ingresos líquidos

Definición detallada de los ingresos a lo largo del tiempo de duración de la obra

Definición de Estándares de Ingresos y Egresos en los puntos de control elegidos

Comparación con los datos reales de la Contabilidad

El control presupuestal a nivel de empresa podría esquematizarse así:

III. PRESUPUESTO DEL BALANCE

a) Análisis de la estructura actual del balance

b) Determinación de faltantes y sobrantes de las curvas Ingresos - egresos de las obras

c) Análisis de pasivos presentes y futuros necesarios y su costo

d) Análisis financiero y costo de financiamiento

e) Estudio del Equipo de Reposición

f) Análisis del activo fijo

Estándares de Ingresos y Egresos de todas las obras de la Empresa

Estándares de todas las cuentas y sub cuentas del balance y del estudio de pérdidas y ganancias detallado en el tiempo

Comparación con los datos reales de balance y estado de pérdidas y ganancias

Como en los casos anteriores desviaciones significativas origi-- nan 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 modi- ficar 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 in-- versión real y mejorar la rentabilidad de la obra, o aumentar los bene- ficios 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 con- trol 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 contro- lar 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 [illegible] 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 logrado 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 adecua-

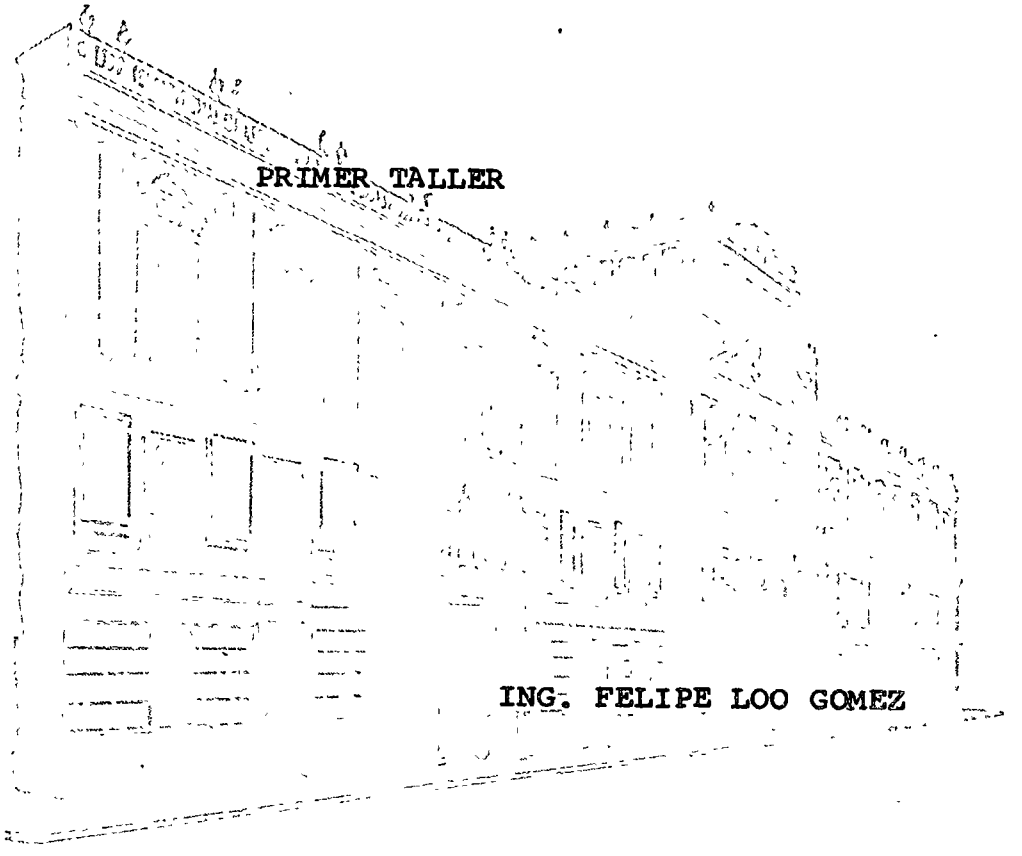
do entre la cantidad de datos que conviene generar y el costo de procesarlos y distribuirlos para convertirlos en información utilizable. En general sólo debe proporcionarse la información indispensable para que cada ejecutivo pueda tomar las decisiones que le competen.

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 tadavía 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.

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS



JULIO, 1977.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tel: 521-40-20

DATOS:

SE USARAN MOTOESCREPAS CAT. 621 CAPACIDAD 14 - 20 Y d3.
10.7-15.3 m3.

POTENCIA 300 HA

VELOCIDAD MAXIMA 50 HP

PESO DE LA MOTOESCREPA (VACIA) = 25,600 KG

CARGA SOBRE EL EJE DE TRACCION = 53%

SE USARA TRACTOR EMPUJADOR D8-K CICLO DEL TRACTOR = 2.4'

CAMINO SIN REVESTIR

EL MATERIAL ES ARCILLO LIMOSO

SE CONSIDERARAN LOS SIGUIENTES FACTORES:

RESISTENCIA AL RODAMIENTO = 0.05

FACTOR DE VELOCIDAD = 0.7

EFICIENCIA = 45 min/hora

ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR = 600 M

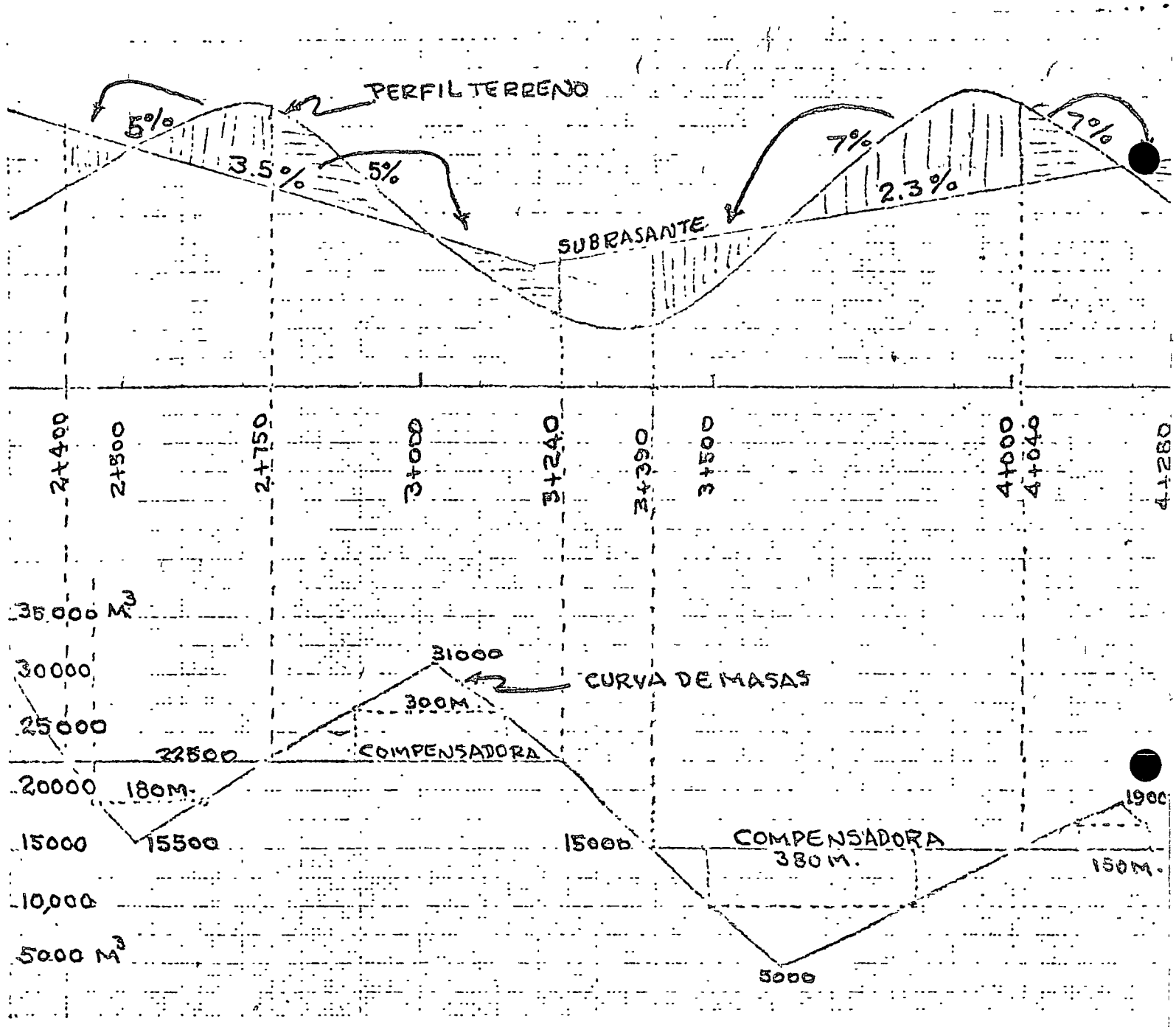
TIEMPOS FIJOS DE 1.5 MIN.

RESISTENCIA POR PENDIENTES = 10 KG X TON X 1%

RESISTENCIA AL RODAMIENTO 15 KG X TON X 2.5 CM PENETRACION
20 KG X TON (DEFORMACION E

PREGUNTAS:

1. TIEMPO DEL CICLO
2. RENDIMIENTO DE UNA MOTOESCREPA POR HORA
3. EQUIPO REQUERIDO PARA REALIZAR ESTE TRABAJO EN 7 DIAS HABILES CON TURNOS DE 8 HORAS
4. DETERMINAR EL COSTO UNITARIO DIRECTO DE M3 DE MATERIAL EXCAVADO



MATERIAL ARCILLO LIMOSO

PESO VOLUMETRICO SUELTO = 890 KG/M3

PESO VOLUMETRICO EN BANCO = 1150 KG/M3

LOS PRESTAMOS LATERALES ESTAN RESTRINGIDOS A UNA FRANJA DE 40 A 60 M. MEDIDA TRANSVERSALMENTE DESDE EL EJE DEL CAMINO.

LOS DEPOSITOS PARA MATERIAL A DESPERDICIO ESTAN LOCALIZADOS A - 760 M. A LA DERECHA DEL KM 2+600:

TRAMO I DE EST. 2+400 A EST. 2+750

VOLUMEN - 22500-15500 = 7000 M3

DISTANCIA ENTRE CENTROS DE GRAVEDAD = 180 M

PENDIENTES EN EL SENTIDO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

-5%, + 3.5%

$$\text{PENDIENTE MEDIA} = \frac{(-5\%) + (+3.5\%)}{2} = -0.75\%$$

DE IDA = -0.75% DE REGRESO = +0.75%

TRAMO II DE EST. 2+750 A EST 3+240

VOLUMEN = 31,000-22,500 = 8500 M3

DISTANCIA ENTRE CENTROS DE GRAVEDAD = 300 M

PENDIENTES EN EL SENTIDO DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS

-5%, + 3.5%

$$\text{PENDIENTE MEDIA} = \frac{(-5\% + (+3.5\%)}{2} = -0.25\%$$

DE IDA = -4.25% DE REGRESO = +4.25%

TRAMO III DE EST. 3+240 A EST. 3+390 (PRESTAMO)

VOLUMEN = 22,500-15,000 = 7500 M3

DISTANCIA ENTRE CENTROS DE GRAVEDAD = 50 M

CICLO 150 M

58 M.

150 M

PENDIENTE -)% (SE SUPUSO PARALELO Y PLANO EN EL SENTIDO TRANSVERSAL)

TRAMO IV DE EST. 3+390 A EST. 4+040

VOLUMEN = 15,000-5000 = 10,000 M3

DISTANCIA ENTRE CENTROS DE GRAVEDAD = 380 M

PENDIENTES EN EL SENTIDO DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS

-7%, -2.3.%

$$\text{PENDIENTE MEDIA} = \frac{(-7\%) + (-2.3\%)}{2} = 4.65\%$$

DE IDA = -4.7% DE REGRESO = +4.7%

TRAMO V DE EST. 4+040 A EST. 4+280

VOLUMEN = 19,000-15000 = 4,000 M3

DISTANCIA ENTRE CENTROS DE GRAVEDAD = 150M

PENDIENTES EN EL SENTIDO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

-7%, + 2.3%

PENDIENTE MEDIA = $\frac{(-7\%) + (+2.3\%)}{2}$ = +2.4%

DE IDA = -2.4% DE REGRESO + +2.4%

DATOS GENERALES:

COEFICIENTE DE ABUNDAMIENTO = $\frac{1150}{890}$ = 1.29

COEFICIENTE DE REDUCCION = $\frac{1}{1.29}$ = 0.77

PESO DE LA MAQUINA VACIA = 25.6T.

PESO DE LA MAQUINA CARGADA = 25.6.GT+0.89 X 15 = 38.9T

RESISTENCIA AL RODAMIENTO (CAMINO SIN REVESTIR)

15KG X $\frac{7.5 \text{ CM}}{2.5 \text{ CM}}$ + 20 KG = 65KG POR CADA TONELADA

RESISTENCIA TOTAL = RESIST. AL RODAM. + RESIST. POR PENDIENTE

DE IDA = PESO CARGADA X RESIST. TOTAL

DE REGRESO = PESO VACIA RESIST. TOTAL.

SE ANALIZARA CON DETALLE EL TRAMO I

RESIST. X PENDIENTE: DE IDA = 10 KG X (-0.75%) = -7.5KG

DE REGRESO = 10 KG X (+0.75%) = +7.5KG

RESIST. TOTAL: DE IDA = 65KG -7.5 KG = 57.5 KG

DE REGRESO = 65 KG + 7.5KG = 72.5 KG

RIM PULL: DE IDA = 38.9 T X 57.5 KG = 2236.75 KG = 2.2T

DE REGRESO = 25.GT X 72.5 KG = 1856 KG = 1.85 T

VELOCIDAD: DE IDA = 32 KM/H X 0.70 = 22.4 KM/H

DE REGRESO = 35 KM/H X 0.70 = 24.5 KM/H

PESO DE LA MAQUINA CARGADA = 25.GT

PESO DE LA MAQUINA VACIA = 389 T

VEL. REAL = 0.7 VEL. NOMINAL

RAMO	RODAMIENTO	RESISTENCIAS (KG) POR PENDIENTE IDA	REG	TOTAL IDA	REG	RIMPULL (TONELADAS) IDA	REG	VELOCIDAD (KM/H) NOMINAL IDA	REG	REAL IDA	REG	DISTANCIAS MEDIO CICLO M
I	65	-7.5	+ 7.5	57.5	72.5	2.2	1.85	30	36	22.4	24.5	180
II	65	-42.5	+42.5	22.5	107.5	0.87	2.75	50	23	35.0	17.5	300
III	65	0	0	65	65	2.53	1.66	26	38	18.9	25.9	150+50
IV	65	-46.5	+46.5	18.5	111.5	0.72	2.85	50	23	35.0	16.1	380
V	65	-23.5	+23.5	41.5	88.5	1.61	2.26	38	28	26.6	19.6	150

RAMO	TIEMPOS DE RECORRIDO		TIEMPO TOTAL CICLO	CICLOS TRACTOR	MOTOESCREPA	No. DE MOTOESCRETAS
I	$\frac{0.18X60}{22.4}$ =0.5'	$\frac{0.18X60}{24.5}$ =0.4'	0.5+0.4+15 = 24'	2.4'	2.4'	1
II	$\frac{0.30X60}{35}$ =0.5'	$\frac{0.30X60}{17.5}$ =1.0'	0.5+1.0+1.5 = 3.0'	2.4'	3.0'	1 ó 2 (*)
III	$\frac{0.20X60}{18.9}$ = 0.6'	$\frac{0.20X60}{25.9}$ =0.5'	0.6'+0.5+1.5=2.6'	2.4'	2.6'	1
IV	$\frac{0.38X60}{35}$ =0.7'	$\frac{0.38X60}{16.1}$ =1.4'	0.7+1.4+1.5=3.6'	2.4'	3.6'	1 ó 2 (*)
V	$\frac{0.15X60}{26.6}$ =0.3'	$\frac{0.15X60}{19.6}$ =0.5'	0.3+0.5+1.5=2.3'	2.4'	2.3'	1

(*) EN ESTE CASO DEBE ANALIZARSE LA CONVENIENCIA DE AUMENTAR EL CICLO A 4.8' PARA QUE EL TRACTOR EMPUJE A 2 MOTOESCREPAS O DEJAR SOLO UNA MOTOESCREPA CONSIDERANDO TIEMPO MUERTO DEL TRACTOR.

TRAMO	PRODUCCION HORARIA M3(SUELTOS)X HORA	PRODUCCION X TURNO M3(BANCO)X TURNO	DIAS EFECTIVOS VOLUMEN ÷ PRODUC = No. DIAS
I	(45'÷2.4')X15=281	281X0.77X8=1731	7000÷1731=4
II	(45'÷3.0')X15=225	225X0.77X8=1386	8500÷1386=6
	(45'÷4.8')X15=141(*)	141X0.77X8-868	8500÷(2.868)=5(*)
III	(45'÷2.6')X15=259	259X0.77X8=1595	7500÷1595=5
IV	(45'÷2.6')X15=187	187X0.77X8=1152	10,000÷1152=9
	(45'÷4.8')X15=141(*)	141X0.77X8=868	10,000÷(2X868)=6(*)
V	(45'÷2.4')X15=281	281X0.77X8=1731	4,000÷1731=2.5

- EQUIPO REQUERIDO PARA REALIZAR ESTE TRABAJO EN 7 DIAS SE DEBERA ANALIZAR DE ACUERDO CON LOS RENDIMIENTOS CALCULADOS; DEBIENDOSE CONSIDERAR COMO ALTERNATIVAS:

a).- INCREMENTA A TURNO DE 10 HORAS

b).- INCREMENTAR A TURNO DOBLE

c).- ANALIZAR EQUIPO CON MAYOR CAPACIDAD

d).- ANALIZAR EQUIPO PUSH-PULL, CON CICLOS LARGOS

- EL COSTO UNITARIO DIRECTO DE M3 DE MATERIAL EXCAVADO SE OBTENDRA DEL COSTO HORARIO DE LA MAQUINARIA QUE INTERVIENE EN CADA TRAMO DIVIDIDO ENTRE EL RENDIMIENTO DE ESE TRAMO.

LOS COSTOS PODRAN SER DIFERENTES DEPENDIENDO DE CADA ANALISIS PERO A MANERA DE RECOMENDACION SE SUGIERE TOMAR EN CUENTA:

- RELACION COSTO UNITARIO - VOLUMEN DEL TRAMO
- NUMERO DE MAQUINAS DE CADA TRAMO
- CONSISTENCIA O VARIABILIDAD DE LOS CICLOS

DE ESTE ANALISIS SE PODRA DETERMINAR UN COSTO UNITARIO QUE SEA REPRESENTATIVO DE LOS RENDIMIENTOS CALCULADOS.

PROFESORES DEL CURSO MOVIMIENTO DE TIERRAS

EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

ING. JOSE CARREÑO ROMANI
Gerente de Construcción
Dante # 26 Bis 2º Piso
Col. Anzures
México 5, D. F.
Tel. 533.30.80

ING. JOSE CASTRO ORVAÑANOS
Profesor de Tiempo Completo
Universidad Autonoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco S/N
México 16, D. F.
Tel. 561.37.33 ext. 274 6 205

ING. CARLOS MANUEL CHAVARRI MALDONADO
Jefe de la Sección de Prácticas de Desarrollo Regional
y Servicio Social
Facultad de Ingeniería, UNAM
Tel. 548.96.69

ING. JORGE H. DE ALBA CASTAÑEDA
Auxiliar Técnico de la Vicepresidencia
ICA INTERNACIONAL
Minería # 145,
Col. Escandón
México 18, D. F.
Tel. 516.04.60 ext. 320

ING. CARLOS DE LA MORA NAVARRETE

ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA
Vicepresidente del Grupo ICA de la División Operación
Minería # 145, Edificio Central, 3er. Piso
México 18, D. F.
Tel. 516.04.60 ext. 320

PROFESORES DEL CURSO MOVIMIENTO DE TIERRAS

EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO
Gerente de Ingeniería
Sag Mac de México, S. A.
Nueva York No. 310 - 7
México 18, D. F.
Tel: 523.90.20

ING. SALVADOR ARRIETA MILAN
Gerente General
Equipos Nacionales, S. A'
Camino San Mateo Ixtacalco # 400
Cuatitlan, Edo. de Méx.
Tel. 2.11.81

ING. JULIO CESAR ACEVES
Gerente de ICA
Minería # 145
Col. Escandón
México 18, D. F.
Tel. 516.04.60

ING. PEDRO LUIS BENITEZ ESPARZA
Jefe de Ingeniería de Ventas
COMPACTO, división Maquinaria de Industria del Hierro, S.A.
Minería # 145 Edif. "A" 3er. Piso
Col. Escandón
México 18, D. F.
Tel. 515.82.67

ING. JORGE CABEZUT BOO
Gerente de Construcción
Comisión Federal de Electricidad
Rodano # 14
México 5, D. F.
Tel. 553.67.25

PROFESORES DEL CURSO MOVIMIENTO DE TIERRAS

EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

ING. EMILIO GIL VALDIVIA
Jefe del Departamento de Obras
Dirección General de Aeropuertos SOP
Xola # 1755 3° Piso
México 12, D. F.
Tel. 519.86.29

ING. FELIPE LOO GOMEZ

ING. JOSE PIÑA GARZA
Gerente de Planeación
ICATEC S. A.
González de Cosio # 24
Col. del Valle
México 12, D. F.
Tel. 536.56.14

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO: "MOVIMIENTO DE TIERRAS, EXCAVACIONES Y TERRACERIAS" (del 27 DE JUNIO AL 2 DE JULIO de 1977)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
1.- ING. VICTOR MANUEL ABARCA RUIZ Luis Cabrera # 62 Circuito Economista Ciudad Satelite, Edo. de Méx Tel. 562-97-56	CAMINOS Y URBANIZACIONES, S. A Lucerna # 78 5o. Piso Col. Juárez México 8, D. F. Tel. 566-68-66
2. ING. JAIME ALONSO MUÑOZ Taxqueña # 1323 Col. Churubusco Tel. 549-05-13	MEXICANA DE TRACTORES Y MAQUINARIA, S. A. México, D. F. Tel. 762-72-88
3. ING. SAUL ARRAZOLA MARTINEZ Molinos del Campo #58 Col. San Miguel Chap. México 18, D. F. Tel. 516-76-16	MEXICANA DE TRACTORES Y MAQUINARIA, S. A. Blv. Pto. Central Aéreo # 34 Tel. 571-20-00
4. ING. JUAN MANUEL ARCINIEGA YAÑEZ Edif. 33 Depto. 403 Col. Copilco Universidad México 21, D. F. Tel. 548-28-62	FACULTAD DE INGENIERIA Ciudad Universitaria Tel. 548-96-69
5. ING. MIGUEL ANGEL CASTELAN MORALES Portal # 29. Naucalpan Edo. de México Tel. 560-15-03	PETROLEOS MEXICANOS Tinajas, Ver.
6. VICENTE CALLEJAS RUELAS Lomas de Sotelo Edif. 8 Ent. B Depto. 404 México 10, D. F. Tel. 557-27-87	GENERAL DE CONSTRUCCIONES,S.A. Lucerna # 78 6o. Piso Col. Juárez Tel. 566-60-78
7. ING. NORMAN ESTEVEZ GAMIZ Parral 78 Bis-501 Col. Condesa México 11, D. F. Tel. 514-01-94	CONSTRUCTORA NORSO, S. A Parral 78 Bis-501 Col. Condesa México 11, D. F. Tel. 528-51-46
8. ING. ANTONIO ECHEVERRIA GARCIA 2a. Cerrada Calle 10 Núm.226 Col. Granjas San Antonio México 13, D. F. Tel. 581-41-50	ESTUDIOS DE INGENIERIA Y PLANEACION, S. A P. de la Reforma #2165 México 10, D. F. Tel. 596-29-77
9. ING. ANTONIO FERNANDEZ ESPARZA San Lorenzo # 153-808 Col. del Valle México 12, D. F. Tel. 559-15-32	CONSTRUCTORA LAS TORRES, S.A. San Lorenzo # 153-808 Col. del Valle México 12, D. F

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO: "MOVIMIENTO DE TIERRAS, EXCAVACIONES Y TERRACERIAS" (DEL 27 DE JUNIO AL 2 DE JULIO DE 1977)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
10 ING. JOSE LUIS GUERRERO LUTTEROT Culiacan # 17- 3er. Piso Col. Hipodromo México 11, D. F. Tel. 564-72-60	CONSTRUCTORA Y FRACCIONADORA Culiacan # 17 Col. Hipodromo México 11, D. F
11. ING. FILIBERTO GONZALES FLORES	CONSTRUCTORA COTIXAM, S.A.
12 JORGE EDUARDO HERNANDEZ PANIAGUA Etna # 42 Col. Alpes México 20, D. F. Tel. 593-54-38	INGENIEROS Y CONTRATISTAS,S.A Darwin # 102- 3er. Piso Col. Anzurez México D. F. Tel. 533-18-00
13. ING. SEVERINO HERNANDEZ ALONSO Lucerna # 78 6o. Piso Col. Juárez México 6, D. F. Tel 566-68-66	GENERAL DE CONSTRUCCIONES, S.A Lucerna # 78 6o. Piso Col. Juárez México 6, D. F.
14 ARTURO JIMENEZ ACEVEDO Retorno No. 36 No. 7 Col. Avante México 21, D. F. Tel. 544-27-02	CENTLA CONSTRUCCIONES, S.A. Benito Juárez No. 57 Col. del Carmen,Coyoacan México 21, D. F. Tel. 554-67-22
15 VICTOR JOSELEVITZ KRUTT Jardines No. 68 Plazas de la Colina Tlalnepantla, Edo. de Méx Tel. 545-73-15	INAR, S. A Arquímedes 3 5o. Piso Col. Polanco México 5, D. F. Tel 545-73-15
16. ING. ARTURO LERMA RUBIO Montealbán # 193 Col. Narvarte México 12, D. F. Tel	
17. GUSTAVO LOPEZ CUELLAR Pileta # 12 Villa Coapa México 22, D. F.	GENERAL DE CONSTRUCCION, S.A. Lucerna # 78 6o. Piso Col. Juárez México 6, D. F.
18. ING. MANUEL MENDEZ LACARRA	GENERAL DE CONSTRUCCIONES,S.A. Lucerna # 78 6o. Piso Col. Juárez México 6, D. F.

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO: "MOVIMIENTO DE TIERRAS, EXCAVACIONES Y TERRACERIAS (DEL 27 DE JUNIO AL 2 DE JULIO DE 1977)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
19. ING. MIGUEL MENDEZ LACARRA	GENERAL DE CONSTRUCCIONES,S.A Lucerna # 78 6o. Piso Col. Juárez México 6, D. F.
20. ING. ERNESTO R. MENDOZA SANCHEZ Av. 5 No. 290 Col. Escuadrón 201 México 13, D. F. Tel. 581-36-82	FACULTAD DE INGENIERIA Ciudad Universitaria Tel 548-96-69
21. ING. GUSTAVO G. MEZA OCHOA Risco No. 11 Satélite Edo. de México Tel 562-50-87	DINA KOMATSUN NACIONAL, S.A de C.V Insurgentes Sur # 753- 12o. Piso Tel. 687-07-99
22. ING. RAMON MONTIEN HERNANDEZ Edificio 39A- 104 Col. Irrigación Tel. 590-27-03	S.A.H.O.P DIRECC.GRAL. DE CAMINOS RURALES
23. JUAN MONTES DE OCA CORNEJO Caucoso # 1164 Col. Lomas de Chapultepec México 10, D. F. Tel. 520-23-50	ING. MIGUEL MONTES DE OCA Y ASOCIADOS, S.A. Patriotismo 440 México, D. F.
24. ING. ARQ. FERNANDO PADILLA Av. Revolución 1358 Col. San Angel Inn	CONSTRUCTORA SOFRE, S.A Av. Revolución 1358 Tel 651-33-44
25. ING. JOSE PAZ MOLINA MIRANDA Monte Libano 106-2 Toluca Edo. de México Tel. 5-18-53	
26. ING. CARLOS PERALTA VERNI Dr. Manuel Villada 19-5 Col. Doctores México 7, D. F. Tel. 578-44-99	CONSTRU MEXICO, S.A. Mineria Col. Escandón
27. ING. ALFONSO POIRE HERNANDEZ Adolfo Prieto 11-2 Col. Del Valle México 12, D. F. Tel. 543-54-30	ECISA CONSTRUCCIONES, S.A Av. Chapultepec # 511 - 105 Col. Juárez México 6, D. F. Tel 533-22-85

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO: "MOVIMIENTO DE TIERRAS, EXCAVACIONES Y TERRACERIAS" (del 27 DE JUNIO AL 2 DE JULIO DE 1977)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
18. ING. JUAN JESUS QUIROGA AVILES Nogales No. 30 Col. Rosa Sur México 7, D.F. Tel. 564-90-35	S A H O P Dir. Gral. De Caminos Rurales Dr. Barragán # 779 - 8°Piso Col. Vertiz Narvarte Tel. 590-44-98
CARLOS RAMIREZ AMEZCUA Gutinberg 61-18 Col. Anzures México 5, D.F. Tel. 514-97-92	DIKOMEX, S.A. Av. México 37-203 Col. Hipodromo Condesa México 11, D.F. Tel. 514-97-92
ING. SANTIAGO RIVERO PERALES Callejón Escondida 53 Col. Coyoacan México 21, D.F. Tel. 554-29-59	INMOBILIARIA SANPE, S.A. Insurgentes Sur 598-704 Col. del Valle México 12, D.F. 523-98-56
ING. RAUL SALAS RICO Av. Rodolfo Gaona # 10-76A2 Col. Lomas de Sotelo México 10, D.F. Tel. 557-75-40	S A H O P Dir. Gral. De Caminos Rurales Dr. Barragán # 779 - 8° Piso México 12, D.F. Tel. 579-05-90
ING. JOSE LUIS TERAN PEREZ Unión No. 37-4 Col. Escandón México 18, D.F. Tel. 520-27-58	S. A. R. H. Sierra Gorda No. 23 Col. Lomas de Chapultepec México 10, D.F.
ING. MIGUEL ANGEL TORNO GOMEZ Providencia # 815-1 Col. del Valle México 12, D.F.	S. A. R. H. Sierra Gorda No. 23 Col. Lomas de Chapultepec México 10, D.F.
24. ING. BENJAMIN ZARATE RUIZ Esfuerzo 4o. 118 Col. Campestre Aragón México 14, D.F. Tel.	S A H O P Dr. Barragán # 779 Col. Narvarte México 12, D.F. Tel. 590-44-86