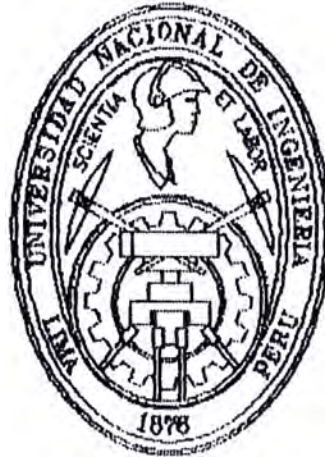


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas



**"Estructuración de costos de Operación
en una Planta de Trituración
de Piedra"**

INFORME DE INGENIERIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

MARCO ANTONIO VERASTEGUI MONZON

Lima - Peru

1994

Este Informe, está dedicado a mi familia. Agradezco a mis padres: RAUL Y LUCILA; sí como también a mis hermanos: PILAR, ROSA, SUSANA, LUIS, por el apoyo, aliento y comprensión, en la etapa universitaria y realización del presente informe.

Agradezco a la señorita
DELIA JIMENEZ CRUZ, por el
apoyo incondicional brindado,
para la realización del
presente informe.

INDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO 1 SITUACION DE LA EMPRESA Y OBJETIVO DEL ESTUDIO	4
1.Giro de la Empresa y razón social	4
2.Localización de la planta	4
3.El producto y su utilización	4
4.Descripción técnica de los equipos	5
5.Importancia del tema	16
6.Objetivo del estudio	18
CAPITULO II. DESCRIPCION Y ANALISIS DEL PROCESO DE PRODUCCION	19
1.Descripción del proceso actual	19
2.Diagnostico y análisis del proceso ac- tual.	22
CAPITULO III. ORGANIZACION DEL SISTEMA DE MAN- TENIMIENTO	27
1.Ciclo del mantenimiento .	29
2.La organización del personal	35
3.Fujo de documentos y registros	37

CAPITULO IV. COSTOS EN EQUIPOS DE MOVIMIENTO DE TIERRA	40
1.Costos en equipos	47
a.Costo de posesión	47
b.Costo de Operación	49
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62

INTRODUCCION

El Informe de Ingeniería, desarrollado lleva por título,-
"Estructuración de Costos de Operación en una Planta de
Trituración de Piedra".

Este informe ha sido desarrollado impulsado por la necesidad
de dar a conocer a la Administración, la importancia que tiene
el mantenimiento, para garantizar el estado óptimo de los
equipos y la forma como desarrollarla, que nos conllevará a
alcanzar los objetivos de la Empresa.

En nuestro medio la Administración de equipo pesado es
orientado en la mayoría de los casos a la PRODUCCION, dejando
en segundo plano el MANTENIMIENTO.

La tendencia actual de los fabricantes y usuarios de éxito, es
poseer equipos de OPTIMA EFICIENCIA.

PRODUCTIVIDAD = ALTA PRODUCTIVIDAD

COSTO MAS BAJO

En nuestro parque existe un gran porcentaje de equipo pa-
ralizado, por evaluar y/o reacondicionar para hacer frente a
la demanda de horas-máquinas. Es necesario evaluar la condi-

ción operativa de los equipos y planificar adecuadamente el mantenimiento.

Los objetivos del trabajo son:

1. Explicar el proceso de producción para el chancado de piedra.
2. Explicar la técnica a seguir para la programación del mantenimiento.
3. Explicar los costos que se incurren en el proceso.

En resumen, el objetivo del presente informe es presentar dar las pautas necesarias para la elaboración de un programa de mantenimiento y dar a conocer la influencia de como afecta el mantenimiento en el costo del producto.

El trabajo ha sido desarrollado en cuatro capítulos.

El primer capítulo; Situación de la Empresa y objetivo del estudio, dá una descripción exacta de la actividad de la Empresa, así, como su ubicación. También nos muestra las bondades del producto. Detalla la tecnología utilizada en este tipo de proceso. Hace referencia a la importancia del trabajo y el objetivo que persigue.

En el segundo capítulo; Descripción y análisis del proceso de producción, detalla el proceso seguido en esta cantera, haciendo notar que la distribución de los equipos está en función directa del tipo de cantera en explotación, así, como el análisis correspondiente.

El tercer capítulo; Organización del sistema de mantenimiento, dá las técnicas necesarias para desarrollar un programa de mantenimiento.

El cuarto capítulo; Costos en equipos para movimiento de tierra, nos presenta la estructura de costos de cada equipo que interviene en el proceso de producción, así como la influencia del mantenimiento de los equipos sobre éstos. Nos muestra con detalle los costos de posesión y los costos de operación.

El cuarto capítulo se denomina Conclusiones y recomendaciones.

En la sección anexos, considera los diagramas de operaciones actividades, interrelación, y un bosquejo del sistema de producción.

CAPITULO I

SITUACION DE LA EMPRESA Y OBJETIVO DEL ESTUDIO

1. GIRO DE LA EMPRESA Y RAZON SOCIAL

El nombre de la empresa es **INVERSIONISTAS MINEROS S.A.** Es una empresa dedicada a la explotación de canteras. Esta empresa procesa material del cerro para la obtención de piedra de media, arena, hormigón y piedra para zanja. Estos materiales de construcción son comercializados en la misma planta a los camiones particulares, transportistas consumidores de estos productos.

El presente estudio se va a concentrar en el procesamiento para la obtención de la piedra de media y el cálculo del costo del producto.

2. LOCALIZACION DE PLANTA

El procesamiento para la obtención de piedra de media, se realiza en la cantera "LOS PRIMOS", ubicada a 5 Km del desvío de Puente Piedra al Instituto Peruano de Energía Nuclear.

3. EL PRODUCTO Y SU UTILIZACION

El producto que resulta del proceso en estudio, es la piedra de media pulgada de dimensión. Esta piedra sirve para ser mezclado con el concreto que sirve para el va-

ciado de los techos de las construcciones y edificaciones.

4. DESCRIPCION TECNICA DE LOS EQUIPOS

Una planta de trituración compuesta de:

I.-UN CONJUNTO PRIMARIO PORTATIL DE TRITURACION MODELO

20*36PPVGE, con capacidad de producción de 50/90 metros cúbicos por hora (75/135 Ton/Hr) compuesta de los siguientes equipos:

a.-**BASTIDOR EN PERFIL "H" REFORZADO**, doble eje en tándem con 8 neumáticos (110.0*20.0*14 telas) frenos a aire en las 8 ruedas, sistema de estabilización, King pin para remolque por camión tractor y completo sistema de luces de tránsito.

Pasillos, escaleras, pasamanos y demás accesos a la planta para mantenimiento y operación, todo de acuerdo a las normas internacionales de seguridad.

b.-**TRITURADORA DE MANDIBULAS TELSMITH, MODELO 20" * 36R"**. Unidad semi-portátil con capacidad de producción de 4 metros cúbicos por hora (6 Ton/Hr) hasta 100 metros cúbicos por hora (150 Ton/hr), con regu-

lación de apertura de salida en la posición cerrada de 2" hasta 5", equipada con:

Eje único excéntrico, boca de alimentación de 51 * 91 cm, estructura y quijada de construcción soldada y tratada térmicamente para alivio de tensiones internas, rodamientos de la quijada de carrera de rodillos cilíndricos; y en la estructura, rodamiento autocompensador en el lado de expansión.

Hace parte de la quijada, una plancha protectora de acero resistente a abrasión y impacto directo de piedras en la alimentación; las mandíbulas son corrugadas y reversibles de acero al manganeso; sistema hidráulico de ajuste de la apertura de descarga, sistema completo de lubricación automática por aceite filtrado bajo presión; sistema de alarma contra baja presión y/o alta temperatura del aceite lubricante; dos volantes ambos con cubos bipartido, siendo uno ranurado para accionamiento por correas en "V".

Tipo	Mandíbulas
Modelo	20" * 36"
Peso	13,850 Kg
Potencia en H.P.:	100
R.P.M.	: 265

Alimentación admisible, distancia entre aristas
91,4 cms.

Tipo de Accionamiento Motor eléctrico lateral
con poleas y correas en "V".

**Sistema de ajuste de mandíbulas y formas de accio-
namiento:**

- Planchas de acero, con lanas.
- Accionamiento hidráulico y manual.

Clase de revestimiento Mandíbulas reversibles.

Tipo de revestimiento Mandíbulas de acero al
manganeso.

Sistema de lubricación Automático, con aceite
bajo presión.

ACCIONAMIENTO

Con motor eléctrico de 100 HP, 50/60 Hz, VI po-
los, rotor en jaula de ardilla, totalmente ence-
rrado, con enfriamiento con aire forzado, transmi-
sión incluyendo juego de correas en "V" y poleas.

La unidad semi-portátil incluye: chasis metálico
para trituradora y motor, tolva de recepción y de
descarga de material, plataforma de mantenimiento
escaleras, pasamanos y protector para las poleas y
correas en "V".

c.-ALIMENTADOR VIBRATORIO TELSMITH MODELO AVG-36"*12'

Unidad Semi-portátil para servicio pesado y continuo,compuesta de:

Estructura de construcción compacta,con laterales y travesaños en acero de alta resistencia,grillas cónicas de aleación al manganeso para separación de materiales finos;unidad vibratoria con dos ejes excéntricos equipados con contrapesos removibles, resortes de soporte del alimentador aptos a absorber vibraciones,engranajes y rodamientos autoalineantes lubricados por aceite.

ACCIONAMIENTO

Motor de velocidad variable,con 15 HP,50 - 60 Hz,IV polos;rotor en jaula de ardilla,totalmente encerrado,con enfriamiento por aire forzado,incluyendo base pivotada,polea y correas en "V".

CARACTERISTICAS TECNICAS

- Alimentador robusto
- Planchas de protección removibles de acero al manganeso resistente a la abrasión.
- Amplitud de vibración,ajustable a través de remoción o adición de contrapesos en el eje excéntrico.

- Rieles de las grillas, tornillados permitiendo ajustes de 2" hasta 6".
- Motor con variador electromagnético de velocidad, que permite ajustar la alimentación de forma continua.
- Polea excéntrica para disminuir esfuerzos y desgaste en las correas "V".

DIMENSIONES

Peso : 7,995 Kg

Dimensiones del alimentador : 381*110* 56 cms.

Dimensiones de la placa vibrante : 93 * 366 cms.

Largo de las grillas 152 cms.

Rotación : variable de 300 hasta 1600 RPM.

-Unidad semi-portátil incluye

base metálica para el alimentador, tolva de recepción con capacidad para 10 metros cúbicos y chute de salida para finos con su complemento.

d.-UNA CINTA TRANSPORTADORA PRIMARIA MODELO

36"*7m*10HP, accionada con motor eléctrico con rotor en jaula de ardilla, totalmente encerrado, con enfriamiento con aire forzado, transmisión por correas en "V". Rodillos de carga triple en acero, revestido con goma en el punto de carga y rectos de regreso, montados en rodamientos esféricos con lu-

bricación permanente. Estructura metálica en perfil "U" con pernos y tuercas para fácil montaje y desmontaje, tensionador por tornillos, faja transportadora standard de goma de alta resistencia, reductor de velocidad del tipo " Shaft Mounted", freno de contraregreso y limpiador de la faja.

Modelo: 36" * 7M

Capacidad: 266 Ton/Hr - material de 2.5"

Largo: 213.4 cms.

Ancho: 91.4 cms.

Rodillos: triples, ángulos de 20 grados, diámetro de 10.1 cms.

Velocidad: 91 m/min

Tipo de accionamiento : motor eléctrico con poleas y correas en "V", reductor de velocidad montados en el eje.

Potencia de accionamiento 10 HP.

Numero de telas: 3.

II.-TRITURADORA GIRATORIA SECUNDARIA MODELO 367S

Los trituradores girosféricos Telsmith modelo 367S, es un vibrador giratorio de rotación, con dispositivo de seguridad del tipo de barra de alivio.

Especificaciones Técnicas:

Potencia Requerida:

Eléctrica - HP..... 75

Diesel HP..... 100

Tamaño de polea del triturador:

Diámetro * paso28.625"*12"

Diámetro primitivo..... 28" P.D.

Polea usada para 6 canales

Velocidad de la polea,RPM..... 600

Dirección de accionamiento Horario

Peso aprox.del triturador 11,000 kg

Apertura mínima de descarga 1/2"

Apertura máxima de descarga 2"

Presión en el sistema de lubricación Mín.3 psi

Máx. 45 psi

III.- ZARANDA VIBRATORIA TELSMITH MODELO VIBRO KING 5'*16'

con tres pisos, laterales de acero reforzadas y tratadas térmicamente, unidad vibratoria con eje para servicio extra pesado, rodamiento de rodillos autocompensadores lubricados por aceite, sistema de contrapesos autoajustables para asegurar arranques y paradas suaves, transmisión por correas en "V" con motor eléctrico de 25 HP totalmente encerrado con enfriamiento por aire forzado, chute de descarga y juego de mallas, in-

cluye estructura de la zaranda para adaptación al chasis 36S ya existente.

IV.- UNA CINTA TRANSPORTADORA ESTACIONARIA MODELO 24" * 24M * 10HP con transmisión por correa en "V", velocidad de la cintas de 300 pies/min., rodillos de carga triples con ángulo de 20 grados y lubricados para toda la vida, rodillos rectos de regreso, estructura en perfil "U" con pernos y tuercas, tensionador por tornillos, tolva de recepción para conexión del conjunto primario con la zaranda vk-5' * 16'TD.

V.- UNA CINTA TRANSPORTADORA ESTACIONARIA MODELO PE 18" * 12M * 7.5HP con transmisión por correa en "V", velocidad de las cintas de 300 pies/min., rodillos de carga triples con ángulo de 20 grados y lubricados para toda la vida, rodillos rectos de regreso, estructura en perfil "U" con pernos y tuercas, tensionador por tornillos, tolva de recepción y de descarga y freno de contra regreso.

VI.- TABLERO ELECTRICO DE CONTROL EN 380V - 60 HZ. para arranque y parada de los motores con contactores magnéticos tripolares marca Siemens o similar, fusibles de protección para cortos circuitos tipo NHO Diazed, relés térmicos de protección contra sobrecor-

rrientes o falta de fase, llave general con fusibles y alta capacidad de interrupción, voltímetro general, amperímetros para los motores de las trituradoras, horímetro de operación, sistema de control totalmente interclavado para evitar errores de operación, botones para arranque y parada, luces de señalización y cables de conexión de los tableros hacia todos los motores de la planta.

VI.- GRUPO ELECTROGENO INDUSTRIAL VOLVO-PENTA

Grupo electrógeno de 175 Kw. trifásico, con motor Volvo TWd710GH, de seis cilindros y cuatro tiempos turboalimentado, inyección directa, refrigeración por agua con regulación termostática. Las camisas son húmedas y tienen culatas separadas, una para cada cilindro. El sistema de lubricación es a presión, con una bomba que impulsa el aceite a todos los puntos de engrase.

Viene equipado con un turbocompresor propulsado por los gases de escape, lubricado y enfriado por el aceite del motor.

RESUMEN DE EQUIPOS ESTATICOS

I.- 01 CONJUNTO PRIMARIO 20 * 36 PPVGF CON ALIMENTADOR,
TRITURADOR,CINTA MONTADO EN CHASIS .

II.-01 ZARANDA VK-5' * 16' TD CON SU ESTRUCTURA Y CHUTES .

III.-01 CINTA TRANSPORTADORA DE ALIMENTACION DE LA SECUN
DARIA PK-80 24"*24M*10HP

IV.-01 CINTA TRANSPORTADORA PARA CERRAR EL CIRCUITO
18"*12M*7.5HP.

V.-03 CINTAS TRANSPORTADORAS PARA APILAMIENTO DE
PE-60 18" * 18M * 7.5HP.

VI.-UNA TRITURADORA GIRATORIA SECUNDARIA MARCA TELSMITH.

VI.-01 TABLERO ELECTRICO DE CONTROL Y CABLES PARA TODOS
LOS MOTORES .

VII.-UN GRUPO ELECTROGENO VOLVO PENTA

Un equipo de movimiento de tierra,compuesta de:

a.- Dos cargadores frontales,modelo L120B,marca VOLVO BM.

b.- Dos tractor de cadena,modelo D6D,marca CATERPILLAR.

CARGADOR FRONTAL VOLVO BM L120B

Motor

Diesel de 6 cilindros, de cuatro tiempos, inyección directa y turboalimentado. Tipo: Volvo TD 71 G.

Transmisión

La caja de cambio es de accionamiento electrohidráulico y todos los piñones están en engranaje constante. Entre el motor y la caja de cambio hay un convertidor hidráulico de par que regula en forma continua el par saliente. Los ejes delantero y trasero tienen engranajes planetarios en los cubos de las ruedas, lo que descarga al palier respectivo.

Freno

La maquina lleva un sistema de freno totalmente hidráulico de dos circuitos.

Circuito 1 : Yugo delantero del eje delantero y yugo izquierdo del eje delantero.

Circuito 2 : Yugo posterior del eje delantero y yugo derecho del eje trasero.

Freno de estacionamiento

Hay dos modelos según el estacionamiento sea mecánico o hidráulico. El freno es del tipo de disco y actúa sobre el eje saliente de la transmisión y, por lo tanto en todas las ruedas.

Sistema de dirección

La maquina va equipada con un sistema de dirección articulado totalmente hidráulico, con bomba separada y dos cilindros hidráulicos.

Puesto de conducción

La cabina ha sido homologada como de seguridad según las normas FOPS - ROPS y tiene calefacción, ventilación y como opción, aire acondicionado.

Como salidas de emergencias pueden utilizarse la puerta, la ventanilla lateral derecha y el cristal posterior.

Cuchara

La cuchara es de fijación directa con dientes y tiene una capacidad de 2.0 metros cúbicos.

TRACTOR DE CADENA D6D .CATERPILLAR

Un tractor de orugas, marca Caterpillar, modelo D6D, motor Diesel Caterpillar de 140 HP, modelo 3306.

5. IMPORTANCIA DEL TEMA

En muchas Empresas el mantenimiento constituye un área donde los principios de la gestión acertada son todavía ignorados en gran medida. El mantenimiento es considerado a menudo como un "mal necesario", incapaz de merecer algún tipo de atención especial.

Como consecuencia de ello, la productividad del mantenimiento es muy baja y los gastos por mantenimiento continúan aumentando. Es por eso, importante reconocer esta situación y realizar las acciones correctivas.

El desarrollo de un programa, que conlleve a una gestión más efectiva de los costos de mantenimiento, se basa en tres factores de productividad:

Utilización, cantidad de tiempo que los recursos se ocupan productivamente.

Métodos, la manera en que se usan los recursos.

Rendimiento, la aplicación de la habilidad y esfuerzo al trabajar.

Normalmente, el rendimiento laboral, es bastante bueno, pero la utilización es considerablemente baja. Esta discrepancia pone en evidencia la deficiente planificación, programación y los inadecuados sistemas de control como así mismo la supervisión insuficiente.

Por ejemplo, consideremos los siguientes factores de productividad: 0.75, 0.75, 0.85 para utilización, método

y rendimiento respectivamente, obtendríamos un 48% de productividad del sistema de mantenimiento.

Teóricamente, si contamos con 50 hombres, sóloamente estaríamos utilizando 24 hombres con un nivel de productividad del 100%. Si mejoramos los factores de productividad a 0.85, 0.90 manteniendo el rendimiento, obtenemos un nivel de productividad de 65%, es decir, hemos mejorado en un 25%, que equivale a un potencial de ahorro de 12 hombres.

Es por esto importante establecer la organización del sistema de mantenimiento, con alta productividad al menor costo posible, que nos conllevaría a la buena conservación de los equipos y utilizarlos con óptima eficiencia.

6. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo del presente estudio es dar a conocer a la Administración sobre los costos que se incurren en la producción de piedra chancada y la forma como desarrollar el mantenimiento para la reducción de costos y hacer frente a la fuerte competencia que existe en nuestro medio sobre este producto, como también poder elevar la calidad del mismo.

CAPITULO II

DESCRIPCION Y ANALISIS DEL PROCESO DE PRODUCCION

1. DESCRIPCION DEL PROCESO ACTUAL

(Ver Anexo 2-A) Los dos Tractores de orugas Caterpillar D6D remueven y aflojan el material del cerro para que el Cargador Frontal Volvo L120B lo cargue y lo lleve al Alimentador vibratorio Telsmith para alimentarla. La Zaranda vibratoria Telsmith procesa el material del cerro, dividiéndola en arena, piedra de media pulgada y piedra mayor a media pulgada u OVER y estos materiales son arrojados por la Zaranda Telsmith a 3 stocks diferentes. Cuando el Cargador Frontal #1 Volvo L120B ha terminado con ocho cargas del material de cerro al Alimentador Vibratorio Telsmith, esta carga dos viajes de Over del stock de Over de la Zaranda y los transporta y carga a la tolva de la Chancadora Telsmith, para que ésta la procese rompiéndolo para que el over quede reducido a piedras de media pulgada y éstas piedras se acumulan en un stock que produce la chancadora de piedra chancada, entonces el Cargador Frontal #1 Volvo L120B carga esta piedra chancada y la deposita en el alimentador vibratorio Telsmith, puesto que algunas piedras del Over no se rompieron bien pudiendo no cumplir con la medida de media pulgada y el Cargador Frontal #1 Volvo L120B vuelve a repetir el proceso sucesivamente desde el principio.

El Cargador Frontal #2 Volvo L120B se encarga de retirar constantemente la arena del stock de arena producida por la Zaranda Telsmith y la lleva a otro stock, situado mas lejos para que la arena no se acumule y estorbe. También este cargador realiza el despacho de piedra de media pulgada a los camiones.

En el DOP y DAP (Ver Anexos) he considerado el proceso de producción de piedra chancada hasta la puesta en los camiones de ésta piedra.

En realidad el proceso básico sólo consta desde el cargado del material del cerro por el Cargador Frontal Volvo L120B hasta la acumulación en el stock de piedra de media pulgada, luego de haber roto el Over y zarandeado la piedra chancada.

En el diagrama de interrelación entre Cargador Frontal #1 Volvo L120B, Zaranda Telsmith y Chancadora Telsmith (Anexo 2-J) se muestra la interrelación y tiempo en minutos que demanda la producción de 11.20 metros cúbicos de piedra de media pulgada.

Para la producción de piedra de media pulgada básicamente se utiliza la Zaranda, la Chancadora y el Cargador Frontal #1, ya que el Cargador Frontal #2 retira la

arena del proceso y carga los camiones. Si el Cargador Frontal #2 no funciona, el proceso de producción de piedra de media pulgada sigue operando ya que el Cargador Frontal #2 no es indispensable para el proceso en sí.

Los tiempos de las actividades del Cargador Frontal son los siguientes:

- Cargado de la cuchara con material (2 mt³) : 0.25 min
- Descargado de su cuchara para alimentar alimentador vibratorio : 0.25 min
- Transporte de cerro al alimentador vibratorio: 0.38 min
- Transporte de Zaranda a stock de Over : 0.75 min
- Transporte de stock de Over a Chancadora : 0.60 min
- Transporte de chancadora a stock de piedra chancada : 0.40 min
- Transporte de stock de piedra chancada al alimentador vibratorio : 0.40 min

La capacidad de la cuchara del Cargador Frontal es de 2.00 metros cúbicos de material. El tiempo de transporte de los cargadores incluyen giros, vueltas retrocesos necesarios para realizar su transporte.

El tiempo de procesamiento de la zaranda

Procesa 2 mt³ de material de cerro : 1.20 min

- Procesa 2 mt3 de piedra chancada 1.20 min

El tiempo de procesamiento de la chancadora:

- Procesa 2 mt3 de Over 1.50 min

2. DIAGNOSTICO Y ANALISIS DEL PROCESO ACTUAL

El proceso de producción en esta cantera es considerado del tipo continuo, puesto que constantemente las máquinas están procesando el mismo tipo de producto. En cuanto a la disposición de los equipos, es del tipo de arreglo por producto, porque agrupa a las máquinas sobre la secuencia de operaciones que deban ejecutarse para la obtención de piedra chancada.

Siguiendo el procedimiento para el estudio del trabajo, luego de haber seleccionado el proceso de piedra chancada y después de haber registrado el método actual usando DOP y DAPs, diagrama de relación de máquinas y diagrama de distribución de máquinas, ahora voy a proceder a examinar, analizar y diagnosticar el método actual con el espíritu crítico.

(Ver Anexo 2-J) El sistema actual procesa 16 mt3 de material de cerro para obtener 11.20 mt3 de piedra de media pulgada, el material del cerro esta compuesto por el

50% de piedra de media pulgada, 30% de arena y 20 % de Over.

El proceso básico para la obtención de piedra de media pulgada lo realizan el Cargador Frontal #1 Volvo L120B, la Zaranda Telsmith y la Chancadora Telsmith y estas tres máquinas necesitan 16.73 minutos para producir 11.20 mt³ de piedra chancada (Ver Anexo 2-J). Los porcentajes de utilización de estas tres máquinas son las siguientes:

- El Cargador Frontal #1 Volvo en el tiempo de producción de 11.20 mt³ de piedra chancada se utiliza el 94.32 %
- La Zaranda Telsmith hidráulica en el tiempo de producción de 11.20 mt³ de piedra chancada se utiliza el 71.73%
- La Chancadora Telsmith en el tiempo de producción de 11.20 mt³ de piedra chancada se utiliza el 17.93%

En cuanto al DOP que nos muestra el proceso básico y que incluye las operaciones del tractor de orugas y el transporte de la arena al stock de la arena alejado y el acarreo de piedra de media pulgada a los camiones realizada por el Cargador Frontal #2 Volvo L120B (Ver Anexo 2B), denotamos que se necesitan 43 operaciones para la realización del proceso actual.

El DAP de la Zaranda Telsmith (Ver Anexo 2G), nos muestra que esta procesa 20 mt³ de material (16 de cerro y 4 de piedra chancada) y se demora en procesarlo 12.00 min.

El DAP de Chancadora Telsmith (Ver Anexo 2H), nos muestra que esta procesa 4 mt³ de Over en 3 min.

El DAP del Cargador Frontal #1 Volvo L120B (Ver Anexo 2-E), nos muestra que esta carga, transporta y descarga 24 mt³ de material (16 de cerro, 4 de Over y 4 de piedra chancada) en 15.76 minutos y recorre 355 mts.

El DAP del Cargador Frontal #2 Volvo L120B (Ver Anexo 2-I), nos muestra que esta carga, transporta y descarga 12 mt³ de material (8 de piedra de media pulgada y 4 de arena) en 9.37 minutos y recorre 285 metros.

La Chancadora Telsmith cónica de trompo actualmente procesa 14.35 mt³/hr ,teniendo ésta capacidad para procesar 80 mt³/hr . Actualmente se utiliza el 17.93% de su capacidad instalada.

La Zaranda Telsmith hidráulica procesa actualmente 71.73 mt³ de material a la hora,teniendo esta capacidad para procesar 100 mt³ la hora.Actualmente se utiliza el 71.73% de su capacidad instalada.

COSTO DE PRODUCCION:El costo de producción incluye la Chancadora, Zaranda, dos Cargadores, dos Tractores Caterpillar (en el costo de cada máquina esta incluido el operador, combustible, lubricantes y mantenimiento) y un obrero.

Planta de Chancado	\$ 47.38 hora
2 Cargadores Frontales	\$ 58.40 hora
2 Tractores	\$ 53.84 hora
Obrero	\$ 0.80 hora

En una hora de producción se obtiene 40.17 mt3 de piedra de media pulgada.

El costo total para producir 11.20 mt3 de piedra de media pulgada es de \$ 44.80

El costo unitario por producir 1 mt3 de piedra de media pulgada es de \$ 4.00

Para medir la productividad, utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Produccion}}{\text{Costo}} * 100$$

y nos dará en términos porcentuales de productividad.

$$\text{Productividad} = \frac{40.17}{169} \cdot 4 * 100 = 0.24 \%$$

Es nuestra productividad con respecto al costo unitario.

Como se puede observar en el diagrama de disposición de Planta influye la forma como se realizan las actividades para la obtención del producto.

En la actual disposición de planta no se está cumpliendo con el principio de la mínima distancia ya que la ubicación de los stocks hacen que los cargadores frontales tengan que recorrer amplias distancias para alcanzarlos.

Por ejemplo (Ver Anexo 2-A) se puede apreciar la gran distancia que el Cargador Frontal #1 Volvo L120B tiene que recorrer y el radio del giro que tiene que dar para alcanzar el stock de Over.

En cuanto al principio de satisfacción y seguridad, no existe, puesto que los cargadores constantemente se cruzan al momento de realizar sus actividades, ya que el Cargador #1 invade el área del Cargador #2 al momento de ir a recoger el Over. En la zona donde se realiza este proceso se levanta mucho polvo que es levantado por las operaciones

del proceso, quitando visibilidad y como los cargadores se cruzan a la hora de realizar sus operaciones, están constantemente en peligro de chocar entre ellos por la poca visibilidad y por la posibilidad de interponerse uno de ellos en la zona por donde el otro va a pasar. El estar los operadores pendientes para que esto no suceda hace que la productividad disminuya de ellos.

Este tipo de proceso y maquinarias permiten que el arreglo tengan gran flexibilidad puesto que el conjugar las máquinas y reubicar los stocks para mejorar la disposición implica un costo muy barato y además se puede realizar en unas horas.

En cuanto al trabajo de los cargadores se ve que uno realiza mucho mas actividades que el otro y esto se debe a la actual disposición de planta.

CAPITULO III

ORGANIZACION DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

Todas las empresas industriales siguen alguna rutina de mantenimiento, debido a que es importante el costo de la producción perdida por averías inesperadas y el costo de capital de tener un cierto valor; usualmente es menor, cuando dicho valor recibe un cuidado apropiado. La calidad de la producción también se puede elevar con un mejor mantenimiento. Los costos de mantenimiento son menores cuando una máquina es nueva, aumentan con la edad debido a que necesitan mayor trabajo para mantener un nivel dado de rendimiento.

El mantenimiento preventivo es el trabajo menos atractivo en la producción; pero es uno de los más importantes. La base de un buen mantenimiento preventivo, es una buena planeación y hombres capaces dedicados al mantenimiento y apoyados por una política administrativa. La regla que sirve de guía es que *"El tiempo que se emplea en el mantenimiento preventivo debe ser menor al que se requiere para las reparaciones"*.

La responsabilidad en la ADMINISTRACION DE EQUIPOS esta plenamente definida, antes de iniciar la operación del mismo.

El usuario es responsable de la planificación, ejecución y control del mantenimiento; sin embargo también comparte esta responsabilidad el distribuidor; quien debe facilitar un servicio especializado cuando se requiera, repuestos originales de calidad, entrenamiento al personal; políticas adecuadas de garantía y ofrecer estabilidad de la empresa a través del tiempo.

Un tercer componente en este aspecto es el PRODUCTO (MARCA), el cual debe ser de reconocida reputación, calidad y tener un número representativo de unidades operando en el país.

El mantenimiento debe ser orientado a lograr la máxima disponibilidad y productividad del equipo al menor costo posible.

A continuación, se darán las pautas necesarias para el desarrollo del sistema de Mantenimiento de Equipos. En general se deben considerar: El ciclo de mantenimiento (acciones), la organización personal (funciones) y el Sistema de Planificación/control.

1. Ciclo de Mantenimiento

Son las tareas que debe efectuar el Departamento de Mantenimiento para conservar las máquinas efectivamente

como por ejemplo, la tarea de lubricación y mantenimiento rutinario, tales como cambios de aceite, filtros, ajustes mecánicos.

Estos primeros pasos básicos se deben efectuar tan profesional y perfectamente como sea posible en forma rutinaria.

La información de que hacer, cuando hacerlo se encuentra en la guía de mantenimiento y lubricación de cada máquina. Es muy importante que las actividades correspondientes se efectúe en forma programada para minimizar los tiempos de parada y para la utilización eficiente del personal de mantenimiento, así como contar con un sistema de retroalimentación que informe a la administración el trabajo que se realizó, y quién lo ejecutó.

El siguiente punto del ciclo son las inspecciones de la máquina, que desafortunadamente muchas veces se olvida en los programas de mantenimiento. Las inspecciones de la máquina tienen un efecto significativo sobre la disponibilidad y costo de operación; y esto conlleva a determinar la eficiencia de la organización.

Para que las inspecciones sean rápidas y eficientes se debe realizar en forma programada. Esta información debe

ser transmitida a la Administración del mantenimiento para la toma de decisiones a partir de los resultados de la inspección.

Justamente el análisis de los resultados de las inspecciones es otro punto del ciclo de mantenimiento, el cual ayudara a determinar si se debe acortar el ciclo mediante una reparación de emergencia no programada o si se ha de continuar con el ciclo completo en forma controlada y planificada, lo cual es mas efectivo y reduce los costos de operación. Además permitirá efectuar los ajustes necesarios a la programación.

El siguiente punto del ciclo es el proceso de comunicación con los demás departamentos para asegurarse que las acciones ha tomar hayan sido correctamente coordinadas y entendidas. Por lo general esto significa que el Departamento de Producción debe ser consultado y llegar a un acuerdo no programado o para modificar el programa según las circunstancias. Quizás este sea el punto mas difícil de llevar a cabo.

El siguiente punto, es establecer objetivos para la reparación, para identificar las alternativas que se presentan como ,¿quién lo hará?,¿quién controlará?,¿cómo y dónde se hará?, y para la coordinación de los elementos invo-

lucrados como personal, repuestos, espacio, suministro diversos, herramientas y literatura. Para lograr lo anterior se recomienda elaborar un programa patrón.

Como siguiente paso, se efectúa la reparación planificada siempre con un orden de trabajo para que se le defina y se pueda controlar. En este punto se debe incidir en el concepto de la "reparación" antes de la falla y reemplazo planificado de componentes.

La "reparación antes de la falla", implica el reemplazo oportuno de partes y piezas del equipo que se desgastan normalmente, para evitar fallas o desgastes prematuro de otros componentes de mayor costo.

Por ejemplo:

En la reparación antes de la falla de un motor Diesel se deben cambiar necesariamente: anillos, metales de biela, de bancada, válvulas, guías de válvulas.

Componentes como pistones, camisas, biela, se evalúan bajo patrones específicos y se deciden si se utilizan o no. Normalmente el cambio oportuno de componentes de desgaste normal permite lograr una mayor vida de componentes como cigüeñal, camisas, pistones culata, etc.

En los componentes del tren de fuerza, como convertidor, transmisiones, la reparación antes de la falla implica el cambio oportuno de cojinetes, sellos y/o discos.

El momento oportuno lo indica el fabricante, la experiencia en una aplicación típica del equipo y sin lugar a dudas los indicadores críticos o síntomas. Los indicadores críticos son por ejemplos: horas de uso, combustible consumido, humo en el escape, alta presión en el cárter, mala combustión...

El momento oportuno también se puede determinar usando el servicio de muestreo atómico de lubricantes.

Este servicio se basa en la aplicación de la espectrofotometría de absorción atómica para detectar partículas microscópicas de desgaste que caen en los lubricantes de los diferentes compartimientos.

En todo mecanismo bañado por aceite, se produce un desgaste interior de las piezas metálicas debido al movimiento o roce de las mismas; las pequeñas partículas de material desprendidas pasan al aceite de éstas, las mas grandes se depositan en el fondo del compartimiento o quedarán atrapadas en el filtro, el resto permanecerá en suspensión en el aceite.

El peso o cantidad de éstas partículas suspendidas, determinará si el desgaste de este conjunto es normal, debido al número de horas de trabajo o bien es progresivo o acelerado.

La cantidad de partículas en suspensión en el aceite se determina en ppm o microgramos por milímetro cúbico, esto nos dá pues una idea de las pequeñas proporciones que son detectadas por este sistema.

Son indispensables dos condiciones para la interpretación del análisis:

- Una serie de análisis periódicos y continuados, con lo cual se establece la tendencia del desgaste.
- Unas estadísticas de los desgastes normales, progresivos y acelerados y elementos presentes en cada aceite de los diferentes compartimientos.

La garantía de este sistema depende de tres procesos: Toma de muestras, Análisis e Interpretación.

Si en cualquiera de éstos procesos hay error, el resultado final no será válido, por lo cual no se admite descuidos.

La toma de muestras son enviadas al laboratorio con una etiqueta indicando horas de trabajo del aceite, el tipo de trabajo, etc.

Este sistema no es costoso y se puede determinar con gran precisión lo que pasa en el interior de un equipo, de tal manera que si los resultados están fuera de lo normal se recomienda tomar las acciones correspondientes.

Posteriormente se debe efectuar el control de calidad de la reparación mediante inspecciones y evaluaciones que se deben reportar a la administración.

2. La organización del personal

Esto es necesario para el control de ciclo de mantenimiento; la organización que se vera en base a las funciones y no a la estructura misma de los puestos (organigrama), ya que una sola persona podría realizar varias funciones.

El capataz o supervisor asigna el trabajo y para que sea eficiente debe dedicar por lo menos el 80 % de su tiempo a tareas de supervisión, encargándose de la disponibilidad de literatura, herramientas y programación de las reparaciones de emergencia.

El personal de servicio (mecánicos), son los que ejecutan el trabajo debiendo inspeccionar, evaluar y reparar la máquina registrando los tiempos empleados y haciendo el pedido de repuestos en las reparaciones de emergencia.

Otra función administrativa de mantenimiento es el control de calidad, cuya labor debe ser efectuada por personal ajeno a la reparación hecha mediante inspecciones y evaluaciones, cuyos resultados deben ser informados al supervisor.

Luego con la máquina operativa, se debe efectuar inspecciones y evaluaciones periódicas, analizando los resultados para determinar si es necesaria una reparación de emergencia o planificar.

El planeamiento de mantenimiento debe ser coordinado con el departamento de producción y para que tenga el éxito debido requiere el respaldo pleno de la gerencia. Establece los períodos para efectuar el mantenimiento, coordina con los supervisores y administración de equipos, abre las órdenes de trabajo y lleva los historiales de las máquinas.

La gerencia de equipos decide el uso mas efectivo del equipo disponible, encargándose del funcionamiento correc-

to de la organización y debe tener cualidades para dirigir.

La labor de entrenamiento es cada vez mas importante y se encarga de mantener al día al personal. También tiene a su cargo la literatura de instrucción.

Finalmente, se debe remitir la información del trabajo efectuado en la máquina, al departamento de producción, al Coordinador de mantenimiento y se debe agregar la orden de trabajo al historial de la máquina.

Ejecutar el ciclo de mantenimiento requiere de mayor labor administrativa, pero sus ventajas son numerosas:

Ahorro de mano de obra (se reduce las reparaciones imprevistas)

- Reparaciones eficientes y económicas (se reducen tiempos).
- Aumento de la disponibilidad de la máquina
- Mejores registros
- Control de costos.

3. Flujo de Documentos y Registros

Debe contener toda la información que será usada por todos los niveles de la gerencia de operaciones. La infor-

mación debe ser precisa, disponible en forma inmediata y presentada en forma entendible. Además se le deberá distribuir en forma apropiada.

Antes que la información sea archivada, se debe definir y entender su uso y distribución.

El sistema de documentos y registros consiste de la información de partida, actualización de la información y salida que ayudara a la administración del Mantenimiento.

La información de partida, usualmente son los reportes de la inspección de entrega de la máquina, la cual además debe incluir los números de serie o identificación precisa del equipo, se debe incluir el tiempo proyectado de uso diario del equipo y la severidad del ciclo de trabajo para que ayude a la programación de lubricación y mantenimiento. Recuerde que si varía la aplicación de la máquina y la severidad de su uso, se debe cambiar el período de mantenimiento.

Luego es necesario la actualización y verificación del cumplimiento de los planes de conservación programados, como inspecciones, horas de operación, lubricación y la orden de trabajo.

La información de salida ayudara a la gerencia a planificar la utilización del equipo, programar reparaciones y tomar acciones correctivas para disminuir el tiempo de parada.

Esta información puede ser de actividades (indican el cumplimiento del mantenimiento), condición de la máquina (debe estar trabajando el mayor tiempo posible), duración de los componentes, planificación de los repuestos, costos involucrados, disponibilidad de la máquina y/o rendimiento de taller.

CAPITULO IV

COSTOS EN EQUIPO PARA MOVIMIENTO DE TIERRA

EFICIENCIA DEL EQUIPO:

El objetivo en la administración de equipos, es lograr la máxima productividad al mínimo costo.

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

El factor productividad depende de dos factores:

La producción del equipo en sí como factor de diseño y aplicación específica.

- La disponibilidad esperada del equipo, como porcentaje de las horas programadas que está en función de las características técnicas del equipo, del mantenimiento que da el usuario y la atención oportuna en servicio y repuestos del distribuidor.

En el factor costo se debe considerar El costo de posesión y operación del equipo.

El mantenimiento es un factor crítico, es obtener la máxima eficiencia del equipo. Veamos como puede afectar un

aumento de costos en el mantenimiento y por consecuencia una baja productividad.

Suponiendo que la productividad de diseño (Pd) a máxima disponibilidad cae el 50%, por paralización del equipo imprevista y merma en la producción por hora debido a factores operacionales, se debe esperar que el costo de mantenimiento represente el 50% del costo de posesión y operación; en este caso no se aplica ningún sistema de mantenimiento preventivo y los costos de mantenimiento se duplican.

Entonces la eficiencia del equipo Nd baja al 33%.

$$Nd = \frac{Pd * 0.5}{Cpo * 1.5} = Nd * 0.33$$

Indudablemente el propietario de este equipo no obtendrá ingresos representativos. Mas bien y probablemente el balance sea negativo (pérdida).

Se recomienda, que para mantener los equipos con alta eficiencia se trate de lograr la máxima disponibilidad mediante un programa de mantenimiento preventivo, inspecciones periódicas, pruebas, ajustes y reparaciones "antes de

la falla" (cambio de componentes de bajo costo). Esto conllevará a la reducción de costos de operación.

El supervisor o Jefe de Equipos debe estar familiarizado con el control de costos del equipo y de como afectará el incremento de cada componente del costo de operación a los costos totales y/o potencial de utilidades que es una función directa de la eficiencia del equipo.

El otro aspecto para una máxima productividad es el equipo adecuado.

LOS EQUIPOS ADECUADOS AUMENTAN LA PRODUCTIVIDAD

La productividad de los equipos está directamente afectada por cinco factores:

- Técnicas de operación,
- Material,
- Distancia,
- Pendiente,
- Superficie de trabajo y terreno.

La combinación apropiada de los equipos a la obra y a los otros equipos, pueden rendir considerables aumentos de pro-

ducción. Cuando el trabajo se examina en conjunto, se pueden lograr algunas eficiencias considerables.

La capacidad de los operadores para acortar las distancias de trabajo o la preparación de sus zonas de trabajo para simplificar los movimientos de los equipos aumenta la producción.

La mejor forma de administrar los otros factores es adaptando los equipos apropiados a la obra.

El tipo de material es importante

Al estimar los niveles de productividad, debe tener en cuenta que es más fácil manejar la tierra suelta que materiales con roca de voladura. Por lo tanto el material con que está trabajando ejerce una gran influencia en la productividad del equipo.

La distancia es fundamental: ¿es un trabajo para topadora, cargador, trailla o camión?

Se puede conseguir aumentos grandes de productividad, adaptando los equipos a la distancia que hay que transportar el material.

Los tractores de cadenas son máquinas para movimiento de tierra de gran producción. Pueden mover montañas de material de forma rápida y económica. Si embargo, la producción de esta máquina depende mucho de la distancia. Las ventajas económicas del empuje de tierras disminuyen rápidamente al aumentar la distancia.

Por ejemplo: un tractor Cat D11N con hoja U (en ciertas condiciones), puede empujar 2400 metros cúbicos de material suelto por hora a una distancia de 22 metros. Sin embargo, la misma máquina puede empujar 500 metros cúbicos de material suelto a una distancia de 140 metros. Reduciendo en 20 metros la distancia de empuje (a 120 metros), se aumentaría la producción en 100 metros cúbicos de material suelto por hora.

Una de las ventajas que tienen los tractores de cadena sobre los cargadores de rueda, es su capacidad de operar en todo tipo de terreno. Sin embargo, si la distancia es demasiado grande, el costo por metro cúbico en banco aumenta vertiginosamente.

En las distancias cortas a medias son mejores los tractores que los cargadores.

Los cargadores de ruedas, están diseñados para operaciones de carga y acarreo a mayores distancias que los tractores y en terrenos en buenas condiciones. Ofrecen mayor eficiencia donde disminuye la productividad del tractor.

Los cargadores de ruedas, en las operaciones de carga y acarreo ofrecen buena productividad cuando el material permite la carga completa del cucharón y las condiciones del terreno son buenas. Se adaptan bien en operaciones donde el material se debe acarrear un máximo de 270 metros.

Cuando aumenta más la distancia de acarreo, los cargadores de ruedas combinados con camiones de obras, constituyen el sistema más eficaz en función de costo. Pero si las condiciones del terreno son malas, los cargadores de cadenas o las excavadoras hidráulicas junto con camiones articulados pueden ofrecer la mejor combinación.

Los cargadores de cadenas, se adaptan a los terrenos donde las malas condiciones impiden que los cargadores de rueda trabajen de manera económica.

Traíllas- Considere el sistema de empuje y arrastre

Al aumentar las distancias a más de 0.5 km, las traíllas y los camiones articulados combinados con los cargadores

proporcionan el nivel de producción mas eficaz en función de costos. Estas combinaciones rinden un costo económico por tonelada hasta una distancia de 2 km.

Cuando las condiciones de obra son adecuadas, las traíllas en tándem pueden aumentar la productividad. Por ejemplo cuando se utilizan juntas dos traíllas 657 en un sistema de empuje y arrastre, se observara un efecto multiplicador. Las dos máquinas pueden hacer mas trabajos juntas que el que pueden hacer por separado. Trabajan de la siguiente forma: al cargarse la traílla delantera, la traílla trasera vacía ayuda empujando la unidad delantera. Luego, la traílla delantera cargada ayuda a cargar la traílla posterior recargándola con la cuchilla en el suelo, valiéndose de un dispositivo de gancho.

Producción en distancia largas

Para las distancias superiores a dos km, los camiones de obras son su mejor opción. Cuando se combinan adecuadamente con un cargador de ruedas o una excavadora hidráulica, pueden mover económicamente el material a una distancia superior a 4 km. La conclusión es clara: se debe usar el sistema de movimiento de tierras indicado en su zona de aplicación económica.

1 COSTOS EN EQUIPOS: POSESION Y OPERACION

Ya sea que el análisis se oriente a la adquisición de un equipo nuevo o a establecer costos en equipos ya existentes, el punto de partida es calcular el costo de posesión y el costo de operación del equipo en cuestión.

a. Costo de posesión

El costo de posesión puede representar entre el 15 y 20% de gastos totales de equipo en su vida útil y es necesario recuperarlo para poder reemplazarlo al término de su vida. El precio inicial es sólo un factor del costo de posesión veamos:

COSTO DE POSESION NETO=

(+) flujo de efectivo

(-) escudo tributario

(-) valor de recuperación o reventa.

El flujo de efectivo, lo constituyen todos los desembolsos realizados para tener derecho al uso del equipo.

+ cuota inicial

+ saldo por pagar

FLUJO EFECTIVO= + interés del financiamiento

+ pagos por seguros

+ impuestos

El escudo tributario, es una figura contable pero es real y su efecto es disminuir el costo de posesión. "El hecho de realizar la inversión en el equipo determina gastos en el flujo de caja (depreciación, intereses, seguros e impuestos); también gastos de operación que disminuyen el monto antes de impuestos en proporción a la tasa aplicable del impuesto a la renta".

El valor neto de reventa, se debe considerar porque genera un ingreso a pesar que el valor en libros puede ser "cero".

También es necesario considerarlo, cuando se establece un período de análisis (años) igual para dos equipos con potencial de vida diferentes.

Un punto importante en el cálculo del costo de posesión es establecer el período de depreciación o vida útil del equipo en horas el cual debe ser lo más cercano a nuestra realidad.

Tomando como base el Caterpillar Performance Handbook observamos que los períodos de vida útil esperada dependen de la aplicación del equipo:

Liviana

Moderada

Severa.

	ZONA A	ZONA B	ZONA C
TRACTOR DE ORUGAS D3-D7 D8-D11	<ul style="list-style-type: none"> - Empuje de tra- - Faenas agricolas con implementos en la barra de tiro. - Apilamiento de materiales ligeros. - Operacion sin impacto. - Operacion intermitente a plena aceleracion. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo de empuje con la hoja topadora trabajo moderado con desgarrador condiciones de impacto medio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desgarramiento pesados en suelos rocosos. - Empuje de rocas condiciones alto impacto y continua
	12,000 22,000	10,000 18,000	8,000 15,000
CARGADO RES DE RUEDA 910-966 980-992 4400 4500 L120 B	<ul style="list-style-type: none"> - Carga intermitente de camiones con material apilado trabajo en suelo firme y parejo. Materiales de baja densidad. - Carga y acarreo a distancias cortas y pendientes favorables 	<ul style="list-style-type: none"> - Carga continua de camiones con material apilado materiales de densidad media carga y acarreo a distancias medias y pendientes desfavorables suaves. - Excavacion en banco de materiales ligeros y facil de cortar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Carga de poca voladura. Materiales densos. - Carga de bancos compactos. - Distancias de acarreo largas y suelos dificiles, pendientes desfavorables.
	12,000 15,000 60,000	10,000 12,000 50,000	8,000 10,000 40,000
MOTO- NIVELA- DORA	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajos ligeros de conservacion de caminos. Nivelacion de acabado de mezcla. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conservacion de caminos, zanjas, esparcir, conformado, nivelacion. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conservacion de caminos duros y con piedras esparcimiento de relleno, pesado uso de desgarrador o escarificador carga continua, carga de impacto.
	20,000	15,000	12,000

Se muestra a continuación,este cuadro para tractores de Oruga,Cargadores de ruedas y motoniveladoras.

El periodo de "vida" indicado,corresponden al momento, donde es necesario someter al equipo a una reparación general (motor,transmisión,sistema hidráulico,tren de rodamiento,etc.Para darle una nueva vida de uso.Es en este momento donde debe decidirse si se repara o se reemplazara por un equipo nuevo.En nuestra realidad la utilización de equipos llega en promedio a 2 o 3 veces este período.

En el análisis del costo de operación,se aplicará el factor de duración prolongada a los costos de reserva para reparaciones si este fuera el caso.

2. Costo de operación

Los factores a considerar en el costo de operación son los siguientes:

- a.-Combustible,
- b.-Lubricantes,filtros y grasa,
- c.-Neumáticos o tren de rodaje,
- d.-Reserva para reparaciones,
- e.-Elementos especiales de desgastes,
- f.-Salario del operador.

a.-Combustible.- el consumo de combustible por hora, depende fundamentalmente de la potencia media o factor de carga definido por la aplicación del equipo (zona A,B,o C o aplicación liviana,moderada o severa).

El mejor dato es el práctico,sin embargo si no se tiene o no se posee las estimaciones del fabricante, podemos usar los siguientes factores de consumo (en galones/HP-Hr)

Zona A	0.025 - 0.030
Zona B	0.035 - 0.040
Zona C	0.045 - 0.040

Por ejemplo:

Si una máquina opera en condiciones moderadas (zona B),tiene 170 HP de potencia neta al volante,el consumo estimado estará entre:

$$170 * 0.035 = 5.95 \text{ galones/hora} \quad \text{y}$$
$$170 * 0.040 = 6.80 \text{ galones/hora}$$

Para el cálculo del costo/hora debemos considerar el precio del galón de petróleo (D2) puesto en obra.

$$\text{\$ Hr} = \text{\$/galón} * \text{galón/hora}$$

MODELO :

**ANALISIS ESTIMADO
DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO**

SERIE :

ACEITE LUBRICANTE	INTERVALO SERVICIO HRS.	CAP. GAL.	CAMBIOS EN HORAS.	VOLUMEN TOTAL GAL.	PRECIO POR GLN. \$	TIPO LUBRICANTE API/SAE	COSTO TOTAL \$
.....
.....
.....
.....

COSTO TOTAL EN ACEITES \$ _____

FILTROS	INTERVALO SERVICIO HRS.	NUMERO DE FILTROS CAMBIO	NUMERO DE CAMBIOS EN HRS	FILTROS UTILIZADOS	PRECIO POR UNIDAD	# PARTE	COSTO TOTAL FILTROS \$
.....
.....
.....
.....
.....
.....

COSTO TOTAL EN FILTROS \$ _____

RASE CADA 10 50 100 250 500 1000 2000
 ERO DE PUNTOS _____

GRASA ESTIMADA POR PUNTO : 0.11 LIBRAS)

TOTAL DE PUNTOS A ENGRASAR PUNTOS
 GRASA REQUERIDA LIBRAS
 PRECIO DE GRASA \$/LIB.

COSTO TOTAL EN GRASA \$ _____

COSTO TOTAL ESTIMADO DE MANT. PARA _____ HRS.	\$ _____
COSTO HORARIO ESTIMADO	\$ _____

b.-Lubricantes, filtros y grasas.-Un método exacto de cálculo se logrará, si utilizamos el formato adjunto para el cálculo de lubricantes, filtros y grasas con ayuda del manual de mantenimiento. Sin embargo para cálculo rápido podemos estimar el costo de lubricantes, filtros y grasas entre un 15 a 20% del costo de combustible (para nuestro medio).

c.-Neumáticos o tren de rodaje

Neumático:

Para calcular el costo por hora de los neumáticos se necesita averiguar el precio "correspondiente" a la medida y clasificación del neumático; también debemos estimar el período de vida esperada en horas del "juego" de neumáticos.

Vida útil del neumático

Los neumáticos se desechan en función al desgaste de la banda de rodadura o a cortes que hacen imposible su reparación. Con estas premisas existen 3 patrones de desgaste o zonas de aplicación.

Zona A: los neumáticos se desgastan mas allá de la banda de rodadura exclusivamente por abrasión no existen cortes.

Zona B: el neumático se desgaste por abrasión pero también se desechan por cortes o rajaduras que hacen imposible su reparación.

Zona C: los neumáticos se desgastan o desechan exclusivamente por cortes o voladura sin que la banda se haya desgastado por abrasión.

La siguiente tabla, nos da una idea de la vida de los neumáticos en función a la forma como se desgastan o desechan.

	CARGADORES	MOTONIVELADORAS	CAMIONES
ZONA A	3000 - 6000	6000 - 10000	4000 - 6000
ZONA B	1000 - 3000	3000 - 6000	2000 - 4000
ZONA C	500 - 1000	2000 - 3000	1000 - 2000

Para el cálculo del costo/hora de neumáticos debemos incluir el juego que viene con equipo.

$$\text{costo} = \frac{\text{precio juego}}{\text{horas estimadas vida de juego}} - \frac{\text{precio juego}}{\text{horas estimadas vida equipo}}$$

Para una "estimación" rápida de costos, podemos asumir el costo de neumáticos igual a una vez al costo

de lubricantes, filtros y grasas para aplicación Zona A, una vez y media para la zona B, y dos veces zona C.

Tren de rodaje:

En máquinas de carriles (orugas), el tren de rodaje puede significar el 30% del valor del equipo nuevo y sus costos de mantenimiento llegar a igualar al precio del mismo, en función a las condiciones del trabajo del mismo (abrasión impacto), al Mantenimiento forma de operar.

El libro de rendimiento de Caterpillar nos da un factor básico del tren de rodaje.

MODELO	FACTOR BASICO
D10N	12,00
D9N	9,50
D8N	8,50
D7	8,00
D6	6,20
D5	5,00
D4	3,70
D3	2,50

El factor básico, es un factor promedio en \$/Hr que considera un 30% de mano de obra a 35\$/Hr y 70% de repuestos a precios CONSUMER (USA)

El primer paso para calcular el costo, es traer a valores de nuestra realidad tanto repuestos como mano de obra. Si consideramos que los repuestos considerando pagos de derechos, impuestos, almacenaje, margen, etc tienen un factor de "1.5" aplicado al "consumer USA" y la mano de obra especializada es de 10\$/Hr; entonces el factor de corrección fc al factor básico es

$$(0.7 * 1.5 + 10 * 0.3) = 1.135$$

35

Como ejemplo : el factor básico corregido para D6 será $6.2 * 1.135 = 7.04$ \$/Hr

También CAT nos da la siguiente tabla de "MULTIPLICADORES DE CONDICIONES"

	IMPACTO	ABRASION	Z
ALTO	0,30	0,40	1,00
MODERADO	0,20	0,20	0,50
BAJO	0,10	0,10	0,20

Las condiciones de impacto se definen:

Alto :Superficies duras o impenetrables con protuberancias (piedras) de 6" o mas.

Moderado :superficie parcialmente penetrable con protuberancias (piedras) de 3" a 6"

Bajo :superficie totalmente penetrable (proporciona soporte a las planchas de las zapatas) y pocas o ninguna portuberancia.

Las condiciones de **abrasion** se definen:

Altas:Suelos muy húmedos que contengan gran cantidad de arena o partículas de rocas duras.

Moderada:Suelos ligeramente mojados o intermitente, que tengan baja proporción de partículas duras.

Baja:Suelo seco, con baja proporción de roca o partículas duras.

El factor Z :representa el efecto combinado de condiciones naturales y terreno (30%), operación (20%) y practica de mantenimiento (50%).

Por ejemplo, trabajo en condiciones con material corrosivo; operador deficiente y poco o nada de mantenimiento, nos da un factor $Z=1$ (alto).

¿Cómo afectan los factores multiplicados al costo?
Afectan el costo/hr (factor básico)

Por ejemplo: en el caso de un D6 con factor básico corregido a 7.04 \$/Hr.

Caso 1 :	Bajo impacto	0.1
	Bajo abrasión	0.1
	Z bajo	<u>0.2</u>
		0.4

Costo/Hr = Factor Básico corregido * 0.4 =
Costo/Hr = 7.04 * 0.4 = 2.8 \$/Hr

Caso 2 :	Alta abrasión	0.4
	Alto impacto	0.3
	Z medio	<u>0.5</u>
		1.2

Costo/Hr = 7.04 * 1.2 = 8.45 \$/Hr.

Se aprecia como la condición de operación pueden "elevar" considerablemente el costo.

Como regla para cálculo rápido, estimar condiciones medias y el costo será aproximadamente igual al costo/hr de combustible.

d.-Reserva para reparaciones

Si bien es cierto, los costos de reparación son bajos cuando el equipo está nuevo y van aumentando conforme se utiliza; las tablas proporcionados por Caterpillar en el libro de rendimiento, son promedios dependiendo de la zona de aplicación del equipo (A, B o C) definida es el punto correspondiente a costo de posesión. Estos factores en \$/Hr de "reserva" para reparaciones incluyen 70% de repuestos y 30% mano de obra. Debemos también en este caso aplicar un factor de "nacionalización" entre 1.15 a 1.20

Para condiciones "medias" (zona B) podemos utilizar los siguientes factores:

TRACTOR

MODELO	FACTOR PERFORMANCE	FACTOR CORREGIDO
D4	4,00	4,80
D5	5,00	6,00
D6	5,50	6,60
D7	6,00	7,20
D8	7,00	8,40
D9	9,55	11,40
D10	11,00	13,20

MOTONIVELADORAS

MODELO	FACTOR BASICO	FACTOR CORREGIDO
120G	4,00	4,80
130G	4,50	5,40
140G	5,00	6,00
12G	4,50	5,40
14G	6,50	5,80
16G	8,00	9,60

CARGADORES DE RUEDAS

MODELO	FACTOR	FACTOR
	BASICO	CORREGIDO
910	2,75	3,30
916	3,25	3,90
930	3,25	3,90
926	3,75	4,50
936	4,25	5,10
966C	4,50	5,40
950F	5,00	6,00
966B	5,75	6,90
980F	6,25	7,50
988B	9,25	11,10
992	14,25	17,10

El factor básico corregido, se aplica cuando el período de análisis es de 10,000 Hrs, en caso la máquina se utilice mas horas se aplicará un factor multiplicador.

	FACTOR
15,000 horas	1.1
20,000 horas	1.3

e.-Elementos especiales de desgaste.

Los elementos especiales de desgaste, son los conocidos como "herramientas de corte" y forman parte del implemento (BULLDOZER, CUCHARON, DESCARGADOR, ESCARIFICADOR, HOJA NIVELADORA, etc).

TRACTOR DE ORUGA:

Cuchillas, cantoneras, puntas desgarrador.

CARGADORES:

Cuchillas, dientes, guarda esquinas, planchas de desgaste.

TRITURADORAS GIRATORIAS

Manto superior y manto inferior.

TRANSPORTADORES

Fajas transportadoras.

El costo/hr por elementos es muy variable y depende de la aplicación y condiciones de trabajo y el cálculo Zj específico

$$\frac{\text{COSTO DE LAS CUCHILLAS (\$)}}{\text{DURACION EN HORAS}} = \$/hr \quad (1)$$

$$\frac{\text{COSTO PUNTAS}}{\text{DURACION EN HORAS}} = \$/hr \quad (2)$$

$$\text{TOTAL} = (1) + (2)$$

f.-Salario del operador

El salario por hora del operador, debe incluir todos los pagos que el empleador realiza (seguro, pensiones, etc). Es importante mencionar que el operador de equipo es un factor vital para que la productividad y costos sean óptimos.

El operador debe estar calificado no sólo en técnicas de operación; también debe realizar las inspecciones diarias del equipo y estar atento a problemas para informar al supervisor.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego del estudio realizado, sobre el tema "Estructuración de Costos de Operación en una Planta de Trituración de Piedra", se pueden tomar las siguientes conclusiones y recomendaciones:

CONCLUSIONES

- El proceso de producción para la obtención de piedra de media, es del tipo continuo.

Los equipos están ordenados, tomando en consideración el producto.

- La actual disposición de planta, obliga a los operadores de los cargadores frontales realizar maniobras que pueden ocasionar daños en los equipos.
- El proceso de producción para la obtención de piedra de media, requiere de un sistema de mantenimiento que garantice que los equipos se encuentren en perfecto estado.

Los operadores de los equipos de movimiento de tierra juegan un rol importante para la productividad de los equipos.

El objetivo en la Administración de equipos, es lograr la máxima productividad al menor costo.

- El periodo de vida indicado para un equipo, corresponde al momento donde es necesario someter al equipo a una reparación general, para darle una nueva vida de uso.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda, realizar un estudio para una nueva disposición de planta de tal manera que permita realizar un proceso de producción en forma cerrada, y a la vez aumentar la productividad de la chancadora Telsmith.
- Realizar periódicamente, un acercamiento de la planta al material del cerro, con la finalidad de disminuir el tiempo de acarreo de material.
- Realizar limpieza periodica con la finalidad de garantizar inspecciones mas eficientes.
- Se recomienda, utilizar lubricantes y grasas de calidad.
- Se recomienda, realizar muestreos atómicos de los lubricantes, cuyos resultados dará criterios para la determinación del momento oportuno, para la reparación del equipo.

ANEXOS

1. Costos de los equipos

a. Grupo electrógeno Volvo Penta	65
b. Cargador Frontal Volvo BM L120	68
c. Equipo de chancado Telsmith	71
d. Tractor D6D Caterpillar	74

2. Distribución de planta, diagrama de operaciones (DOP), diagrama de actividades (DAP) y diagrama de interrelación

a. Distribución de planta	77
b. DOP actual para la obtención de piedra de 1/2".	78
c. DAP actual del material de cerro	80
d. DAP del tractor de orugas Caterpillar D6D	82
e. DAP del cargador frontal 1 Volvo BM L120.	83
f. DAP actual del obrero.	84
g. DAP de la zaranda Telsmith.	85
h. DAP de la chancadora.	86
i. DAP del cargador frontal 2 Volvo BM L120.	87
j. Diagrama de interrelación actual entre cargador frontal 1 - Volvo BM L120 - Zaranda Telsmith - Chancadora Telsmith, para la producción de 11.20 metros cúbicos de piedra de media pulgada.	88

A. COSTO DE LOS EQUIPOS

ANEXO: 1-a

EQUIPO: GRUPO ELECTROGENO VOLVO PENTA

TRANSACCION BASICA

VALOR VENTA	\$ 33,000.00
PAGO INICIAL	\$ 33,000.00
MAQUINA A CAMBIO	\$ 0.00
TOTAL INICIAL	\$ 33,000.00
SALDO POR PAGAR	\$ 0.00
PERIODO DE POSESION	5
HORAS PROGRAMADAS/ANUAL	3,000.00
REVENTA/PRECIO(%)	30%
VALOR DE REVENTA	\$ 9,900.00
PRD.FINANCIAMIENTO (meses)	0
INTERES SIMPLE (%)	0
INTERES GLOBAL	0
INCENTIVO FISCAL (%)	0
DEPRECIACION (%)	100%
VALOR EN LIBROS (%)	0%
TASA DE SEGURO (%)	1%
TASA PRO.IMP.RENTA (%)	30%

FLUJO TOTAL DE EFECTIVO

Pago inicial	\$ 33,000.00
Saldo por Pagar	\$ 0.00
Intereses	\$ 0.00
Seguro	\$ 1,188.00
Flujo Total de Efectivo	\$ 34,188.00

ESCUDO TRIBUTARIO

Depreciacion	\$ 9,900.00
Intereses	\$ 0.00
Seguro	\$ 356.40
Incentivo Fiscal	\$ 0.00
Escudo Trib.Total	\$ 10,256.40

INGRESO POR REVENTA
DESPUES DE IMPUESTOS

Valor de Reventa	\$ 9,900.00
Valor en Libros	\$ 0.00
Ingreso Adicional	\$ 0.00
Menos impuestos	\$ <u>2,970.00</u>
Utilidad de Reventa	\$ 6,930.00

COSTO POSESION TOTAL
DESPUES DE IMPUESTOS

Flujo Total de Efectivo	\$ 34,188.00
EscudoTributario	-10,256.40
Ingreso por reventa	- <u>6,930.00</u>
Costo Total despues Imp	\$ 17,001.60

COSTO HORARIO DE OPERAC.

Consumo Combustible Gal/Hora	5
Precio por galon	1.18
COSTO COMBUSTIBLE/HR	\$ 5.90

LUBRICANTES ,GRASA ,FILTROS \$ 0.60

Factor Basico Tren de Rodaje	0.00
Factor "I"	0.00
Factor "A"	0.00
Factor "Z"	0.00
COSTO TREN RODAJE	\$ 0.00

Neumaticos	
Vida estimada (Hrs)	0.00
Costo Reemplazo	0.00
COSTO NEUMATICOS	\$ 0.00

Factor Basico Reparacion
Multipl.Vida Prolongada
RESERVA PARA REPARACIONES \$ 1.00

HERRAMIENTAS DE CORTE \$ 0.00

SALARIO DEL OPERADOR \$ 0.00

COSTO TOTAL OPERACION/HR \$ 7.50

**RESUMEN COSTO TOTAL
DE OPERACION**

Horas Programadas-anual	3,000.00
Disponibilidad	80%
Horas Operacion-anual	2,400.00
Costo Operacion/Hora	\$ 7.50
Costo Operacion-anual	\$ 8,000.00
Periodo Posesion	5

COSTO TOTAL OPERACION \$ 90,000.00

Por consiguiente:

COSTO DE POSESION SIN CONSIDERAR BENEFICIOS TRIBUTARIOS	\$ 27,258.00
COSTO DE OPERACION	\$ <u>90,000.00</u>
COSTO TOTAL	\$ 117,258.00
 COSTO TOTAL HORARIO	 \$ 9.78

EQUIPO: CARGADOR FRONTAL BM L120TRANSACCION BASICA

VALOR VENTA	\$	179,129.41
PAGO INICIAL	\$	101,999.41
MAQUINA A CAMBIO	\$	0.00
TOTAL INICIAL	\$	101,999.41
SALDO POR PAGAR	\$	77,130.00
PERIODO DE POSESION		5
HORAS PROGRAMADAS/ANUAL		3,000
REVENTA/PRECIO(%)		30%
VALOR DE REVENTA	\$	54,593.59
PRD.FINANCIAMIENTO (meses)		1
INTERES SIMPLE (%)		3.69%
INTERES GLOBAL		0
INCENTIVO FISCAL (%)		0
DEPRECIACION (%)		100%
VALOR EN LIBROS (%)		0%
TASA DE SEGURO (%)		1%
TASA PRO.IMP.RENTA (%)		30%

FLUJO TOTAL DE EFECTIVO

Pago inicial	\$	101,999.41
Saldo por Pagar	\$	77,130.00
Intereses	\$	2,849.54
Seguro	\$	<u>6,465.75</u>
Flujo Total de Efectivo	\$	188,447.00

ESCUDO TRIBUTARIO

Depreciacion	\$	53,738.82
Intereses	\$	854.86
Seguro	\$	1,939.73
Incentivo Fiscal	\$	<u>0.00</u>
Escudo Trib.Total	\$	56,533.41

INGRESO POR REVENTA
DESPUES DE IMPUESTOS

Valor de Reventa	\$ 54,593.59
Valor en Libros	0.00
Ingreso Adicional	\$ 54,593.59
Menos impuestos	<u>\$ 16,378.08</u>
Utilidad de Reventa	\$ 38,215.51

COSTO POSESION TOTAL
DESPUES DE IMPUESTOS

Flujo Total de Efectivo	\$ 188,447.00
Escudo Tributario	- 56,523.41
Ingreso por reventa	- <u>38,215.51</u>
Costo Total despues Imp	\$ 93,708.78

COSTO HORARIO DE OPERAC.

Consumo Combustible Gal/Hora	5.14
Precio por galon	\$ 1.27
COSTO COMBUSTIBLE/HR	\$ 6.52

LUBRICANTES ,GRASA ,FILTROS \$ 1.30

Factor Basico Tren de Rodaje	0.00
Factor "I"	0.00
Factor "A"	0.00
Factor "Z"	0.00
COSTO TREN RODAJE	\$ 0.00

Neumaticos	
Vida estimada (Hrs)	5000
Costo Reemplazo	\$ 8,000.00
COSTO NEUMATICOS	\$ 0.96

Factor Basico Reparacion	5.91
Multipl.Vida Prolongada	1.00
RESERVA PARA REPARACIONES	\$ 5.91

HERRAMIENTAS DE CORTE \$ 1.00

SALARIO DEL OPERADOR \$ 1.00

COSTO TOTAL OPERACION/HR \$ 16.69

**RESUMEN COSTO TOTAL
DE OPERACION**

Horas Programadas-anual	\$ 3,000
Disponibilidad	80%
Horas Operacion-anual	\$ 2,400
Costo Operacion/Hora	\$ 16.69
Costo Operacion-anual	\$ 40,056.00
Periodo Posesion	5

COSTO TOTAL OPERACION \$ 200,280.00

Por consiguiente:

COSTO DE POSESION SIN CONSIDERAR BENEFICIOS TRIBUTARIOS	\$ 150,231.49
COSTO DE OPERACION	\$ <u>200,280.00</u>
COSTO TOTAL	\$ 350,511.49
 COSTO TOTAL HORARIO	 \$ 29.20

EQUIPO: EQUIPO DE CHANCADO TELSMITHTRANSACCION BASICA

VALOR VENTA	\$ 498,565.61
PAGO INICIAL	\$ 256,376.37
MAQUINA A CAMBIO	0.00
TOTAL INICIAL	\$ 256,376.37
SALDO POR PAGAR	\$ 242,189.24
PERIODO DE POSESION	5
HORAS PROGRAMADAS /ANUAL	3,000
REVENTA/PRECIO (%)	30%
VALOR DE REVENTA	\$ 149,569.68
PRD.FINANCIAMIENTO (meses)	24
INTERES SIMPLE (%)	0
INTERES GLOBAL	11.41%
INCENTIVO FISCAL (%)	0
DEPRECIACION (%)	100%
VALOR EN LIBROS (%)	0%
TASA DE SEGURO (%)	1%
TASA PRO.IMP.RENTA (%)	30%

FLUJO TOTAL DE EFECTIVO

Pago inicial	\$ 256,376.37
Saldo por Pagar	\$ 242,189.24
Intereses	\$ 27,624.46
Seguro	\$ <u>17,948.37</u>
Flujo Total de Efectivo	\$ 544,138.44

ESCUDO TRIBUTARIO

Depreciacion	\$ 149,569.68
Intereses	\$ 8,287.34
Seguro	\$ 5,384.51
Incentivo Fiscal	\$ <u>0.00</u>
Escudo Tributario Total	\$ 163,241.53

INGRESO POR REVENTA
DESPUES DE IMPUESTOS

Valor de reventa	\$ 149,569.68
Valor en libros	\$ 0.00
Ingreso Adicional	\$ 149,569.68
Menos impuestos	<u>\$ 44,870.90</u>
Utilidad de Reventa	\$ 104,698.78

COSTO POSESION TOTAL
DESPUES DE IMPUESTOS

Flujo Total de efectivo	\$ 544,138.44
Escudo Tributario	-163,241.53
Ingreso por reventa	<u>-104,698.78</u>
Costo Total despues de Impuestos	\$ 276,198.13

COSTO HORARIO DE OPERACION

Consumo Combustible Gal/Hora	0.00
Precio por galón	\$ 0.00
COSTO COMBUSTIBLE/HR	\$ 0.00

LUBRICANTES ,GRASA ,FILTROS

\$ 1.00

Factor Basico Tren de Rodaje	0.00
Factor "I"	0.00
Factor "A"	0.00
Factor "Z"	0.00

COSTO TREN RODAJE

\$ 0.00

Neumaticos	
Vida estimada (Hrs)	0.00
Costo Reemplazo	\$ 0.00
COSTO NEUMATICOS	\$ 0.00

Factor Basico Reparacion	8.76
Multipl.Vida Prolongada	1.00
RESERVA PARA REPARACIONES	\$ 8.76

HERRAMIENTAS DE CORTE

\$ 0.00

SALARIO DEL OPERADOR

\$ 1.00

COSTO TOTAL OPERACION/HR

\$ 10.76

**RESUMEN COSTO TOTAL
DE OPERACION**

Horas Programadas-anual	3,000
Disponibilidad	80%
Horas Operacion-anual	2,400
Costo Operacion/Hora	\$ 10.76
Costo Operacion-anual	\$ 24,824.00
Periodo Posesion	5

COSTO TOTAL OPERACION \$ 129,120.00

COSTO DE POSESION
SIN CONSIDERAR

BENEFICIOS TRIBUTARIOS	\$ 439,440.00
COSTO DE OPERACION	\$ <u>129,120.00</u>
COSTO TOTAL	\$ 568,560.00

COSTO TOTAL HORARIO \$ 47.38

EQUIPO: TRACTOR D6D CATERPILLAR**TRANSACCION BASICA**

VALOR VENTA	\$ 80,000.00
PAGO INICIAL	\$ 21,000.00
MAQUINA A CAMBIO	\$ 0.00
TOTAL INICIAL	\$ 21,000.00
SALDO POR PAGAR	\$ 59,000.00
PERIODO DE POSESION	5
HORAS PROGRAMADAS/ANUAL	3,000
REVENTA/PRECIO(%)	30%
VALOR DE REVENTA	\$ 24,000.00
PRD.FINANCIAMIENTO (meses)	12
INTERES SIMPLE (%)	15%
INTERES GLOBAL	8.30%
INCENTIVO FISCAL (%)	0
DEPRECIACION (%)	100%
VALOR EN LIBROS (%)	0%
TASA DE SEGURO (%)	1%
TASA PRO.IMP.RENTA (%)	30%

FLUJO TOTAL DE EFECTIVO

Pago inicial	\$ 21,000.00
Saldo por Pagar	\$ 59,000.00
Intereses	\$ 4,903.00
Seguro	\$ 2,880.00
Flujo Total de Efectivo	\$ 87,783.00

ESCUDO TRIBUTARIO

Depreciacion	\$ 24,000.00
Intereses	\$ 1,470.90
Seguro	\$ 864.00
Incentivo Fiscal	\$ 0.00
Escudo Trib.Total	\$ 26,334.90

INGRESO POR REVENTA
DESPUES DE IMPUESTOS

Valor de Reventa	\$ 24,000.00
Valor en Libros	\$ 0.00
Ingreso Adicional	\$ 24,000.00
Menos impuestos	\$ <u>7,200.00</u>
Utilidad de Reventa	\$ 16,800.00

COSTO POSESION TOTAL
DESPUES DE IMPUESTOS

Flujo Total de Efectivo	\$ 87,783.00
Escudo Tributario	-26,334.90
Ingreso por reventa	<u>-16,800.00</u>
Costo Total despues Impuestos	\$ 44,648.10

COSTO HORARIO DE OPERAC.

Consumo Combustible Gal/Hora	6.20
Precio por galon	\$ 0.50
COSTO COMBUSTIBLE/HR	\$ 3.10
LUBRICANTES ,GRASA ,FILTROS	\$ 1.30
Factor Basico Tren de Rodaje	7.25
Factor "I"	0.30
Factor "A"	0.40
Factor "Z"	0.50
COSTO TREN RODAJE	\$ 8.69
Neumaticos	
Vida estimada (Hrs)	0.00
Costo Reemplazo	0.00
COSTO NEUMATICOS	\$ 0.00
Factor Basico Reparacion	5.91
Multipl.Vida Prolongada	1.00
RESERVA PARA REPARACIONES	\$ 5.91
HERRAMIENTAS DE CORTE	\$ 1.00
SALARIO DEL OPERADOR	\$ 1.00
COSTO TOTAL OPERACION/HR	\$ 21.00

**RESUMEN COSTO TOTAL
DE OPERACION**

Horas Programadas-anual	3,000
Disponibilidad	80%
Horas Operacion-anual	2,400
Costo Operacion/Hora	\$ 21.00
Costo Operacion-anual	\$ 50,400.00
Periodo Posesion	5

COSTO TOTAL OPERACION \$ 252,000.00

COSTO DE POSESION

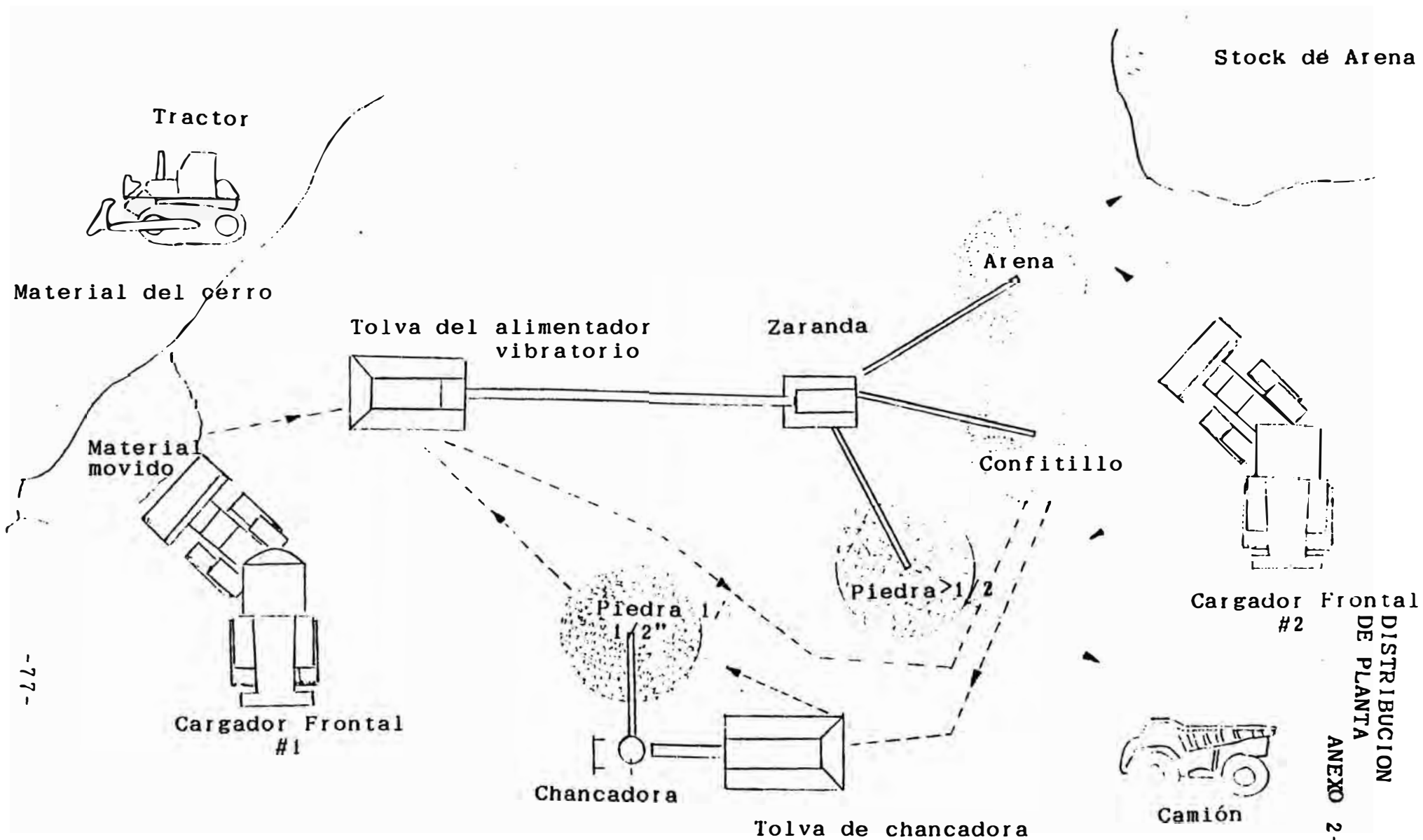
SIN CONSIDERAR

BENEFICIOS TRIBUTARIOS \$ 70,983.00

COSTO DE OPERACION \$ 252,000.00

COSTO TOTAL \$ 322,983.00

COSTO TOTAL HORARIO \$ 26.92

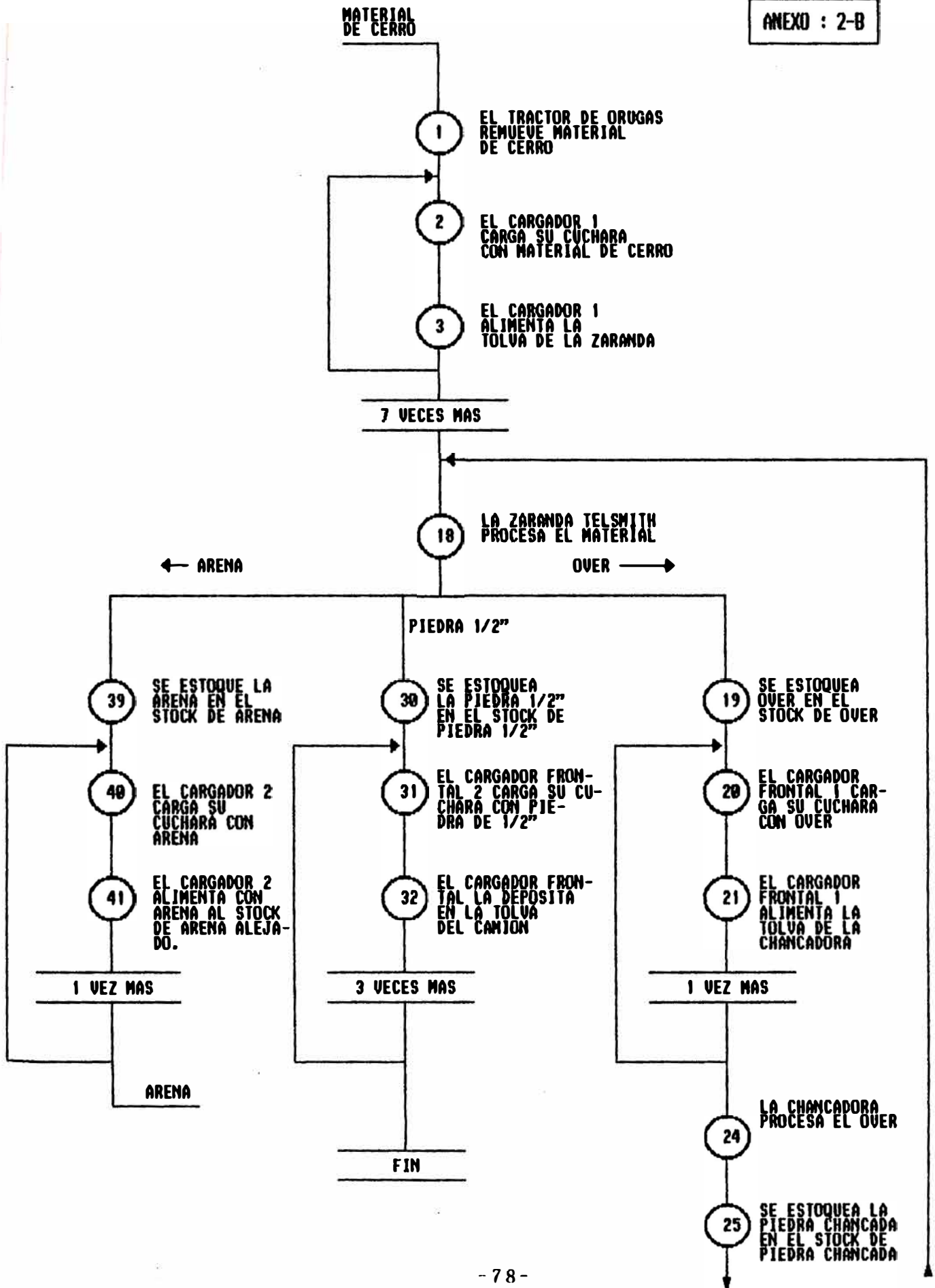


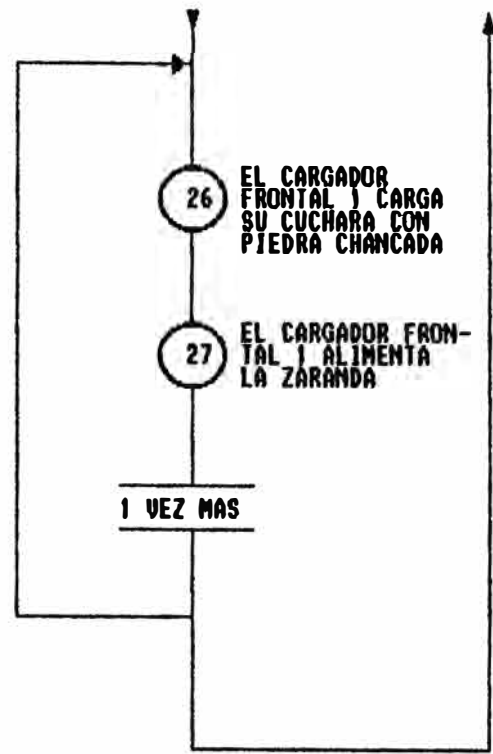
-77-

DISTRIBUCION
DE PLANTA
ANEXO 2-A

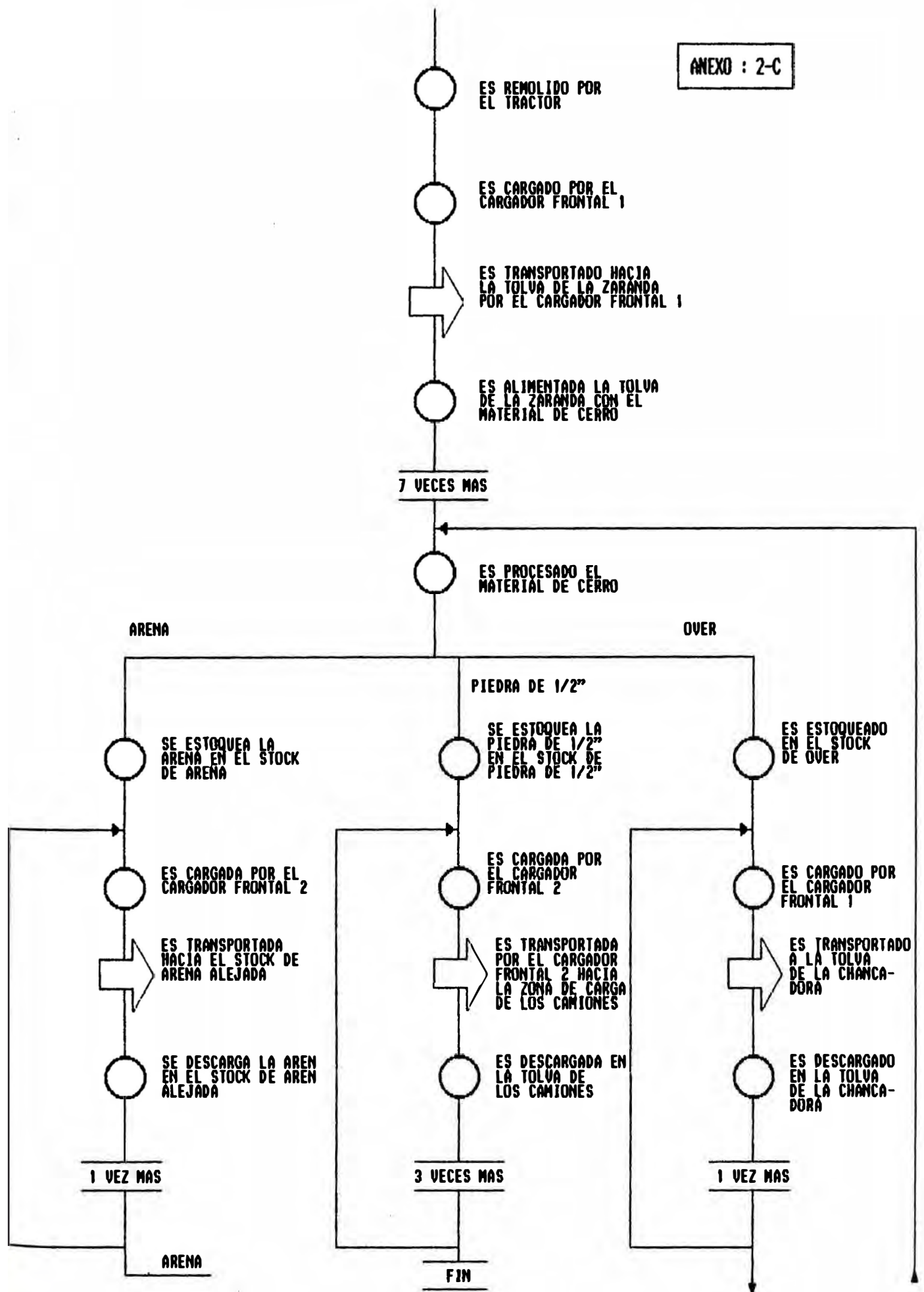
DOP ACTUAL PARA LA OBTENCION DE PIEDRA DE 1/2"

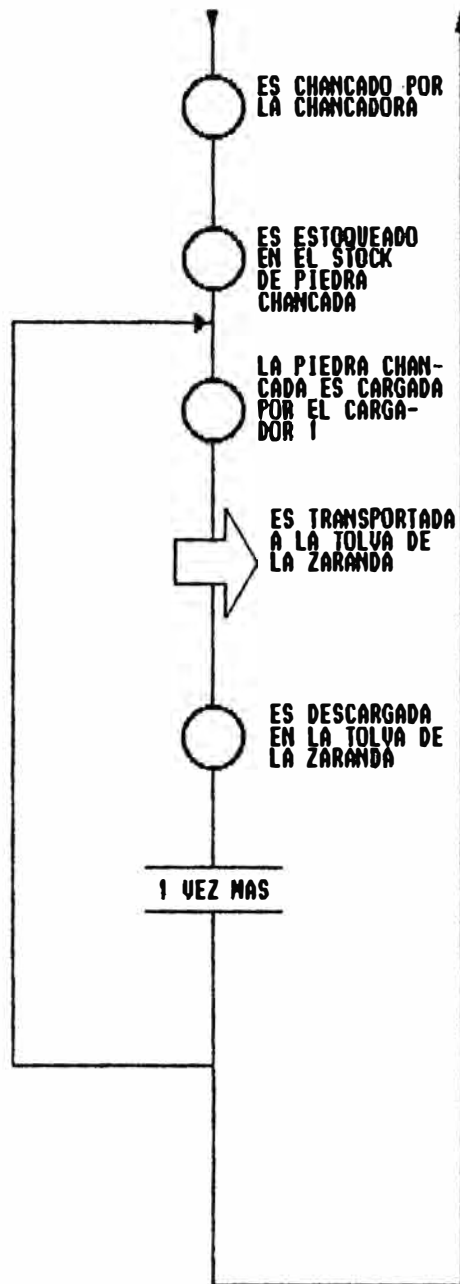
ANEXO : 2-B





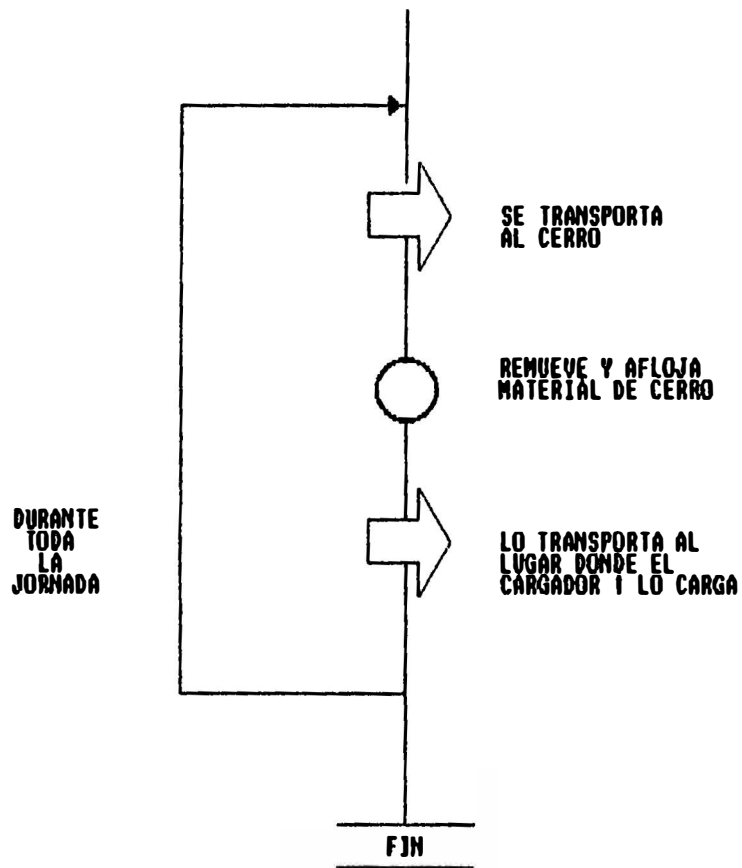
DAP ACTUAL DEL MATERIAL DE CERRO





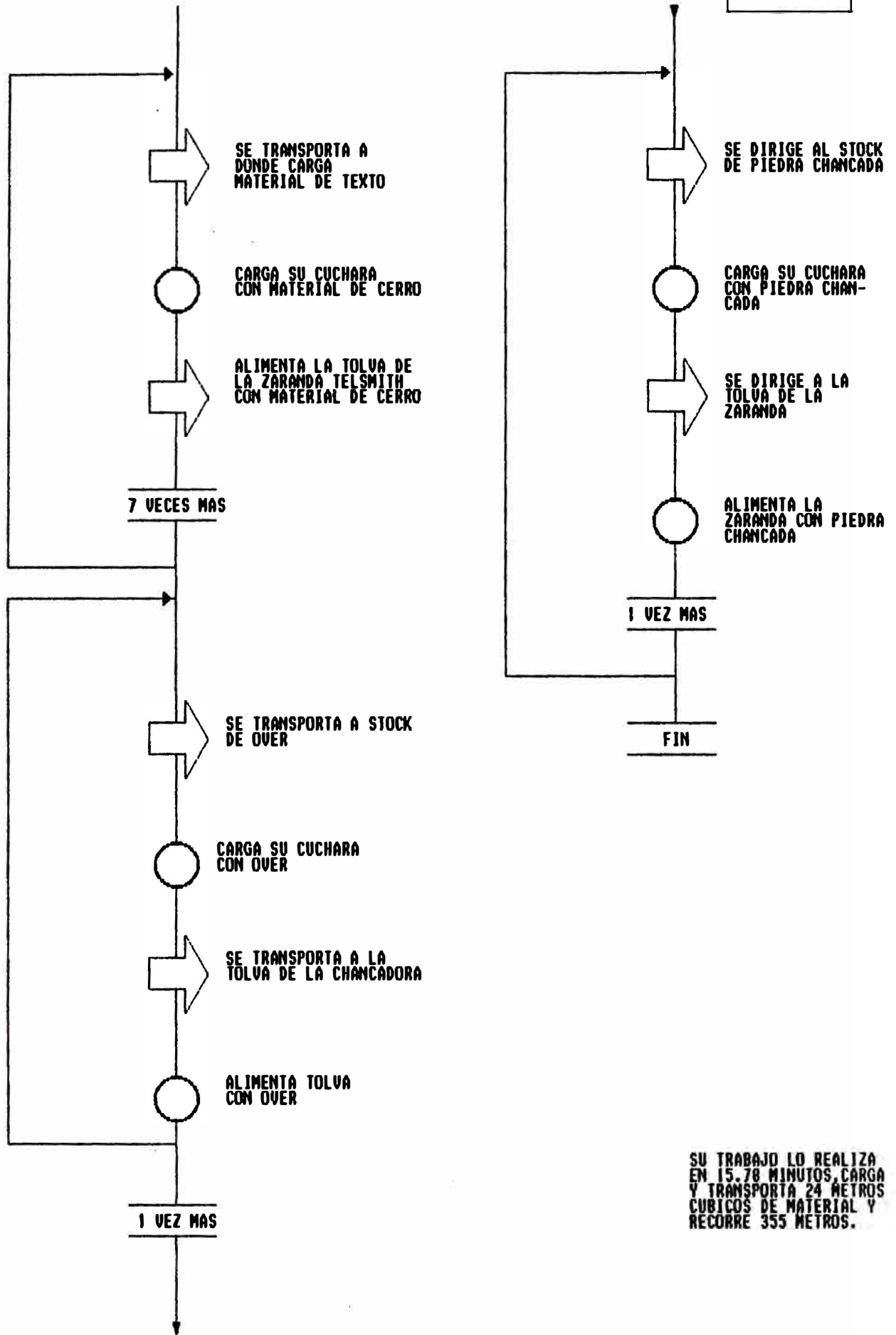
DAP ACTUAL DEL TRACTOR DE ORUGAS CATERPILLAR D6D

ANEXO : 2-D



DAP DEL CARGADOR FRONTAL 1 VOLVO BM L120

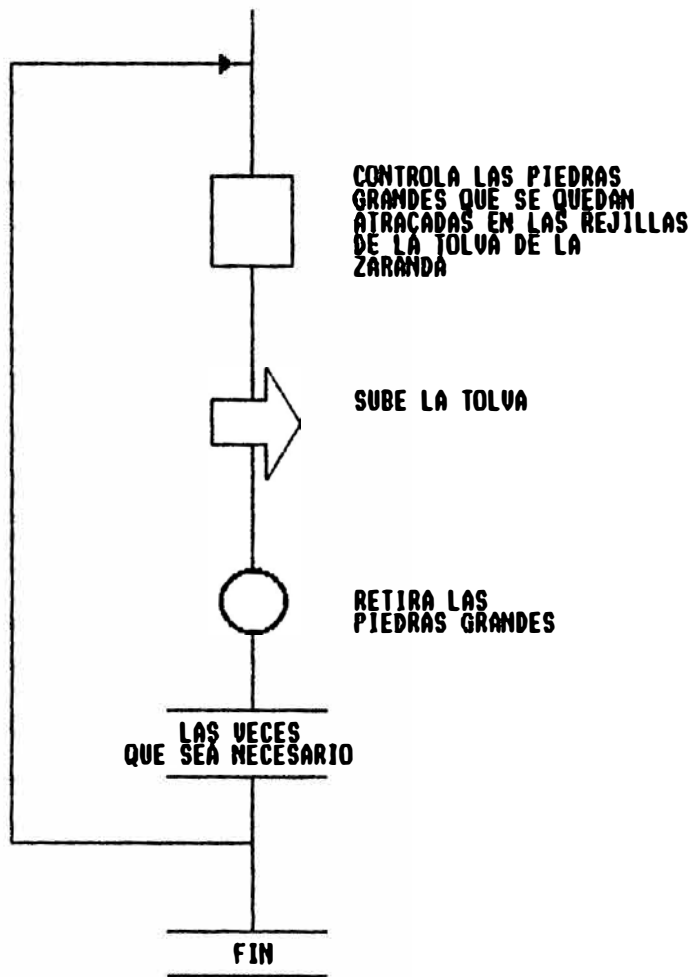
ANEXO : 2-E



SU TRABAJO LO REALIZA EN 15.78 MINUTOS, CARGA Y TRANSPORTA 24 METROS CUBICOS DE MATERIAL Y RECORRE 355 METROS.

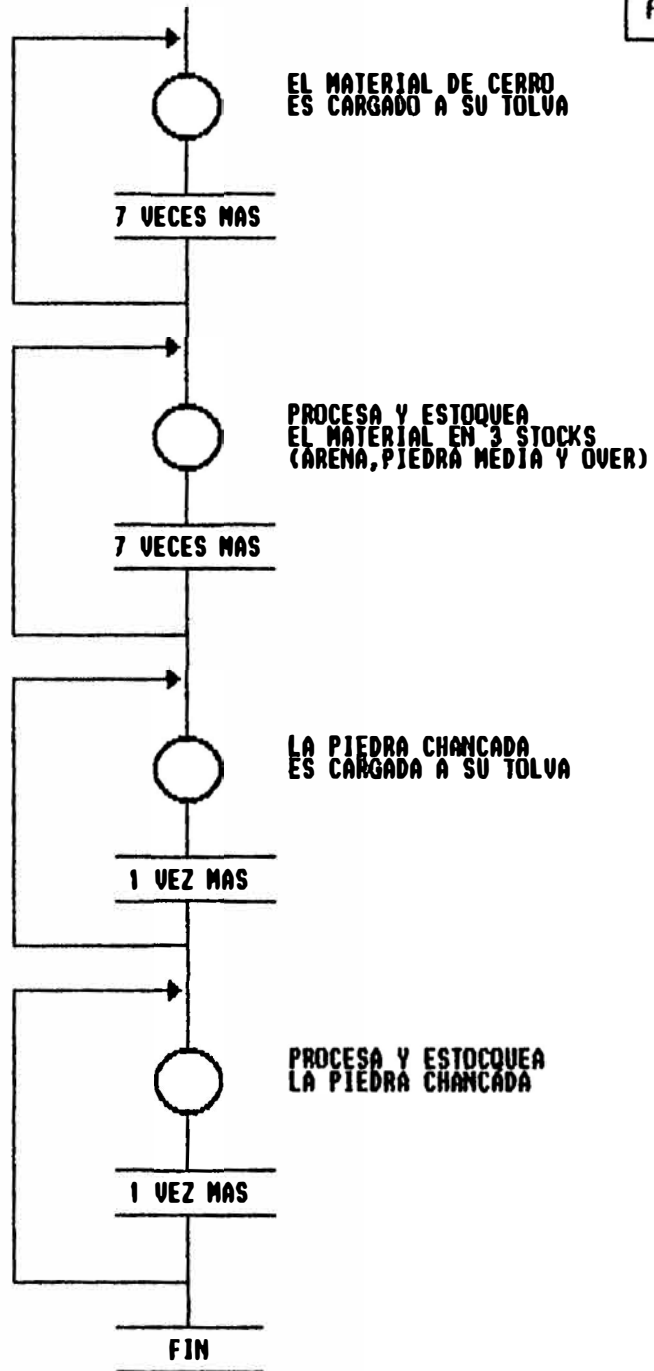
DAP ACTUAL DEL OBRERO

ANEXO : 2-F



DAP DE LA ZARANDA TELSMITH

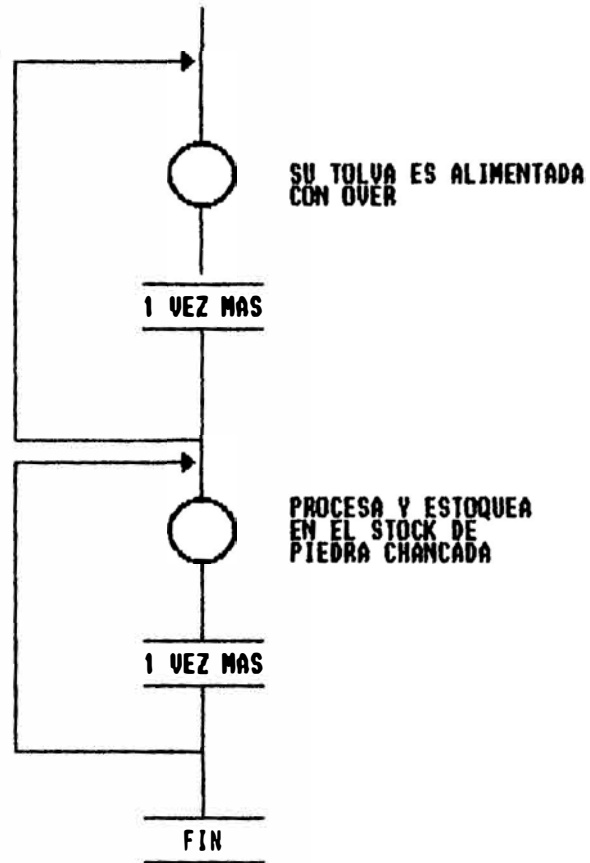
ANEXO : 2-6



PROCESA 20 METROS CUBICOS EN 12 MINUTOS

DAP ACTUAL DE LA CHANCADORA

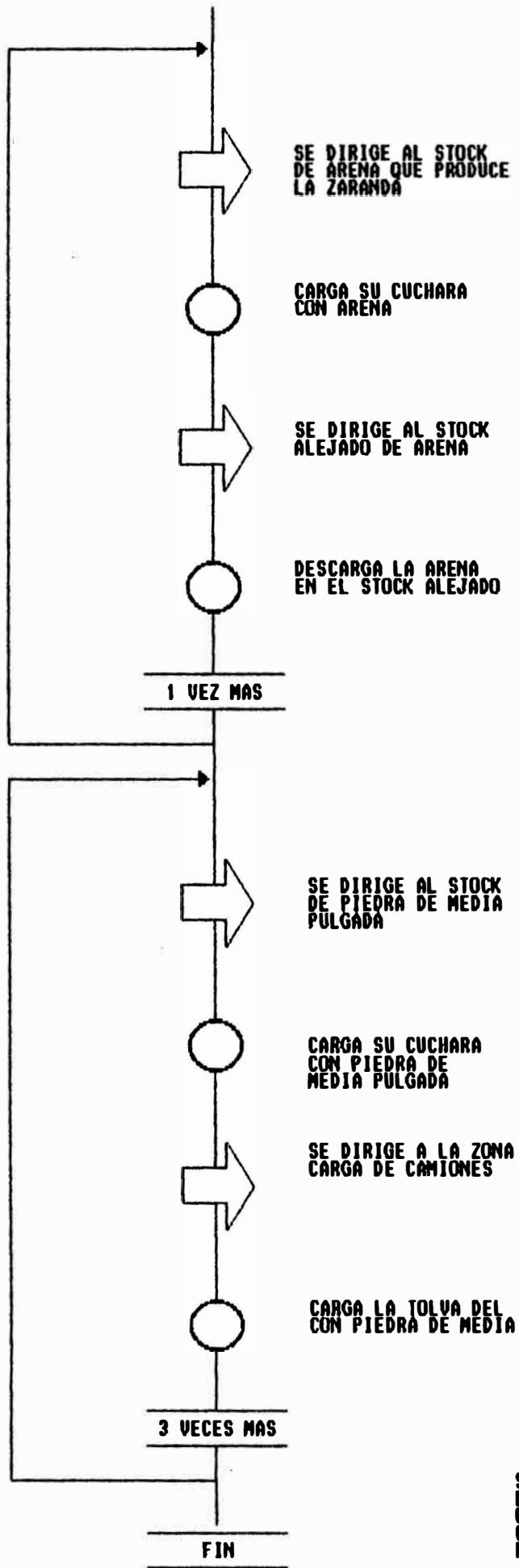
ANEXO : 2-H



PROCESA 4 METROS CUBICOS
DE OVER DIARIO EN 3 MIN.

DAP DEL CARGADOR FRONTAL 2 VOLVO BM L120

ANEXO : 2-1



SU TRABAJO LO REALIZA EN 9.73 MINUTOS CARGA Y TRANSPORTA 12 METROS CUBOS DE MATERIAL Y RECORRE 285 METROS.

DE INTERRELACION ACTUAL ENTRE CARGADOR FRONTAL VOLVO BM L120 (1) - ZARANDA TELSMITH Y CHANCADORA TELSMITH
 LA DETERMINACION DEL TIEMPO REQUERIDO PARA LA PRODUCCION DE 11.20 METROS CUBICOS DE PIEDRA DE MEDIA PULGADA

CARGADOR FRONTAL 1	
0.00	CARGA SU CUCHARA CON MATERIAL DE CERRO
0.25	VA A LA ZARANDA
0.63	ALIMENTA LA ZARANDA
0.88	VA AL CERRO
1.25	CARGA SU CUCHARA CON MAT. DE CERRO
1.50	VA A LA ZARANDA
1.88	ALIMENTA LA ZARANDA
2.13	VA AL CERRO
2.50	CARGA SU CUCHARA CON MATERIAL DE CERRO
2.75	VA A LA ZARANDA
3.13	ALIMENTA LA ZARANDA
3.38	VA AL CERRO
3.75	CARGA SU CUCHARA CON MAT. DE CERRO
4.00	VA A LA ZARANDA
4.38	

ZARANDA TELSMITH	
0.00	
0.63	ALIMENTA Y PROCESA
0.88	PROCESA MATERIAL DE CERRO
1.83	
1.88	ALIMENTA Y PROCESA
2.13	PROCESA MATERIAL DEL CERRO
3.08	
3.13	ALIMENTA Y PROCESA
3.38	PROCESA MATERIAL DE CERRO
4.33	
4.38	

CHANCADORA TELSMITH

--	--

ANEXO
2-J

4.63	ALIMENTA LA ZARANDA
	VA AL CERRO
5.00	CARGA SU CUCHARA CON MAT. DE CERRO
5.25	VA A LA ZARANDA
5.63	ALIMENTA LA ZARANDA
5.88	VA AL CERRO
6.25	CARGA SU CUCHARA CON MATERIAL DE CERRO
6.50	VA A LA ZARANDA
6.88	ALIMENTA LA ZARANDA
7.13	VA AL CERRO
7.50	CARGA SU CUCHARA CON MAT. DE CERRO
7.75	VA A LA ZARANDA
8.13	ALIMENTA LA ZARANDA
8.38	VA AL CERRO
8.75	CARGA SU CUCHARA CON MAT. DE CERRO
9.00	VA A LA ZARANDA
9.38	

4.63	ALIMENTA Y PROCESA
	PROCESA
	MATERIAL
	DE
	CERRO
5.58	
5.63	ALIMENTA Y PROCESA
5.88	PROCESA
	MATERIAL
	DEL
	CERRO
6.83	
6.88	ALIMENTA Y PROCESA
7.13	PROCESA
	MATERIAL
	DE
	CERRO
8.08	
8.13	ALIMENTA Y PROCESA
8.38	PROCESA
	MATERIAL
	DE
	CERRO
9.33	
9.38	

9.63	ALIMENTA LA ZARANDA
	VA AL STOCK DE OVER
10.38	CARGA SU CUCHARA CON OVER
10.63	VA A LA CHANCADORA
11.23	ALIMENTA LA CHANCADORA
11.48	VA AL STOCK DE OVER
12.08	CARGA SU CUCHARA CON OVER
12.33	VA A LA CHANCADORA
12.93	ALIMENTA LA CHANCADORA
13.18	VA AL STOCK DE PIEDRA CHANCADA
13.58	CARGA SU CUCHARA CON PIEDRA CHANCADA
13.83	SE DIRIGE A LA ZARANDA
14.23	

9.63	ALIMENTA Y PROCESA
	PROCESA MATERIAL DE CERRO
10.58 10.63	
14.23	

11.23	ALIMENTA
11.48	PROCESA
	PROCESA
	OVER
12.93	
	PROCESA
	OVER
14.23	

14.48	ALIMENTA LA ZARANDA
14.88	SE DIRIGE AL STOCK DE PIEDRA CHANCADA
15.13	CARGA SU CUCHARA CON PIEDRA CHANCADA
15.53	SE DIRIGE A LA ZARANDA
15.78	ALIMENTA LA ZARANDA
16.73	

14.48	ALIMENTA Y PROCESA
15.43	PROCESA
15.53	PIEDRA CHANCADA
15.78	ALIMENTA Y PROCESA
16.73	PROCESA PIEDRA CHANCADA

16.73

BIBLIOGRAFIA

- "How to Audit your Maintenance Department and Identify Productivity Improvement"
Ednard H. Hartmann, Marzo 1985, pág. 1-56
- "Maintenance Management : Working with a System"
Dale Hendrick, Mayo 1985, pág 20-23
- Mantenimiento especializado en Motores Diesel y Maquinaria Pesada.
Ing. Augusto Ayesta, Universidad Nacional de Ingeniería, 1993, pág. 77-125.
- Manual de Operación y Servicio de Equipos de Chancado.
Barber Greene, Sao Paulo - Brasil, 1991
- Boletín: Operación del Espectrofotómetro de Rayos Infrarrojos.
Enrique Ferreyros S.A.
- Boletín: Análisis e Interpretación de Aceites Usados.
Enrique Ferreyros.