

INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO

Facultad de Metalurgia - Electromecánica

MMA — MOGUIN

TRABAJO DE DIPLOMA

TITULO: Cálculo técnico-económico del sistema de transporte de escombros para la formación de escombreras maestras en la mina de Moa

TUTOR: C. Dr. Rafael Pérez Barreto

DIPLOMANTE: David Sampson G.

Moa, Junio 1983

"Año del XXX Aniversario del Moncada"

DEDICATORIA
=====

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a la Revolución que con su extraordinario esfuerzo en el campo de la educación nos ha dado la oportunidad de poder graduarnos como profesionales en el año en que se conmemoran 30 años del glorioso Asalto al Cuartel Moncada.

AGRADECIMIENTO

AGRADECIMIENTO

Al concluir el presente Trabajo de Diploma que
remos agradecer la ayuda brindada por el C.Dr.
Rafael Pérez Barreto al igual que a los Inge -
nieros Guillermo Pérez Escandel de la Sub- Di-
rección de Minas y Carlos Brú Brañas y demás -
compañeros que de una forma u otra han colabo-
rado en la realización del mismo.

CALCULO TECNICO-ECONOMICO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE ESCOMBRO ERA LA FORMACION DE ESCOMBRERAS MAGISTRALES EN LA MINA DE MOA

DIPLOMANTE: David Samson

RESUMEN:

En el presente trabajo se analiza el sistema de destape de mineral de níquel y el sistema de formación de escombreras ricas en minerales de hierro con grandes perspectivas de su utilización en el futuro y se establecen las principales -- desventajas del sistema actual

Sobre el estudio profundo se elige un sistema tecnológico -- trailla-buldozer banda y se muestran las ventajas técnicas económicas que presentan el mismo. se realiza el diseño de la banda principal

I N T R O D U C C I O N

INTRODUCCION

Para realizar la extracción del mineral útil e incorporarlo como materia prima fundamental del proceso tecnológico es indispensable llevar a cabo previamente los trabajos de destape consistentes en la eliminación de la capa superficial de la corteza de interperismo que es la zona donde el mineral presenta una ley promedio desbalanceada con respecto al proceso tecnológico.

La tecnología de destape se efectúa actualmente en la mina de Moa con ayuda de traillas y bulldozeros. El escombro o material de destape es almacenado en pequeñas escombreras diseminadas en todo el yacimiento ubicado en zonas minadas. El volumen de escombro que se remueve actualmente es de unos 900 000 m³ al año.

El vertiginoso desarrollo minero-metalúrgico de esta zona presupone la futura extracción de las serpentinitas de balance para ser utilizada en los nuevos procesos tecnológicos y el aprovechamiento del escombro como materia prima para la obtención del hierro. La tecnología de destape utilizada actualmente en la mina de Moa impide lo dicho anteriormente y presenta las siguientes desventajas:

- La contaminación del mineral al depositarse el escombros sobre zonas ya minadas donde yacen -- las serpentinitas.
- No existe la posibilidad de un óptimo almacenamiento del escombros para su transportación futura a los lugares de consumo.
- El aumento de los costos totales de la tecnología actual para los próximos años al aumentar -- distancias de tiro de los equipos de escombros y la correspondiente disminución de la productividad, lo que provoca un considerable incremento del parque de equipos.

Por estas razones se ha hecho un estudio de las -- posibilidades de aplicación de una nueva tecnología combinada de Trailla-Bulldozer-Banda con el -- objetivo de lograr almacenar el escombros en escombreras magistrales situadas fuera de los límites del yacimiento.

El objetivo de nuestro trabajo es hacer un estudio técnico-económico de las posibilidades de -- aplicación de esta nueva tecnología, así como confeccionar la tarea técnica general para el diseño de la banda principal que se instalará como parte de esta nueva tecnología, además analizaremos las posibles variaciones que pueden producirse en la organización del trabajo del Sector de Escombros -- a este respecto.

CAPITULO I .

BREVES CARACTERISTICAS DE LA REGION Y EL

YACIMIENTO. TECNOLOGIA MINERA.

CAPITULO I

BREVES CARACTERISTICAS DE LA REGION Y EL YACIMIENTO, TEC-
NOLOGIA MINERA.

- 1.1 Características generales de la Región.
- 1.2 Breves características del yacimiento
- 1.3 Método de exploración geológica y grado de explora-
ción.
- 1.4 Características físico-mecánicas del material de -
destape.
- 1.5 Contenido de Ni (Ley) del mineral para el proceso.
- 1.6 Método para determinar la limitación del contacto-
Escombro-Mineral.
- 1.7 Objetivos y tareas de los trabajos de destape.
- 1.7.1 Tecnología de los trabajos de destape en la Mina -
de Moa.
- 1.8 Generalidades sobre la Extracción y Transporte

1.1 Características generales de la Región:=-

Ubicación geográfica del Yacimiento

El Yacimiento laterítico de Moa y las áreas de bús-
queda adyacentes se encuentran situados en la cos-
ta Noroeste de la región oriental de la Isla y por
la nueva división Político-Administrativa pertene-
ce al Municipio de Moa en la actual provincia de -
Holguín y consta de 3 zonas fundamentales:

- Zona Yamanigüey
- Zona Atlantic
- Area de Punta Gorda

Por el sistema de coordenada Lambert la zona de Yamanigüey está limitada por las coordenadas:

E - 691300 - 696600

N - 216300 - 223400

La zona Atlantic se encuentra adyacente a la zona Yamanigüey limitada por :

E - 694000 - 697000

N - 223400 - 225700

El área de Punta Gorda se extiende entre el río Moa y el Cayogüán y está limitada por :

E - 699000 - 707000

N - 217200 - 222500

Clima y vegetación de la región

El clima de la región es sub-tropical y está caracterizado por dos períodos fundamentales de lluvia:

- Mayo - Junio
- Octubre - Enero

La cantidad promedio de lluvias al año que se precipitan en las partes bajas del relieve es de 1100 - 1800 mm y en las zonas montañosas de 2200 - 2300 mm (Datos de 1959-1961), de acuerdo a esto se norma el número de días de trabajo al año.

El régimen de temperatura para el período seco y lluvioso es bastante constante, las diferencias

entre las temperaturas promedio pocas veces sobre -
pasan los 5°C . Las temperaturas en el verano gene -
ralmente oscilan entre 30 y 32°C y en el invierno -
entre 22 y 26°C .

La vegetación de la región depende de la cubierta -
vegetal y la orografía.

En las superficies llanas cubiertas por lateritas -
crecen bosques de pinos poco crecidos

Orografía e hidrografía de la Región

El territorio del Yacimiento está asociado a la -
pendiente norte de las montañas de la Sierra de -
Moa siendo la principal divisoria de las aguas del
río Toa.

En el área del yacimiento entresalen las estriba -
ciones septentrionales submeridionalmente orienta -
das, separadas una de las otras por los valles de -
los ríos Moa, Yagrumaje y Cayo Guán.

La parte meridional presenta en sí cordilleras, --
siendo su forma más frecuente la de colinas, las -
cuales están intensamente divididas por las corrien -
tes de las aguas en la parte central y amplios es -
pacios limitados por pendientes abruptas en los va -
lles de los ríos.

La región fluvial está orientada en dirección sub -
meridional y representada por los ríos Moa, Yagru -
maje, Punta Gorda y Cayo Guán, los cuales desembo -
can en el Océano Atlántico formando considerables -
deltas.

Principales vías de comunicación

Las principales vías de comunicación son terraplenes y carreteras.

A 120 kilómetros al Oeste existe una carretera hasta la ciudad de Mayarí, la otra se extiende en forma de camino por el Suroeste hasta Baracoa a 80 kilómetros, este camino no se encuentra en buen estado.

Las áreas del yacimiento están relacionadas con la planta metalúrgica por terraplenes mejorados con una longitud de 4 - 5 kilómetros.

Existe en la región un Puerto que se encuentra en etapa de modernización. Este tiene una capacidad tal que pueden atracar barcos de 10-15 mil toneladas de desplazamiento.

A través de un terraplén de 10-12 kilómetros se comunica la planta metalúrgica con el muelle de Punta Gorda donde atracan barcos de 200 - 300 toneladas de desplazamiento.

En el poblado existe una pista de aterrizaje operada por Cubana de Aviación donde pueden aterrizar aviones del tipo DC-3, ILL-14, AN-2 y Yak-40 con un recorrido que une a Moa con las ciudades de Santiago de Cuba, Habana, Holguín, Guantánamo y Baracoa.

Fuentes fundamentales de H₂O y energía eléctrica

El abastecimiento de agua se realiza desde el río Moa de donde es bombeado hasta un embalse de donde se distribuye a los lugares de consumo.

La energía eléctrica utilizada en la región al principio de la Revolución para el uso social se suministraba por la propia planta metalúrgica, pero debido al crecimiento demográfico fué necesario suministrarla a través de la Red Central "Renté" de Santiago de Cuba.

La planta metalúrgica consta de una termoeléctrica con tres turbogeneradores con una capacidad de producción de 22500

Debido al creciente desarrollo industrial se prevén en los próximos años la unión a la línea de conexión a la red nacional. Se encuentra en la provincia de Holguín en etapa de construcción una átomo--eléctrica que satisfacerá las crecientes necesidades energéticas de la región debido a la construcción de la Siderurgia y las nuevas Plantas Metalúrgicas.

Economía de la región e importancia

La economía de la región está determinada principalmente por la Industria Metalúrgica.

En esta región se encuentran las mayores reservas de Níquel que ha permitido situar a nuestro País entre los grandes exportadores a nivel mundial. El único consumidor del producto de la Mina actualmente es la planta metalúrgica donde se obtiene el concentrado de NiSO_4 y Co respectivamente que son productos finales. La materia prima que llega a la

planta es la mena laterítica níquelífera que llega en forma de pulpa al 25% de sólido. El producto obtenido se exporta fundamentalmente a la URSS.

Esta región presenta una gran importancia económica ya que estos yacimientos constituyen una gran fuente de divisas para nuestro país.

En esta región, en la zona de Punta Gerda se construye una nueva planta níquelífera con la colaboración de la URSS en lo que constituye la mayor obra inversionista del país, además está en fase de terminación el Combinado Mecánico del Níquel y otra Planta Metalúrgica con la ayuda del CAME (Consejo de Ayuda Mutua Económica), así como una Siderúrgica en la zona de Mayarí, lo que permitirá acelerar el desarrollo industrial del país para los próximos años.

1.2 Breves características del yacimiento

1.2.1 Génesis

El yacimiento níquelífero de Moa pertenece a los de la corteza de interperismo en la región de Moa empezó cuando las secuencias sedimentarias del Cretáceo-Superior y Paleógeno que recubren el macizo serpentinitico que habían sido erosionados, según la opinión del Geólogo holandés De Viether, en el año 1953 este proceso tenía lugar en el Terciario, los procesos de interperismo continúan en la actualidad. Una de las particularidades del yacimiento es la estructura especial de la corteza de interperismo caracterizado por la presencia de la redeposición.

1.2.2 Corte Litológico del yacimiento

El área del yacimiento está compuesto completamente por las peridotitas serpentinizadas, en la superficie de las cuales está ampliamente desarrollada la corteza de intemperismo laterítico. La sección general de la corteza de intemperismo tiene el siguiente aspecto (de arriba hacia abajo).

- Lateritas ferroginosas
- Lateritas níquelíferas
- Serpentinitas níquelíferas
- Serpentinitas alteradas sin mineral

Todas las zonas se distinguen bastante bien unas de otras por su color; estructura y textura de la roca, pero raras veces se encuentra la sección completa, frecuentemente en ella faltan una o varias zonas.

- Lateritas ferroginosas

Esta gama comprende los horizontes más altos de la corteza de intemperismo y tiene el mayor desarrollo.

Para ello es característica el contenido de Fe de 40 - 50%, 0,51 - 0,55% de Ni y 0,07% de Co .

Son minerales secundarios no industriales con un contenido de Fe 20 - 30% .

Macroscópicamente en esta zona se distinguen claramente dos paquetes: el superior está representado por las lateritas ferrosas de color pardo, rojizo-oscuro; con una gran cantidad de concreciones de mineral de Fe. Son tamaños varios desde -

0,5 - 2,5 cm .

La parte inferior se caracteriza por el color pardo amarillento. Las lateritas están representadas por las variedades ferrosas y arenosas. No se observan concreciones de Fe en ellas. A este paquete están asociados los minerales no industriales de Fe.

- Lateritas niquelíferas

El límite superior de las lateritas de esta zona se determina por su color más claro, tiene un color amarillo parduzco claro. En esta zona se ve bien la alternancia de las lateritas con la intercalación oblicua lenticular con la misma descomposición homogénea.

Las lateritas niquelíferas no industriales están asociadas en la parte superior de la zona, componiendo el paquete del espesor de 2. - 2,5 m .

En el área de la orilla izquierda el contenido de Fe es de 45,4, el de Ni de 0,86 - 0,87 y el de Co de 0,08% .

Las lateritas niquelíferas industriales yacen en la parte inferior de la zona, constituyendo un paquete de 7-8 metros, el contenido promedio de Fe es de 44%, de Ni de 1,19 y Co 0,1% .

El espesor total de la zona varía de 1 - 23 m .

- Serpentinitas iniquelíferas

Estos minerales se consideran aparte, según el contenido de Fe (35%) y se dividen conforme al contenido de Ni en las industriales (+1%) y no -

industriales (0,7 - 0,9%).

Por sus propiedades físicas entre ellas se distinguen dos variedades:

- 1) el mineral blando compacto, las serpentinitas blandas por su aspecto exterior representan las mineralizadas de Fe parecida a la arcilla de color verde parduzco.
- 2) el mineral compacto está representado por la roca bastante dura; tienen color de matices gris-verdoso y parduzco-verdoso.

Las serpentinitas compactas yacen en forma de bloques pequeños y regulares en la masa de serpentinitas blandas, formando los afloramientos rocosos y bloques asociados a la parte inferior de la zona.

La composición promedio de las serpentinitas del área Oeste se caracterizan por el siguiente contenido de minerales útiles.

1.- Minerales industriales:

	Fe	-	24,7%
Blandas	Ni	-	1,41%
	Co	-	0,06%
	Be	-	12,1 %
Compactas	Ni	-	1,36%
	Co	-	0,02%

2.- Minerales no industriales

	Fe	-	21,6 %
Blandas	Ni	-	0,89%
	Co	-	0,02%
	Fe	-	8,2 %
Compactas	Ni	-	0,82%
	Co	-	0,01%

El espesor total de la zona es de 5,5 metros.

- Serpentinitas alteradas sin minerales

Representan las rocas más o menos compactas que se caracterizan por el color claro marchito; esta capa es poco desarrollada y frecuentemente no está representada en el corte general. Se caracteriza por el bajo contenido de Fe y Ni .

El espesor de la zona es de 0,2 - 1 metro.

1.3 Método de exploración geológica y grado de exploración.

Los trabajos de exploración geológica realizados en el yacimiento situado en la costa izquierda fueron empezados en 1952 y llevado a cabo por etapas. En la primera etapa (1952 - 1958) se realizaba la exploración del área por la cuadrícula de 100 x100 metros. Los pozos se perforaban con la perforadora de gusano (Mavile-Drill) con barrenas de cucharas de 150mm de diámetro.

El muestreo de los pozos se realizó por tres intervalos distintos equivalentes de 0,36, 1,25 y 3,05-metros.

De acuerdo a los resultados de estos trabajos, fué preparado el cálculo operativo de las reservas y de la evaluación positiva del área.

En la segunda etapa de 1953-1959 debido a la construcción de la mina, surgía la necesidad de la exploración detallada del área para garantizar el abastecimiento de la planta con el mineral.

Para este fin, a lo largo de la periferia de la zona en su parte meridional, fueron seleccionadas diez áreas de mineral, perforadas después por la cuadrícula 33 x 33 metros.

Para procesar las reservas del mineral y prepararlas a la explotación fueron perforados en total 928 pozos.

Los pozos de exploración detallados se perforaban hasta el contacto con la serpentina. El muestreo de los pozos se ha hecho hasta del interior de un metro.

Todas las muestras fueron analizadas para Fe y Ni. El contenido fué analizado con muestras que se componían por cada pozo. Para determinar el espesor de los minerales de Fe de escombreado en las áreas de explotación detallada se ha llevado a cabo la perforación complementaria de los pozos por la cuadrícula 16.16 x 16.66 metros.

Basándose en todos los trabajos de perforación de estos períodos fué hecha la ubicación de las reser

vas de lateritas y serpentinitas para todo el yacimiento Moa en las siguientes cantidades (1959) :

Lateritas níquelíferas Minerales serpentiniticos
(ferroginosas)

Mineral Tons.	Cant. en %			Mineral Tons.	Cant. en %		
	Fe	Ni	Co		Fe	Ni	Co
6 052057	45,6	1,37	0,12	5 805000	24,3	1,65	-

1.4 Características físico-mecánicas del material del destape

El análisis de las propiedades físico-mecánicas del material de destape están basados en las experiencias realizadas por el Grupo Hidráulico de la Provincia Holguín.

Con la capa formada por el escombros de la zona Atlántica, se pudo observar que las propiedades físico-mecánicas de escombros y sus variaciones en esta zona están relacionadas con las variaciones en el contenido de finos y su densidad material.

Al realizarse las muestras, la composición granulométrica varía: disminuyendo el % de partículas arenosas, o sea, se ha demostrado que el secado trae un sistemático engrosamiento de las partículas del suelo se observó que al hacer el análisis granulométrico las partículas que quedan en los tamices estaban compuestas por concreciones ferrosas esféricas duras de aspecto metálico.

De las curvas granulométricas del serrido y retenidose determinó el diámetro medio ponderado del material de destape, ya que en ella se corta en un punto para el cual la composición en peso es del 50% y el diámetro de las partículas es de 0,045 mm.

La resistencia a compresión de acuerdo a la fórmula de M.M. Protodrakonov será de 100-200 Kg/cm².

La granulometría varía de :

0 - 350 en un 15%

0 - 250 en un 70%

1.5 Contenido de Ni (Ley) del mineral para el proceso

El contenido de Ni que exige la planta niquelífera es mayor del 1% establecido de acuerdo a análisis económicos.

Por la Empresa está en análisis disminuir el contenido de mineral industrial, es decir, procesar el mineral con una ley menor del 1% para aprovechar más nuestros recursos minerales, ya que éstos no son renovables y llegará el momento en que habrá que explotar esos minerales con baja ley, debido a que este mineral es escaso a escala mundial y cada día aumenta la demanda del mismo.

En la nueva Planta de Punta Gorda está proyectado explotar el mineral por debajo del 1% de Níquel.

1.6 Método para determinar la limitación del contacto
escombros-mineral

Para establecer el límite de la capa de escombros-- con la del mineral útil por el lecho, se construye la red de 16 x 16 m ; la cual se encuentra a la mitad de la distancia de la red de 33 x 33 m (que se utiliza para llevar las reservas minerales a la Categoría B).

Esta red auxiliar no tiene la profundidad de los pozos de desarrollo calculada por el promedio de la potencia de la capa de escombros de los pozos de 33 x 33 más cercanos a los que se le suman 3 metros de sobreperforación.

Los pozos empleados de la red de 16 x 16 m se rellenaron con arena coralina de color blanco grisáceo-- en una longitud de 40 - 60 cm para indicar la frontera escombros-mineral.

Los tacos utilizados para rellenar los pozos auxiliares permiten durante el proceso de destape que el observador u operador del equipo empleado para ese fin, sepa cuando ha llegado a la superficie límite del mineral útil y así tratar en lo posible de disminuir las pérdidas y el empobrecimiento.

En el yacimiento de la capa de escombros de la red de 33 x 33 m se determina el contacto por análisis químico y es el contenido mínimo de níquel el que determina tal profundidad o potencia.

El volumen de escombros de una determinada área se--

determina por pozos, al igual que la reserva de los minerales útiles con la potencia y el área de influencia del mismo, basado en los propios análisis químicos y los contenidos de mineral, se trozan por files en la red de 33 x 33m, donde se indican los pisos de la capa de escombros, minerales lateríticos niquelíferos y minerales serpentiniticos niquelíferos fiables.

El piso de la capa de escombros se calculó por el contenido mínimo industrial de Ni y en la capa de los minerales niquelíferos por el contenido mínimo de hierro o máximo de magnesio.

Las labores de destape se realizan en lo posible con traillas cuando aparecen depresiones en el fondo de la capa de escombros o elevaciones bruscas que resultan difíciles de escombrar, a las mismas se dejan para que sean escombradas por las excavadoras cuando vayan a minar esa zona.

Es bueno señalar que en la práctica, en muchas ocasiones, los distintos colores que aparecen en las capas favorece el trabajo evitando en gran medida que las pérdidas y empobrecimiento puedan tomar valores considerables en un momento determinado.

Es de gran importancia dentro de cada área, la relación escombros-mineral o coeficiente de destape, el cual nos da una idea de la facilidad o dificultad que nos podemos encontrar para comenzar el minado de una zona ya que en un área de menos volumen de escombros la podemos tener lista más rápidamente.

Este coeficiente es actualmente en la Mina de Moa de 0,33 .

1.7 Objetivo y tareas de los trabajos de destape

Estos trabajos consisten en eliminar la capa de los minerales lateríticos ferruginosos considerando a éstos fuera de balance de acuerdo a las exigencias en la planta metalúrgica de Moa, debido a que su contenido de níquel está por debajo del 1%, de ahí que las lateritas ferruginosas sean consideradas el estéril.

Estos estériles se almacenan en las escombreras que se proyectan generalmente en las áreas cercanas a minar.

La principal característica del escombros es que el mismo se encuentra en la parte superior del yacimiento en forma de perdigones y está compuesto por lateritas ferruginosas con un contenido de níquel inferior al 1%. El escombros en la zona Atlantic tiene un diámetro ponderado de 0,045 mm, debajo de ellas se encuentra un material arcilloso en las partes externas o de contacto con el mineral útil.

Este material de acuerdo con las mediciones topográficas hechas al mismo, tiene un ángulo de reposo de 34 - 36 grados, su peso volumétrico es de 2 ton/m³ húmedo y presenta forma esférica.

Tareas principales de los trabajos de destape

- 1.- Ubicación de la escombrera, la cual debe situarse en zona No Mineral.
- 2.- Situar las escombreras en lugares donde existan los menores índices de pérdidas y empobrecimiento.
- 3.- Analizarse la menor distancia de tiro a las escombreras.

Además se tienen en cuenta otros trabajos adicionales como la construcción de caminos que garantizan la calidad en el proceso de extracción del mineral.

Construcción de caminos

Cuando se ha realizado el escombrecido de una área el paso a seguir es la construcción de caminos, de acuerdo al uso que se le dan pueden ser de diferentes tipos, tales como los que se relacionan a continuación:

- Caminos principales
- Caminos de acceso
- Caminos de excavadoras

Caminos principales

Estos son los encargados de comunicar la plataforma de descarga o depósito de minerales con los caminos de acceso a las distintas áreas a minar, los parámetros de estas vías son:

- Pendiente 3%
- Ancho de la cuneta = 1 metro

- Angulo de talud permisible = 45°

Caminos de acceso

Estos son los que comunican a los caminos principales con los diferentes caminos de excavadoras, su pendiente máxima es de 8%.

Caminos de excavadoras

Estos se construyen dentro de las áreas con el fin de facilitar el movimiento de la excavadora utilizándose éstas para el arranque de los minerales útiles, estos caminos en la mayoría de los casos se construyen sobre la capa mineral y van desapareciendo a medida que la excavadora va en retirada.

Coefficiente de destape

En cada área se determina la relación escombros-mineral (coeficiente de destape), para tener un índice del grado de dificultad que presenta el comienzo del minado. Este coeficiente de destape se relaciona con el tiempo, por cuanto a menor volumen de escombros mayor será la cantidad de reservas listas en un menor tiempo. Tal adelanto es necesario por cuanto antes de la explotación se construyen caminos principales, los cuales requieren el tiempo suficiente para su correcta compactación.

Los coeficientes de destape se clasifican en :

- Coeficiente geométrico
- Coeficientes económicos

Los coeficientes geométricos se subdividen en:

- a) Coeficiente de destape medio
- b) Coeficiente de destape por capas
- c) Coeficiente de destape por contorno

Los coeficientes económicos se subdividen en:

- a) Coeficiente límite
- b) Coeficiente corriente
- c) Coeficiente de planificación

1.7.1 Tecnología de los trabajos de destape

Métodos existentes en la producción para los trabajos de destape

Mundialmente los métodos de destape más conocidos son:

- 1 Sistema con transporte:
 - 1.1 Trailla-bulldozer
 - 1.2 Excavadora con autobransporte
 - 1.3 Excavadora con transportador
- 2 Sistema sin transporte:
 - 2.1 Excavadora dragalina u otro tipo
- 3 Sistemas combinados:
 - 3.1 Excavadora-hidromecanización
 - 3.2 Hidromecanización con gravitación
 - 3.3 Trailla-banda
 - 3.4 Excavadora-banda
 - 3.5 Trailla-autotransporte

De estos métodos los más ajustables a nuestras características son:

- Trailla-bulldozer
- Trailla-transportador
- Hidromecanización

El método trailla-transportador de banda es uno de los objetivos de este trabajo.

Tecnología de los trabajos de destape en la Mina -
de Mca actualmente

Características técnicas de los principales equi -
pos utilizados :

Actualmente se utiliza el método trailla-bulldozer

Las características principales de los equipos son:

a) Traillas

Modelo :	D-374-B
Nacionalidad:	Soviética
Peso:	6,7 toneladas
Ancho:	3,10 metros
Capacidad de	
carga:	10,0 toneladas
Alto:	3,55 metros
Rodamientos:	Neumáticos (4)
Sistema de mando:	Mecánico por cables
Sistema de vacia-	
do:	Por delante
Capacidad nominal	
de la caja:	8,0 m ³
Capacidad real:	5,03 m ³
Ancho de la fran	
ja de corte:	2,672 m
Profundidad de -	
corte:	0,32 m

b) Tractor

Nacionalidad : Soviética
Modelo: 100-M
Frecuencia de rotación
del cigüeñal 1070 r.p.m.
Presión específica so-
bre el terreno 0,48 Kg/cm²
Peso: 11400 Kg
Velocidades sin controlar el patinaje (Km/h):

Marcha adelante

Marcha atrás

Primera: 2,36	Primera: 2,19
Segunda : 3,78	Segunda: 4,46
Tercera : 4,51	Tercera: 5,34
Cuarta : 6,45	Cuarta: 7,61
Quinta : 10,13	-

Dimensiones exteriores del tractor (mm):

4,255 longitud

2,460 ancho

3,059 alto

Distancia entre los centros de Orugas: 1880 mm

Ancho de las rejas de las orugas: 500 mm

Longitud de la superficie de apoyo de
las orugas: 2570 mm

c) Tractor Japonés

Marca: KOMATSU
Modelo: D8-5-A-12
Potencia: 180 C.V.
Peso del equipo con cu-
chilla 20600 Kg

Dimensiones

Ancho	4200 mm
Longitud	5890 mm
Altura	3060 mm
Rodamientos:	Sobre esteras
Velocidad promedio del KOMATSU:	
Primera	3,1 Km/h
Segunda	5,6 Km/h
Tercera	10,0 Km/h
Modelo del motor	Diesel 200 CI
Presión sobre el suelo:	0,66 Kg/cm ²
Capacidad del tanque:	420 litros

1.8

Generalidades sobre la extracción y transporte en la Mina de Moa.

En la Mina de Moa la extracción del mineral se lleva a cabo mediante excavadoras, éstas presentan dos cables en la pluma, lanza un cubo accionando estos cables, el cubo se entierra en el mineral y más tarde por medio del cable de arrastre es atraído hacia la excavadora, llenándose paulatinamente. El tipo de excavadora que se utiliza es el modelo ESH 4/45 soviética con las siguientes características técnicas:

Capacidad de la cuchara:	4 m ³
Radio de giro:	45 m
Ancho de la carrocería:	6,25 m
Ancho del camino:	10 m
Altura de la armadura:	10,86 m
Longitud del skid	7,6 m

Ancho del skie:	1,12 m
Diámetro de la base:	7,4 m
Angulo de inclinación del brazo:	25 - 30°
Altura máxima:	13 - 19,5 m
Profundidad máxima de la excavación:	42 m
Potencia de los motores:	
- de la red	580 KW
- de alza	280 KW
Tracción:	190 KW

En los inicios el transporte de mineral se realizaba con camiones BELAZ pero debido al constante incremento de la distancia de tiro fué necesario utilizar para el transporte de mineral a la planta de Preparación de Pulpa un sistema combinado de bandacamiones que es el que existe actualmente.

Para el transporte de mineral se cuenta con un transportador de 2300 metros que logra transportar el mineral del yacimiento Yamanigüey a la Planta de Pulpa.

El otro sistema de transporte utilizado, o sea, el transporte automotor se lleva a cabo mediante los camiones BELAZ-540-A que presentan las siguientes características técnicas :

Capacidad nominal:	27 TM
Peso del camión:	21 TM

Volúmen geométrico de la plataforma: 15 m³

Velocidad máxima con carga máxima: 55 Km/h

Distancia de parada con carga completa a 30 Km/h : 16 m

Dimensiones exteriores en mm :

Largo: 7250

Ancho de las ruedas traseras: 4380

Altura de la plataforma: 3255

Tiempo de descenso de la plataforma: 20 segundos

Motor:

Modelo: JUN-2-240

Potencia nominal: 360 CV

Número nominal en r.p.m. 2100

Número mínimo en r.p.m. 500 - 600

Número máximo en r.p.m. 2365

Peso total : 48000 Kg

Consumo de combustible según GOST-6875-54 : 100 litros

CAPITULO II

SITUACION ACTUAL, TAREAS DEL

TRABAJO Y FUNDAMENTACION -

CAPITULO II

SITUACION ACTUAL, TAREAS DEL TRABAJO Y FUNDAMENTACION.

2.1 Situación actual del transporte de escombros en la -
Mina - Moa.

2.1.1 Ventajas y desventajas de la tecnología trailla-bul-
dozer.

2.2 Fundamentación técnico-económica para la realiza --
ción del trabajo.

2.3 Objetivos y tareas del trabajo.

2.1 Situación actual del transporte de escombros en la -
Mina de Moa.

Actualmente el escombros se transporta aplicando la-
tecnología Trailla-Bulldozers en lo cual las trai -
llas transportan el escombros hacia micro-escombros -
ras diseminadas por todo el yacimiento y situadas -
fundamentalmente en zonas ya minadas o depresiones -
sin mineral.

Actualmente se remueven aproximadamente 1 000 000 -
metros cúbicos de escombros por año, previéndose un -
incremento considerable de este volumen para los -
próximos años.

En la actualidad la jornada de trabajo del Sector -
de Escombros en la Mina de Moa es 1 turno de 10 ho-
ras, trabajándose 299 días efectivos al año.

Las traillas recorren para su transporte una distan-
cia que oscila entre 120-200 metros.

Teniendo en cuenta el Plan de Minería a largo plazo, los volúmenes a remover aumentarán considerablemente, incrementándose lógicamente la distancia de tiro a recorrer por las traillas, disminuyendo su productividad.

A continuación daremos las principales ventajas y desventajas que tiene esta tecnología aplicada actualmente :

2.1.1 Ventajas y desventajas en la tecnología Trailla

Bulldozer.

VENTAJAS:==

- 1.- Bajos costos de explotación
- 2.- Alta productividad
- 3.- Sencillez en la organización del trabajo
- 4.- Gastos principales reducidos
- 5.- En el caso de las traillas, ellas cargan y transportan a la vez el material
- 6.- Explotación sencilla de los equipos
- 7.- Poco volumen de las inversiones

DESVENTAJAS:==

- 1.- Disminuye la productividad en el aumento de la distancia de tiro
- 2.- En épocas de lluvia el trabajo se afecta
- 3.- Campo de aplicación limitado
- 4.- Distancia de transporte y plazo de servicio relativamente corto

2.2 Fundamentación técnico-económica para la realización del trabajo.

En trabajos anteriores quedó demostrado que el costo de 1 m³ de material transportado por la actual tecnología es mayor que la tecnología Trailla-Banda, esto se argumentó de la siguiente forma :

Volúmen:

El volúmen para los próximos años en el destape según el plan quinquenal aumentó con relación a lo planificado en años anteriores, lo cual con la actual tecnología nos traería serias dificultades en el mantenimiento.

Distancia:

Para los próximos años se preve a largo plazo el aumento de las distancias de tiro y aún más con el criterio de situar las escombreras en zonas no mineras y no como se hace actualmente, que se sitúan en zonas minadas, al aumentar la distancia de tiro disminuye la productividad de los equipos.

2.2.1 Argumentación técnico-económica para la aplicación del formador de escombreras

Según cálculos realizados en anteriores proyectos quedó demostrado desde el punto de vista técnico-económico la mayor efectividad del método trailla-formador. Esto se puede observar en los siguientes datos del Trabajo de Diploma de Yolanda Parada y José O'brien.

Tecnología trailla-Bulldozer

0,45 \$/m³

Tecnología trailla-Formador

0,21 \$/m³

Como observamos con la tecnología recomendada se reduce su costo por unidad física a \$0,24 .

Argumentación técnica

Para justificar técnicamente el empleo del formador de escombreras en la Mina de Moa, nos basaremos en el análisis de los siguientes aspectos :

- Pérdidas de mineral provocado por la utilización de las microescombreras.

En la Mina de Moa se pierden al año aproximadamente 141 575 toneladas de mineral provocado por la formación de escombreras en terreno ya minado, esto en valor monetario representa \$99 102.00. Con la futura utilización del formador de escombreras tendremos la posibilidad de transportar el escombros hacia los límites del yacimiento, esto nos da la ventaja de que se eliminaran las pérdidas de mineral por contaminación con el escombros, lo que aportaría mayores ganancias.

- Efectividad en la explotación del yacimiento.

Con el empleo de la tecnología trailla-banda, se hace necesario seguir un flujo de minería riguroso tanto en las labores de destape como en la de extracción, ya que se hace necesario comenzar la explotación del yacimiento a partir de los límites del mismo, esto trae consigo una minería inestable debido a que en un flujo de minería riguroso se hace muy compleja la distribución de -

las zonas a explotar con el objetivo de alcanzar la ley promedio del yacimiento y las distancias de tiro promedio.

La introducción en las labores de destape del formador de escombreras nos brinda una mayor flexibilidad en la explotación del yacimiento, ya que podemos elegir diferentes zonas mineras que puedan estar ubicadas en diferentes lugares del yacimiento, o sea, un mineral más estable.

- Formación de escombreras magistrales

Con la tecnología planteada la utilización de las micro-escombreras se desecharía, dando lugar a la formación de escombreras magistrales en forma de cono siendo los límites del yacimiento en terreno no mineral. Como es sabido el escombro es una rica mena de hierro y de otros minerales, los cuales se piensan aprovechar en años futuros, para lo cual se hace necesaria la transportación del mismo hacia los lugares de consumo. La deposición del escombro en estas escombreras magistrales nos da la posibilidad de transportar el mismo de una forma más organizada, ya que tendremos el escombro concentrado en ella a diferencias de tener que realizar la transportación desde las micro-escombreras que se encuentran dispersadas en todo el yacimiento, lo que complicaría la organización del trabajo.

Además a partir de los próximos años se comenzará la extracción de las serpentinitas de balance con vista a su futura utilización en las nuevas plantas metalúrgicas. Podemos decir por último que enormes reservas de este mineral con altas leyes de Ni, se encuentran tapadas debido a que sobre ello se encuentra depositado el escombros de la minería actual. Esto trae como consecuencia que a la hora de extraer estas reservas sea necesario realizar un nuevo destape. Con la nueva tecnología estas reservas quedarán totalmente listas para su extracción.

2.3 Objetivos y tareas del trabajo

Por todo lo expresado y debido principalmente a la disminución de la productividad de los equipos al aumentar la distancia de tiro y por el creciente desarrollo metalúrgico en la zona, lo que exige como hemos dicho la futura extracción de las serpentinitas de balance lo cual con la actual tecnología donde se deposita el escombros en zonas ya minadas, se produce la contaminación del mineral y se dificulta la extracción de la serpentinita, la empresa se ha dado a la tarea de estudiar la posible aplicación de un nuevo sistema de transporte por banda unido al que se utiliza actualmente para llevar el escombros a grandes distancias y almacenar éste en escombreras ubicadas en o fuera de los límites del yacimiento, nuestra tarea es analizar -

las especificaciones técnicas que se requirieron para este tipo de transporte combinado trailla-banda. Este sistema de transporte tendría el siguiente ciclo:

Zonas a	Alimen	Banda		Es -
escom	tador	prin-	For -	combrera
brar	móvil	cipal	mador	magistral

Según cálculos mineros se determinó que las distancias de tiro necesarias para el transportador principal sería de 1200 metros.

Teniendo en cuenta las zonas a escombrar y su distancia a los límites del Yacimiento, otra de las tareas de nuestro trabajo será confeccionar el perfil topográfico de la zona para la ubicación del transportador principal.

Aunque este sistema de transporte constará de 3 elementos fundamentales: alimentador móvil, banda principal y formador. Hemos creído necesario basar nuestro estudio fundamentalmente a la banda principal por ser el equipo fundamental y de mayor costo de inversiones. Además en la empresa existe muy poca documentación técnica acerca del Formador de Escombreras lo que nos impide realizar un estudio detallado del mismo.

Si comparamos la productividad del transportador de mineral de Yamanigüey con el que tendría el nuestro, según los volúmenes de escombros que se remueven actualmente sería lógico pensar que la productividad de esta banda sería similar y por lo tanto sería --

standardis sus anchos de banda cosa que nos traería grandes beneficios, pero debido al aumento considerable de los volúmenes a escombrear en los próximos años es imposible diseñar esta banda para las condiciones productivas actuales y por tanto esta banda exigiría un ancho nominal mayor al que tiene la banda principal que actualmente está en operación para el transporte de mineral que es de 800 milímetros.

Tomando como principio fundamental de nuestra economía la unificación y estandarización de equipos en nuestro trabajo se impone la necesidad de lograr la unificación de las bandas transportadoras en nuestra empresa, para esto realizaremos un análisis comparativo técnico y económico de los parámetros nominales de nuestro transportador para las condiciones normales de producción y las condiciones que se requerirían para lograr la unificación y estandarización de estos transportadores.

Teniendo en cuenta que esto traería cambios en las condiciones de operación es importante analizar detalladamente las variaciones que pueden producirse en el sector de Escombreo para lograr lo anteriormente dicho.

Por último una vez determinada la variante más ventajosa plantearemos los requerimientos minero-mecánicos para el diseño de esta banda transportadora.

De los otros componentes del sistema de transporte sólo plantcaremos de forma general las características que deben tener para que satisfagan desde el punto de vista técnico-operativo este sistema de transporte de escombros con el objetivo de lograr una minería más racional y un mayor aprovechamiento de nuestros recursos.

En el próximo capítulo comenzaremos el cálculo comparativo de los principales parámetros técnicos para las posibles variantes.

CAPITULO III

CALCULO TECNICO DE LAS VARIANTES A COMPARAR

CAPITULO III

CALCULO TECNICO DE LAS VARIANTES A COMPARAR

3.1 Cálculo de la primera variante

Datos preliminares para realizar los cálculos

Una vez confeccionado el perfil topográfico de la zona donde se ubicará el transportador principal- y teniendo como referencia la altura necesaria de la escombrera magistral (38,5 metros) se llegó a la obtención de los datos siguientes:

Distancia de tiro: 1200 m

Geometría del transportador: inclinado-horizontal

Altura de izaje de la carga: $h = +20m$

Características del relieve: Moderadamente irregular, medianamente accidentado con pequeñas y medianas depresiones y valles donde son necesarios cortes y terraples.

Material a transportar

Laterita ferruginosa (escombro) con un gran porcentaje de contenido de hierro.

Dureza : 2 - 5,2 en la escala de Mohs

Granulometría: 0 - 250 mm 70%

0 - 350 mm 15%

Características del material

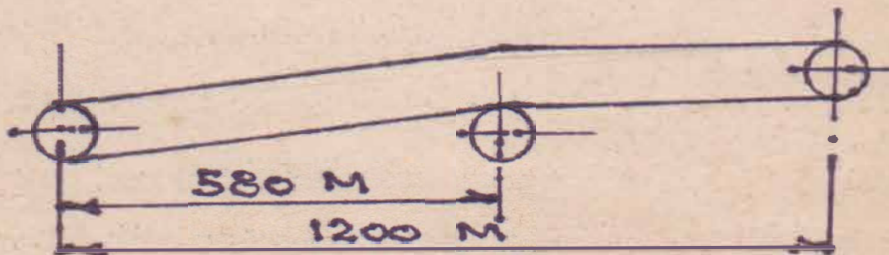
- Material medianamente abrasivo

- Peso volumétrico
 - a) seco - $1,52 \text{ Tn/m}^3$
 - b) húmedo - 2 Tn/m^3 (el material se transportará húmedo)
- Mineral de hierro en terrones (60 - 70%)
- Angulo de reposo del material - 35°
- Máximo ángulo de inclinación permisible del transportador para este material - $18 - 20^\circ$

Parámetros requeridos de producción

- Volumen a remover al año: $2\,463\,848 \text{ m}^3$
- Días de trabajo al año 299
- Horas de trabajo al día 10
- Coeficiente de reserva productiva necesaria teniendo en cuenta el análisis de las condiciones de operación 1,15

3.1.1 Angulo de inclinación del transportador



Esquema derivado del perfil topográfico que ilustraremos en los planos adyacentes de este trabajo

$$\text{Tang } \beta = \frac{20}{580} = 0,043$$

$$\beta = \text{Arco Tang } 0,043$$

$$\beta = 2^{\circ}30'$$

Como por catálogos habíamos determinado que el ángulo permisible para este material era $18 - 20^{\circ}$ se cumple la condición

$$\beta \leq [\alpha_{ad}]$$

3.1.2

Cálculo del ancho de banda necesario y la velocidad requerida de la banda.

La combinación mejor del ancho de banda y la velocidad de la misma depende fundamentalmente de la capacidad (Tm/h), ángulo de inclinación, tensiones de banda, granulometría y otras características -- del material a ser transportado.

Debido a lo complejo de la selección es necesario a veces elegir variantes, para luego establecer el caso más económico. El incremento en la necesidad de transportar el mineral a grandes distancias ha derivado la utilización de altas velocidades de -- las bandas, esto provoca una reducción en el costo inicial de la instalación pero puede provocar problemas en los puntos de carga, de ahí su necesario y profundo análisis. En nuestro caso es abrasivo, -- la velocidad más alta es la más económica, por lo que por catálogos de acuerdo a las características de nuestro material hemos elegido provisionalmente una velocidad de la banda de 180 m/min, es decir, -- (3 m/seg), máxima velocidad permisible para mate -- riales muy abrasivos.

- El ancho de banda se determina por la fórmula siguiente:

$$B = \sqrt{\frac{Q}{324 C_1 v}}$$

Q = Capacidad del transportador Tm/h

C₁ = Coeficiente que depende del ángulo de inclinación, para nuestro caso

$$\beta = 20^{\circ}30'$$

$$\forall \beta = 0 - 5^{\circ}, C_1 = 1$$

= Peso volumétrico del material 2 Tm/m³

v = Velocidad de la banda - 3 m/seg

Debemos determinar a continuación la capacidad o -
productividad en Tm/h.

$$Q_{Tr} = (\sqrt{A} \gamma) K_r \quad \text{Tm/h} \quad \text{donde:} \quad 1,15$$

Volúmen anual:

$$V_a = 2463848 \text{ m}^3/\text{año}$$

Volúmen diario :

$$V_d = \frac{2463848 \text{ m}^3}{299d} = 8240 \text{ m}^3/\text{día}$$

Volúmen horario:

$$V_h = \frac{8240 \text{ m}^3}{10h} = 824 \text{ m}^3/\text{día}$$

luego la productividad de trabajo será :

$$Q_{Tr} = (824 \text{ m}^3/\text{h}) (2 \text{ Tm/m}^3) (1,15)$$

$$Q_{Tr} = 1895 \text{ Tm/h}$$

Luego :

$$B = \frac{1895 \text{ Tm/h}}{324 (1) (2 \text{ Tm/m}^3) (3/\text{seg})}$$

$$B_t = 0,9873 \text{ m}$$

Estandarizando este valor al inmediato superior normado obtenemos un ancho de banda necesario de:

$$B_t = 1000 \text{ mm}$$

sin tener en cuenta la reserva, el ancho de banda, neto necesario será 0,9293 m .

3.1.3 Selección de la banda

La elección del tipo de banda es uno de los principales parámetros para el diseño de transportadores. Como muestra banda es de transporte a grandes distancias y se preve la aplicación de grandes tensiones de banda, eligiremos una banda de cables de acero del tipo ST-1250.

Una vez realizados los cálculos de las tensiones -- comprobaremos si esta banda es la más óptima de -- acuerdo a las condiciones técnicas.

Los cables de esta banda son de acero al carbón -- (0,65 ± 0,75%) de alta calidad

Principales características de estas bandas con
razón de cables de acero.

- Alta fuerza de tensión a la rotura
- Alta tensión
- Excelente resistencia a la comba
- Pequeña elongación específica
- Excelente adhesión dinámica
- Excelente resistencia al impacto

d = diámetro del cable

t = intervalo entre cables

C_1 = revestimiento de hule del lado superior

C_2 = revestimiento de hule del lado inferior

Elegiremos una banda de tipo ST-1250 con las siguientes características para nuestra primera variante con un ancho de banda necesario de 1 m .

- diámetro normal del cable 4,6 mm
- intervalo entre cables 14,5 mm
- revestimiento superior 5 mm
- revestimiento inferior 5 mm
- espesor de la banda 14,6 mm

Diámetros mínimos recomendables de poleas:

- motriz 950 mm
- reenvío 750 mm
- inflexión 550 mm
- resistencia a la tensión 1250 Kg/cm
- valor máximo de tensión permisible 179 Kg/cm
- módulo de young 82760 Kg/cm

3.1.4 Cálculo del peso de la carga y de la banda

El peso lineal de la banda se determina por la fórmula :

$$q_b = 1.1 \left(\int_b B \right)$$

b = espesor de la banda (mm) 14,6

B = ancho de la banda (m) 1

La fórmula realiza el ajuste del sistema de unidades.

$$q_b = 1.1 (14.6) (1)$$

$$q_b = 16.06 \text{ Kg/m}$$

- Cálculo del peso de la carga por metro de banda :

$$q_c = \frac{Q}{3.6 v}$$

$$Q = \text{Productividad en TM/h} = 1895$$

$$v = \text{Velocidad de la Banda} = 3 \text{ m/seg}$$

$$q_c = \frac{1895}{3.6 (3)}$$

$$q_c = 175,4 \text{ Kg/m}$$

3.1.5 Determinación del tipo, espacio y peso de los rodillos.

La elección del tipo de rodillos se determina por el tamaño, peso, cantidad y granulometría del material a ser transportado.

Existen diferentes series de rodillos, éstas se determinan de acuerdo a :

- frecuencia de servicio
- frecuencia de abrasividad
- peso del material
- condiciones de carga y descarga

De acuerdo a esto seleccionamos para el ramal de trabajo, rodillos de apoyo acanalado con inclinación de 20° de la serie ST-2000 y en el ramal inferior rodillos de apoyo plano de la misma serie.

Las dimensiones de los rodillos de acuerdo a las dimensiones de la banda será:

f = coeficiente de fricción para rodillos:

Se elige por tablas del Catálogo "BANDO" para aparatos equipados con rodillos particularmente de media revolución resistente y de buenas condiciones de instalación. $f = 0,022$

L_o = Coeficiente de corrección para la distancia entre centro de poleas para estas mismas condiciones.

$$L_o = 66 \text{ m}$$

v = Velocidad de la banda m/min 180

L = Distancia horizontal entre los centros de 2 poleas principales, asumimos la distancia total debido a que no utilizaremos poleas intermedias
 $L = 1200 \text{ metros}$.

W = peso de las partes móviles sin material --
acarreado Kg/m

$$W = \frac{q_{r'}}{l_{r'}} + \frac{q_{r''}}{l_{r''}} + 2 q_b$$

$q_{r'}$, $q_{r''}$ = Peso de los rodillos del ramal superior e inferior.

$l_{r'}$, $l_{r''}$ = Distancia entre rodillos del ramal superior e inferior.

q_b = Peso lineal de la banda.

$$W = \frac{14,1}{1,2} + \frac{4,3}{3} + 2 (16 \text{ Kg/m})$$

$$W = 45 \text{ Kg/m}$$

$$P_1 = \frac{(0,06) (0,022) (45) (180) 1266}{367}$$

$$P_1 = 36,3 \text{ KW}$$

Superiores: $\emptyset 133 \times 365 \text{ mm}$

Inferiores: $\emptyset 133 \times 1165 \text{ mm}$

- Distancia entre los rodillos:

Se elige de acuerdo al ancho de banda y la densidad del material por tablas:

Para $B = 1000 \text{ mm}$ y $\rho = 1 - 2 \text{ TM/m}^3$

Seleccionamos para el ramal superior:

$r' = 1200 \text{ mm}$ (Distancia entre los rodillos superiores).

$r'' = 3 \text{ m}$ (Distancia entre los rodillos inferiores).

- Peso de los rodillos de apoyo

- Ramal superior

$$q_{ra} = \frac{10B + 7}{r'} = \frac{10(1) + 7}{1,2\text{m}} = 14,1 \text{ Kg/m}$$

- Ramal inferior

$$q_{rp} = \frac{10B + 3}{r''} = \frac{10(1) + 3}{3 \text{ m}} = 4,3 \text{ Kg/m}$$

3.1.6 Determinación de la potencia necesaria para la transmisión, banda de 1000 mm.

La potencia requerida para la transmisión de un transportador de banda es un factor fundamental en las condiciones de diseño y se considera la base para seleccionar el motor y otros componentes de la transmisión.

Para el cálculo determinaremos lo siguiente:

- Potencia para mover la banda en vacío (P_1) KW

$$P_1 = \frac{0,06 F V v (L + L_G)}{367}$$

- Cálculo de la potencia necesaria para mover la carga a nivel.

$$P_2 = \frac{fQ (L + L_0)}{367}$$

Q = Productividad

1895 TM/h

$$P_2 = \frac{0,022 (1895) (1266)}{367}$$

$$P_2 = 143,7 \text{ KW}$$

- Cálculo de la potencia para elevar la carga.

$$P_3 = \frac{HQ}{367}$$

H = Altura de elevación

de la carga + 20 m

$$P_3 = \frac{+20 (1895)}{367}$$

+ = Ascendente

$$P_3 = 103,2 \text{ KW}$$

P_t = Potencia adicional de reserva para mover un dispositivo que se quiera utilizar y --
disparador automático o rascador:

$$\text{Para } B = 1000 \text{ mm} - P_t = 3,55 \quad (+)$$

Potencia total necesaria en el árbol del motor:

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_t$$

$$P_T = 36,3 + 143,7 + 103,2 + 3,55$$

$$P_T = 286,7 \text{ KW} \quad 391 \text{ CV}$$

Potencia necesaria en el motor:

$$P_M = \frac{P_T}{\eta} = \frac{391 \text{ CV}}{0,95} = 416 \text{ CV}$$

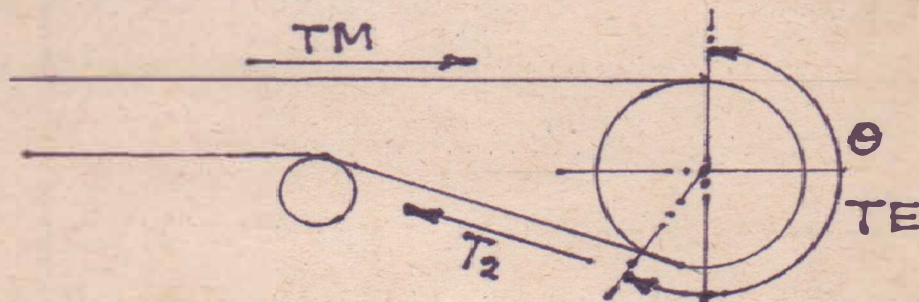
Para rodamientos

$$\eta = 0,95$$

$$P_M = \frac{P_T}{\eta} = \frac{391 \text{ CV}}{0,95} = 416 \text{ CV}$$

Necesitamos en el motor una potencia 420-425 CV

3.1.7 Cálculo de las tensiones requeridas para la banda en su operación:



- Cálculo de la tensión efectiva:

$$T_E = \frac{6120 \times P_T}{V}$$

$$T_E = \frac{6120 (286 \text{ KW})}{180 \text{ m/min}}$$

$$T_E = 9724 \text{ Kg}$$

- Cálculo de la tensión de lado o de salida del tambor:

$$T_2 = T_E \times \frac{1}{e^{\mu \theta}}$$

$\frac{1}{e^{\mu \theta}}$ = Coeficiente impulsor. Se elige por tablas.

μ = Coeficiente de fricción entre la banda y la polea motriz.

θ = Angulo abrazador entre la polea y la banda.

Para este cálculo es necesario el análisis de las características de la polea a utilizar.

Seleccionamos una polea en condiciones secas y áspera con revestimiento de goma $\mu = 0,35$.

Para un ángulo $\theta = 208^\circ$

$$\frac{1}{e^{\mu\theta} - 1} = 0,4$$

$$T_2 = 9724 \text{ Kg (0,4)}$$

$$T_2 = 3889 \text{ Kg}$$

- Cálculo de la tensión de inclinación requerida por la banda.

$$T_3 = W_1 (H + f L')$$

$$W_1 = \text{Peso de la banda por tablas} \quad B = 1000 \text{ mm}$$

$$W_1 = 23 \text{ Kg/m}$$

$$L = \text{Distancia horizontal de la banda inclinada} = 580 \text{ metros.}$$

$$T_3 = 23 \cdot 20 + 0,022 (580 \text{ m})$$

$$T_3 = 752 \text{ Kg}$$

- Cálculo de la tensión a la comba o flexión de la banda.

$$T_4 = \frac{50}{8} Lr' \left(\frac{q}{0,06 v} + q_b \right)$$

$$T_4 = \frac{50}{8} (1,2) \left(\frac{1895}{0,06 (180)} + 16,06 \text{ Kg/m} \right)$$

$$T_4 = 1413 \text{ Kg}$$

- Cálculo de la tensión máxima de la banda (Kg):

$$T_M = T_0 + T_2$$

$$T_M = 9724 + 3889$$

$$T_M = 13613 \text{ Kg}$$

- Cálculo de la tensión unitaria máxima:

$$\frac{T_M}{B} = \text{Kg/cm} = \frac{13613 \text{ Kg}}{100 \text{ cm}} = 136 \text{ Kg/cm}$$

realizamos la comprobación para el tipo de banda -
elegido SF-1250.

Valor máximo de tensión $[T] = 179 \text{ Kg/cm}$

$T_{cal} \leq [T]$ se cumple

Debemos señalar que de haber elegido un tipo de --
banda menos resistente el coeficiente de seguridad
de tensiones hubiera sido muy pequeño, aumentando-
más la posibilidad de rotura con el tiempo.

3.1.8

Cálculo de la flexión de la banda

- Determinación del radio mínimo de flexión:

$$R_{m/m} \geq \frac{S}{q_b} K_1 \quad (m)$$

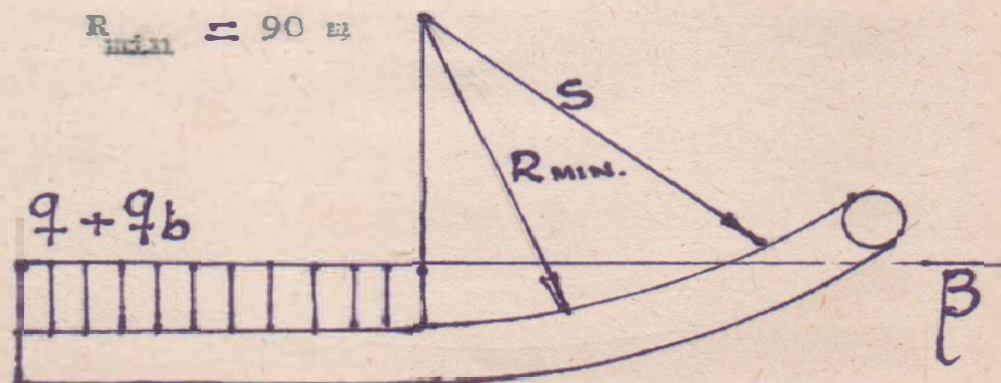
S = tensión máxima de la banda a la flexión

q_b = peso de la banda

R_1 = coeficiente que depende del ángulo de incli-
nación $= 0 - 8^\circ$, $R_1 = 1,02$

$$R_{m/m} = \frac{1413 \text{ Kg}}{16 \text{ Kg/m}} (1,02)$$

$$R_{m/m} = 90 \text{ m}$$



Esquema ilustrativo

- Cálculo de la flecha máximo entre los rodillos de
apoyo.

$$f_{\max} = \frac{(q_c + q_b) l r^2}{8 S_{\min}}$$

donde:

q_c = Peso de la carga

q_b = Peso de la banda

$l r$ = Distancia entre rodillos

$S_{\min}$ = Tensión mínima admisible de la banda

$$S_{\min} = \frac{(q_c + q_b) l r^2 \cos^2 \alpha}{f}$$

f = Flecha admisible entre rodillos 0,036 m -
de acuerdo a la distancia entre rodillos.

$$= 2 \text{ Tn/m}^3$$

= Angulo de inclinación - $20^\circ 30'$

luego

$$S_{\min} = \frac{(175 \text{ Kg/m} + 16 \text{ Kg/m}) (1,2)^2 \cos^2 20^\circ 30'}{2 \text{ Tn/m}^3 \cdot 0,036 \text{ m}}$$

$$S_{\min} = 3738 \text{ Kg}$$

luego:

$$f_{\max} = \frac{(175 + 16) (1,44 \text{ m}^2)}{8 (3738 \text{ Kg})} = 0,0092 \text{ m}$$

$$f_{\max} = 0,0092 \text{ m}$$

luego:

$$f_{\max} \checkmark$$

$$0,0092 \text{ m} < 0,036$$

Dimensiones recomendables de los atambores:

Tambor motriz o de mando - $\varnothing 1000 \times 1300 \text{ m}$

Tambor de vertido - $\varnothing 800 \times 1300 \text{ m}$

Tambor de desviación o flexión $\varnothing 630 \times 1300 \text{ m}$

3.1.9 Cálculo de la relación de transmisión del reductor y aceleración de la banda.

$$i_r = \frac{(D_t + b) W_m}{2 v}$$

D_t = diámetro del tambor motriz - 1000 mm

b = espesor de la banda - 14,6 mm

v = velocidad - 3 m/seg

W_m = velocidad angular del árbol del motor

$$W_m = \frac{n}{30}$$

n = número de revoluciones del motor, suponemos -
1800 r.p.m.

$$W_m = 188,4 \text{ r/seg}$$

luego:

$$i_r = \frac{(1 + 0,0146) (188,4 \text{ r/seg})}{2 (3 \text{ m/seg})}$$

$$i_r = 32$$

+ Cálculo de la aceleración de la banda

$$A = \frac{g (X - 1) T_E}{2L (q_o + 2q_b + q_{r'} + q_{r''})}$$

g = aceleración de la gravedad - 10 m/seg^2

X = factor de arranque (por tablas) - 1,6

T_E = tensión efectiva - 9724 Kg

L = longitud total del transportador - 1365 m

q_o = peso de la carga - 175 Kg/m

q_b = peso de la banda - 16,06 Kg/m

$q_{r'}$ = peso de los rodillos de apoyo - 14 Kg/m

$q_{r''}$ = peso de los rodillos de apoyo del ramal -

inferior 4,3 Kg/m

$$A = \frac{10 (0,6) (9724)}{2 (1365) (175+324) 14 + 4,3}$$

$$A = 0,03 \text{ m/seg}^2$$

Tiempo que tarda la banda en dar una vuelta:

$$t_v = \frac{2L}{v} = \frac{2 (1365)}{3}$$

$$t_v = 910 \text{ seg}$$

3.1.10

Cálculo del momento de arranque estático del motor

En la operación del transportador debe cumplirse - la siguiente condición:

$$Marr_{mot} \geq Marr_{est}$$

$$Marr_{est} = \frac{Pa (D_t + \int b)}{2 \eta_a i_r}$$

Pa = fuerza de tracción estática durante el arranque.

D_t = diámetro del tambor motriz

b = espesor de la banda

a = eficiencia de arranque

i_r = relación de transmisión del reductor

$$Pa = (T_E - q_o H) K_a + q_o H$$

K_a = coeficiente de corrección de la resistencia estática, tomados para condiciones óptimas del motor = 1,12

$$T_E = 9724 \text{ Kg}$$

$$q_o = 175 \text{ Kg/m}$$

$$= 20 \text{ m}$$

$$Pa = 9724 \text{ Kg} - 175 (20) 1,12 + 175 (20)$$

$$Pa = 10470 \text{ Kg}$$

Cálculo de la eficiencia de arranque:

$$\eta_a = 1 - (1 - \eta_o) C_t K_a$$

C_t = coeficiente de disminución de la resistencia del tambor - 0,6

η = Eficiencia de la transmisión - 0,95

a = $1 - (1 - 0,95) \cdot 0,6$ (1,12)

a = 0,64

$$Marr_{est} = \frac{Pa (D_t + \int b)}{2 a Lr}$$

$$Marr_{est} = \frac{10470 (1 + 0,0146)}{2 (0,64) (32)}$$

$$Marr_{est} = 264 \text{ Kg/m}$$

Parámetros determinados para la Variante I:

- Ancho de banda - B 1000 mm
- Velocidad de la banda - 3 m/seg
- Productividad horaria - 1895 TM/h; con reserva productiva de 15%
- Angulo de inclinación del transportador - $26^{\circ}30'$
- Distancia entre rodillos de apoyo de carga - 1,2 m
- Distancia entre rodillos de apoyo inferior - 3 m
- Peso de los rodillos de apoyo
 - a) ramal de trabajo - 14,1 Kg/m
 - b) ramal libre - 4,3 Kg/m
- Peso de la carga - 175 Kg/m
- Peso de la banda - 16,06 Kg/m
- Potencia necesaria en el arbol del motor - 391 CV
- Potencia necesaria del motor - 416 CV
- Tensión máxima de la banda - 13613 Kg
- Tensión de trabajo - 136 Kg/m
- Tensión de flexión - 1413 Kg

- Peso de los rodillos de apoyo:
 - a) ramal superior : 11,5 m
 - b) ramal inferior : 3,6 m
- Peso de la carga: 125 Kg/m
- Peso de la banda: 12,4 Kg/m
- Potencia necesaria en el árbol: 200 CV
- Potencia necesaria en el motor: 210 CV
- Tensión máxima de la banda: 9599 Kg
- Tensión de trabajo: 120 Kg/cm
- Tensión a la flexión: 1000 Kg
- Radio mínimo de flexión: 85 m
- Tensión mínima admisible de la banda: 2962 Kg
- Flecha máxima entre rodillos: 0,0097 m
- Relación de transmisión : 38
- Aceleración de la banda: 0,07 m/seg
- Momento de arranque estático del motor: 141 Kg/m

En estos epígrafes hemos determinado de forma general los parámetros fundamentales de cálculo del transportador principal del sistema para los dos tipos de banda. Debemos aclarar que el cálculo definitivo se realizará en detalles a la hora de realizar el proyecto ejecutivo a este respecto.

Por nuestros cálculos observamos desde el punto de vista técnico la ventaja de la banda de 800 mm debido a :

- Menor potencia del motor
- Menores tensiones
- Menores dimensiones de poleas y rodillos
- Mayor sencillez en la instalación

- Radio mínimo a la flexión - 90 m
- Tensión mínima admisible - 3738 Kg
- Flecha máxima entre rodillos - 0,0092 m
- Relación de transmisión - 32
- Aceleración de la banda - $0,08 \text{ m/seg}^2$
- Momento de arranque estático - 264 Kg/m

3.2

Cálculo de la Variante II

Como vemos en el cálculo anterior era necesario - una banda standard de 1000 m de ancho suponiendo - las condiciones iniciales de producción.

En este epígrafe nos basaremos para el cálculo de los parámetros principales del transportador en -- tratar de obtener para el transportador intermedio de este sistema un ancho de banda de 300 mm para lograr unificar esta banda con la del transportador principal C0-8 de Yamanigüey con esto disminuirán los costos de la instalación y disminuirán los costos de las inversiones aunque para esto tendremos un aumento en los costos por concepto de almacenamiento de material.

Datos iniciales

Volúmen a remover al año - 2463848 m^3

Días de trabajo - 299

Horas de trabajo - 10

húmedo - 2 Tm/m^3

Material laterítico ferruginoso (escombro)

Inclinación del transportador - $2^{\circ}30'$

Distancia entre ejes de tambores - 1200 m

Desnivel entre ejes - 20 m

Reserva de producción - (para el cálculo) 14%

Para esta variante hemos previsto duplicar el número de horas de trabajo del transportador y por consiguiente aumentar el parque de equipos y el personal necesario para el trabajo adicional del transportador de 10 horas.

Para esto se apilará el material en la cabeza del alimentador :

$$V_h = 2463848 \text{ m}^3/299 = 8240 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$V_h = \text{Productividad horaria} = 412 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_h = V_h \times \gamma$$

$$Q_h = 412 (2)$$

$$Q_h = 824 \text{ Tm/h}$$

$$r = 14 \%$$

$$Q_t = Q_h \times r$$

$$Q_t = 824 \times 1,14$$

$$Q_{\text{tub}} = 939 \text{ Tm/h}$$

Debemos señalar que para esta variante tenemos una gran reserva de productividad.

3.2.1

Cálculo del ancho de banda

$$B = \sqrt{\frac{Q_{\text{tub}}}{324 C_1 \gamma V}}$$

C_1 = Coeficiente del ángulo de inclinación del transportador

$$\text{por } \beta = 0 - 10^\circ - C_1 = 1$$

γ = Peso volumétrico del material 2 TM/m^3

V = Velocidad de la banda - teniendo en cuenta -
la gran reserva de productividad hemos decidido disminuir la velocidad para este caso -
de 180 - 140 m/min.

V = 140 m/min - 2,5 m/seg

$$B = \frac{939}{324 (1) (2) (2,5)}$$

B = 0,76 m 800 mm con reserva de 144

B = 0,713 m 800 mm sin reserva productiva

3.2.2 Selección de la banda

En esta variante elegiremos una banda de barras de acero del tipo ST-1000 con las siguientes características que son las de la banda del CO-8.

Diámetro del cable	4,1 mm
Intervalo entre cables	14,5 mm
Revestimiento superior	5 mm
Revestimiento inferior	5 mm
Espesor de la banda	14,1 mm

- Diámetros mínimos recomendables de poleas

Motriz	Ø 850 mm
Reenvío	Ø 700 mm
Inflexión	Ø 500 mm
Resistencia a la tensión	1000 Kg/cm
Módulo de young	64140 Kg/cm
Valor máximo de tensión	143 Kg/cm

3.2.3 Cálculo del peso de la banda y la carga:

$$q_b = 1,1 (\gamma B)$$

$$q_b = 1,1 (14,1) (0,8)$$

$$q_b = 12,4 \text{ Kg/m}$$

Cálculo del peso de la carga por metro de banda:

$$q_c = \frac{Q}{3,6 v} = \frac{939 \text{ Tm/h}}{3,6 (2,5)}$$

$$q_c = 125 \text{ Kg/m}$$

3.2.4 Espacio entre rodillos, tipo y peso de los mismos:

Por tablas para:

$$B = 800 \text{ mm y } 1 - 2 \text{ Tm/m}^3$$

escogemos:

$$l_r' = \text{Distancia entre rodillos ramal superior --} \\ 1,3 \text{ m.}$$

$$l_r'' = \text{Distancia entre rodillos ramal inferior --} \\ 3 \text{ m.}$$

Peso de los rodillos de apoyo:

Ramal de trabajo

$$q_r' = \frac{10B + 7}{l_r'} = \frac{10 (0,8) + 7}{3}$$

$$q_r' = 11,5 \text{ Kg/m}$$

Ramal inferior

$$q_r'' = \frac{10B + 3}{l_r''} = \frac{10 (0,8) + 3}{3}$$

$$q_r'' = 3,6 \text{ Kg/m}$$

La serie de los rodillos sería la misma que para la variante anterior ST-2000.

3.2.5 Determinación de la potencia necesaria para la transmisión.

- Potencia para mover la banda en vacío

$$P_1 = \frac{0,06 f_{wv} (L + L_0)}{367}$$

f = Coeficiente de fricción para rodillos, se elige por catálogos.

Para rodillos de mediana revolución y resistentes :

$$f = 0,022$$

L_0 = Coeficiente de corrección para la distancia entre centros de poleas para las mismas condiciones .

$$L_0 = 66 \text{ m}$$

V = Velocidad de la banda 140 m/mín

L = Distancia horizontal entre los centros de 2 poleas 1200 m

W = Peso de las partes móviles sin material acarreado.

$$W = \frac{q_{r'} l_{r'}}{l_{r'}} + \frac{q_{r''} l_{r''}}{l_{r''}} + 2 q_b$$

q_b = peso de la banda

$q_{r'}$, $q_{r''}$ = peso de los rodillos

$l_{r'}$, $l_{r''}$ = distancia entre rodillos

$$W = \frac{11,5}{1,3} + \frac{3,6}{3} + 2 (12,4)$$

$$W = 8,8 + 1,2 + 24$$

$$W = 34 \text{ Kg}$$

$$P_1 = \frac{(0,06) (0,022) (34) (140) 1266}{367} \text{ KW}$$

$$P_1 = 21,6 \text{ KW}$$

- Potencia para mover la carga a nivel

$$P_2 = \frac{fQ (L + L_0)}{367}$$

Q = Productividad TM/h

$$P_2 = \frac{0,022 (939) 1266}{367}$$

$$P_2 = 71 \text{ KW}$$

- Cálculo de la potencia para elevar la carga

$$P_3 = \pm \frac{H Q}{367} \quad \begin{array}{l} + \text{ Ascendente} \\ - \text{ Descendente} \end{array}$$

H = Desnivel entre ejes 20 m

Q = Productividad - 939 $\frac{1}{2}$ TM/h

$$P_3 = + \frac{20 (939)}{367}$$

$$P_3 = 51,17 \text{ KW}$$

P_t = Potencia adicional para mover en equipo --
auxiliar utilizado (rascador).

$$P_B = 300 \text{ mm} + 2,65 \text{ KW}$$

P_T = Potencia necesaria en el árbol del motor

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_t$$

$$P_T = 146 \text{ KW} \quad P_T = 200 \text{ CV}$$

- Potencia necesaria del motor

$$P_M = \frac{P_T}{\eta} \quad \eta = \text{eficiencia de la transmisión } 0,95$$

$$P_M = \frac{200 \text{ CV}}{0,95} = 210$$

3,2.6

Cálculo de Los tensores requeridos para la banda

- Cálculo de la tensión efectiva

$$T_E = \frac{6120 (P_T)}{V}$$

$$P_T = \text{KW}$$

$$V = \text{m/min}$$

$$T_E = \frac{6120 (146,4 \text{ KW})}{140 \text{ m/min}}$$

$$T_E = 6399 \text{ Kg}$$

- Cálculo de la tensión de lado (Sehd)

$$T_2 = T_E \left(\frac{1}{C_{\mu 0-1}} \right)$$

$\frac{1}{C_{\mu 0-1}} =$ Coeficiente impulsor de tablas de --
de acuerdo a la característica de las
poleas y teniendo en cuenta que la --
transmisión de bandas se realiza por-
fricción de acuerdo a una ley logarít-
mica y por la condición límite de Eu-
ler.

Condición de las poleas: Asperas con recubrimien-
to (Lagged Polley)

Condición húmeda:

$\mu = 0,3$:- Coeficiente de fricción entre la po-
lea y la banda.

$\alpha = 210^\circ$ - Angulo de abrace entre la polea y -
la banda,

luego para estas características:

$$\frac{1}{-1} = 0,499$$

luego:

$$T_2 = 6399 (0,499)$$

$$T_2 = 3200 \text{ Kg}$$

- Cálculo de la tensión de inclinación :

$$T_3 = W_1 (H \pm f L')$$

$$W_1 = \text{Peso ordinario de la banda (Tablas) } 14 \text{ Kg}$$

$$L' = \text{Longitud horizontal de la parte inclinada} \\ 580 \text{ m}$$

$$H = 20 \text{ m}$$

$$f = 0,022$$

$$T_3 = 14 (20 + 0,022 (580))$$

$$T_3 = 458 \text{ Kg}$$

- Cálculo de la tensión a la comba

$$T_4 = 50/8 \text{ lb' } \left(\frac{0,06 (V)}{0,06 (V)} + q_b \right)$$

$$T_4 = 6,2 (1,3) \frac{939}{0,06 (140)} + 12,4$$

$$T_4 = 1000 \text{ Kg}$$

- Cálculo de la tensión máxima.

$$T_m = T_E + T_2$$

$$T_m = 5339 + 3200$$

$$T_m = 9599 \text{ Kg}$$

- Cálculo de la tensión unitaria máxima.

Tensión de trabajo

$$T_m = \frac{T_m}{B} = \frac{9599 \text{ Kg}}{80 \text{ cm}}$$

$$T_m = 120 \text{ Kg/cm} \quad T_{\text{máx}} = \text{ST-1000}$$

$$T_{\text{máx. ST-1000}} = 143 \text{ Kg/cm}$$

3.277

Cálculo de la flexión

- Cálculo del radio mínimo de flexión

$$R_{\min} \geq \frac{S_{flex}}{q_b} K_1$$

K_1 = Coeficiente de corrección 1,02

S_{flex} = Tensión a la comba 1000 Kg

q_b = Peso de la banda 12,4 Kg/m

$$R_{\min} = \frac{1000 \text{ Kg}}{12,4 \text{ Kg/m}} \cdot 1,02$$

$$R_{\min} = 85 \text{ m}$$

Cálculo de la flecha máxima entre rodillos:

$$f_{\max} = \frac{(q_c + q_b) l_r^2}{85 \text{ m}}$$

Determinamos la tensión mínima admisible: $S_{\min}$

$$S_{\min} = \frac{(q_c + q_b) l_r^2 \cos^2 \gamma}{f}$$

q_c = peso de la carga 125 Kg/m

q_b = peso de la banda 12,4 Kg/m

l_r = distancia entre rodillos de apoyo 1,3 m

$\gamma = 2 \text{ m/m}^3$ = Angulo de inclinación $2^\circ 30'$

f = flecha admisible $f = 0,03 l_r$

Luego :

$$S_{\min} = \frac{(125 + 12,4) (1,3)^2 (0,998)}{2 (0,039)}$$

$$S_{\min} = 2962 \text{ Kg}$$

luego la flecha máxima entre rodillos será:

$$f_{\max} = \frac{(q_c + q_b) l_r^2}{8 S_{\min}} = \frac{125 + 12,4}{8 (2962)} (1,69)$$

$$f_{\max} = 0,00979 \text{ m} < f$$

3.2.8

Cálculo de la relación de transmisión necesaria y
aceleración de la banda.

$$l_r = \frac{(D_t + b) V_m}{2 V}$$

$$D_t = \text{Diámetro del tambor} : 1000 \text{ mm}$$

$$b = \text{Espesor de la banda} = 14,1 \text{ mm}$$

$$V = 2,5 \text{ m/seg}$$

$$W_{El} = 188 \text{ R/seg}$$

$$l_r = \frac{(1 + 0,014) (188)}{2 (2,5)}$$

$$l_r = 38$$

- Cálculo de la aceleración de la banda.

$$A = \frac{g (X - 1) T_E}{2 L (q_c + 2q + q_{r1} + q_{r11})}$$

$$g = 10 \text{ m/seg}^2$$

$$X = \text{factor de arranque} = 1,6$$

$$T_E = 6400 \text{ Kg}$$

$$= 1365 \text{ m}$$

$$q_{r11} = 3,6 \text{ Kg/m}$$

$$q_{r1} = 11,5 \text{ Kg/m}$$

$$q_c = 125 \text{ Kg/m}$$

$$q_b = 12,4 \text{ Kg/m}$$

$$A = \frac{10 (0,6) (6400)}{2 (1365) (125 + 24 + 11,5 + 3,6)}$$

$$A = 0,069 \text{ m/seg}^2$$

- Tiempo que tarda la banda en dar una vuelta.

$$t_v = \frac{2 L}{V} = \frac{2 (1365)}{2,5 \text{ m/seg}}$$

$$t_v = 1092 \text{ seg}$$

3.2.9 Cálculo del momento de arranque estático del motor.

$$M_{arr\ Est} \leq M_{arr\ mot}$$

$$M_{arr\ Est} = P_a \frac{(D_t + \int b)}{2 \eta_a l_r}$$

P_a = fuerza de tracción durante el arranque

D_t = diámetro del tambor

b = espesor de la banda

l_r = relación de transmisión

$$P_a = (T_E - q_c H) K_c + q_c H$$

$$P_a = 6400 - 125 (20) \quad 1,12 + 125 (20)$$

$$P_a = 6868 \text{ Kg}$$

η_a = eficiencia de arranque por los cálculos anteriores - 0,64 .

$$M_{arr\ Est} = \frac{6868 (1,014)}{2 (0,64) (38)}$$

$$M_{arr\ Est} = 141 \text{ Kg/m}$$

Principales parámetros determinados para la Variante II

te II

- Ancho de banda - 800 mm
- Velocidad de la banda 2,5 m/seg
- Productividad horaria con reserva de 14 % . 939 Tn/h
- Angulo de inclinación del transportador 2°30'
- Distancia entre rodillos :
 - a) ramal superior : 1,3 m
 - b) ramal inferior : 3 m

CAPITULO IV

CALCULO ECONOMICO DE LAS VARIANTES A COMPARAR

4.1 Generalidades

En este capítulo realizaremos el cálculo técnico-económico de las dos variantes propuestas como -- sistema de transporte de escombros hacia los límites del yacimiento. Es necesario señalar que por insuficiencia de datos reales y por ser un proyecto que se encuentra en fase preliminar de estudio hemos tenido que dar los costos de las diferentes partes del transportador tomando como referencia los costos totales de las inversiones realizadas para la compra en el mercado español del transportador actual de 2300 metros que se utiliza para el transporte de mineral a la Planta de Pulpa, -- así teniendo en cuenta que nuestro transportador tiene cierta similitud y para lograr el principio de unificación y estandarización proponemos las inversiones de éste por la misma vía del actual. -- Así plantearemos los costos aproximados del equipo que da objetivo a este trabajo en base a lo anteriormente expuesto.

4.1.1 Especificaciones necesarias para realizar el análisis económico.

Teniendo en cuenta que las variantes del sistema de transporte los hemos concebido de la forma si-

guiente:

VARIANTE I: 10 horas $Q = 1643 \text{ TM/h}$ sin reserva.

- Alimentador móvil de ancho de banda de 1400 mm y velocidad de 1,43 m/seg.
- Machacadora.
- Banda principal de 1365 m de longitud con ancho de banda de 1000 mm y velocidad de 3 m/seg
- Formador de escombreras.

VARIANTE II : 20 horas $Q = 824 \text{ TM/h}$

- Alimentador móvil de ancho de banda 1400 mm y $V = 0,75 \text{ m/seg}$.
- Machacadora
- Banda principal; ancho 800 mm y $V = 2,5 \text{ m/seg}$.
- Formador de escombreras.

Teniendo en cuenta que el elemento más costoso de ambas variantes es el transportador principal y que los demás equipos presentan una variación muy pequeña en ambas variantes. El cálculo económico-comparativo lo haremos en base al transportador principal.

Elementos del costo de producción

- Amortización
- Mantenimiento y reparaciones
- Salario
- Seguridad Social
- Materiales auxiliares
- Energía eléctrica

- Combustible

4.1.2 Control de los principales gastos del costo.

Amortización:

Se efectúa aplicando las tasas establecidas por el Comité Estatal de Finanzas a los medios básicos ubicados.

Mantenimiento y reparación de equipos:

A cada equipo se le realizan los diferentes mantenimientos según el ciclo establecido por el total de horas trabajadas.

Seguridad Social:

Es un impuesto del 10% sobre el uso de las fuerzas de trabajo que el estado impone a cada centro, para su control no media ninguna información primaria y es calculada en base al trabajo devengado del obrero.

Materiales auxiliares:

Todos los materiales consumidos por los diferentes departamentos son parte de la información primaria que se controla por medio de vales de consumo expedidos por los responsables de los diferentes puestos de trabajo, dichos despachos se realizan de acuerdo a las necesidades o a la existencia, no existiendo un límite por producto ya que no hay normas técnicas de consumo.

Combustibles:

Gasolina - Se controlan mediante bonos que pueden-

ser externos o internos y que son asignados según una cuota a cada equipo. Los bonos externos son para el caso que el equipo salga de la localidad y los internos para ser consumidos en la empresa.

Gas-Oil - El Departamento de Abastecimiento Técnico Material por medio de su sección de Abastecimientos cuenta con una pipa que abastece directamente los diferentes equipos en las áreas de trabajo y el chofer de dicha pipa contabiliza aproximadamente el combustible entregado, pues la pipa no posee un equipo que mida los galones entregados.

Salario:

Diariamente es entregada la tarjeta de tiempo laboral PSA-611 que refleja realmente las horas trabajadas o el tiempo laboral, posteriormente éste se lleva a las máquinas lo que permite realizar el pago quincenal a los obreros.

Energía eléctrica:

Es producida por la propia empresa y suministrada a las zonas de trabajo.

4.2 Cálculo Económico de la primera Variante.

Transportador banda 1000 mm para un turno de 10 horas.

4.2.1 Costos totales por concepto de las inversiones de los diferentes elementos del transportador en el mercado capitalista.

Para estos datos hemos llevado a cabo la conver -

si6n monetaria de pesetas espa6olas seg6n el convenio Hispano-cubano a dollar - 1 dollar - 57,3 - pesetas.

I - 2730 m de banda de tipo ST-1250 \$267 300.00

II- Parte mecánica: La parte mecánica se desglosa en los elementos siguientes:

- a) Tambores
- b) Rodillos de inversi6n
- c) Reductores
- d) Acoplamientos
- e) Frenos hidr6ulicos

Costo total \$154 304. 00

III- Rodillos \$ 47 500.00

IV - Estructura del transportador

dor 294 639.00

V - Motores 13 631.00

Costo total de las inversiones del transportador principal de 1365 m de longitud para la Variante-I .

El costo total de inversi6n de 1365 m de transportador es la suma de los costos de las diferentes partes de la instalaci6n luego:

$$C_T = C_B + C_M + C_R + C_E + C_M$$

C_T - Costo total de inversi6n de un transportador

C_B - Costo total de la banda

C_M - Costo total de la parte mecánica

C_r - Costo total de los rodillos

C_E - Costo total de la estructura

C_M - Costo total de motores

C_T - Costo total :

$$\begin{aligned} & \$267\ 300 + 154\ 304 + 47\ 500 + 294\ 639 \\ & + 13\ 631 \end{aligned}$$

$$C_T = 777\ 374.00$$

4.2.2 Cálculo del gasto total por concepto de amortización del transportador principal

Este cálculo lo haremos en base a 8 años de acuerdo a las normas establecidas:

a) Gasto anual

$$G_{at} = \frac{P_T}{P_a}$$

P_T - Precio del transportador

P_a - Plazo de amortización

$$G_{at} = \frac{\$ 777\ 374}{8 \text{ años}} = 97171.7 \text{ \$/año}$$

b) Gasto horario

$$G_{ac_h} = \frac{G_{at}}{h_a}$$

h_a - Horas de trabajo al año

$$h_a = D \times M \times N_{at}$$

D - Días de trabajo al año 299

M - Número de turnos de trabajo 1

N_{at} - Número de horas de trabajo en un turno 10

$$h_a = 299 \times 1 \times 10$$

$$h_a = 2990 \text{ hrs/año}$$

$$Gat_h = \frac{97171,7 \text{ \$ / Año}}{2990 \text{ hrs/año}} = 32,42 \text{ \$ / hrs}$$

Como este valor lo tenemos expresado en dolares norteamericanos, lo llevamos a su equivalente en peso cubano, según datos de 1983 del Banco Nacional Cubano en canje.

- Un dollar = 0,7573 pesos cubanos

Luego:

$$Gat_h = 24,31 \text{ \$ / h}$$

4.2.3 Cálculo del gasto por concepto de energía eléctrica.

En este cálculo no incluiremos el gasto por concepto de alumbrado por su pequeño valor, lo calcularemos en base al gasto de potencia necesaria de trabajo.

Consumo exigido 286 Kw/h

Costo de Kw/h = \$ 0,065

Luego:

$$G_{ce} = 286 \text{ KWH} - \$ 0,065$$

$$G_{ce} = \$ 13,59 \text{ por horas}$$

4.2.4 Cálculo de gastos por concepto de mantenimiento y reparaciones

Este cálculo no será realizado al no haber sido suministrado los datos por el Departamento Económico de la Empresa, pese a esto, podemos decir que regularmente los costos por concepto de mantenimiento de equipos del transportador representan aproximadamente el 4% del costo total de la instalación. Para este transportador se propone utilizar el mismo equipo de mantenimiento del

transportador C0-8 incrementado en un 10%.

Gasto por concepto de piezas de repuestos

Podemos realizar la observación que en el caso de utilizar la banda de ancho de ~~800~~ mm debido a la unificación con el C0-8, podrían aprovecharse las piezas y disminuir así las inversiones capitales.

4.2.5 Cálculo del gasto por concepto de salario para la operación del sistema de banda.

Teniendo en cuenta que el personal necesario para la operación del sistema es el siguiente en cada turno :

- 1 mecánico "B"
- 1 electricista "B"
- 2 chequeadores
- 3 operadores

En nuestro cálculo no consideraremos como gasto - por concepto de salario de la operación al mecánico y el electricista pues pese a que lo hemos incluido en la organización del trabajo, se incluyen en los gastos salariales por concepto de mantenimiento, luego :

- Cálculo de la tarifa horaria de los operadores - de transportadores en un turno

$$Tu_{op} = No \left[(S_{BO} + N) (R_v) \right]$$

No - Número de operadores 3

S_{BO} - Salario Básico de los operadores \$ 0.79/h

R_v - Coeficiente que tien en cuen-

ta las vacaciones pagadas al
obrero

1,09 \$/h

N- Salario adicional por concepto
de nocividad

0,08 \$/h

luego:

$$T_{ho} = 3 [(0,79 \$/h + 0,08 \$/h) (1,09 \$/h)]$$

$$T_{ho} = 2,82 \$/h$$

Cálculo de la tarifa horaria de los chequeadores
en un turno:

$$T_{oh} = N_{oh} [(S_{Beh} + N) (K_u)]$$

$$N_{oh} = \text{Número de chequeadores} = 2$$

$$S_{Beh} = \text{Salario básico} \quad 0,66 \$/h$$

$$N = \text{Nocividad} \quad 0,08 \$/h$$

$$T_{uch} = 2 (0,66 \$/h + 0,08 \$/h) (1,09 \$/h)$$

$$T_{uch} = 1,60 \$/h$$

Gasto total por concepto de salario para los operadores del sistema de banda.

$$G_{ST} = T_{ho} + T_{uch}$$

$$G_{ST} = 2,82 \$/h + 1,60 \$/h$$

$$G_{ST} = 4,42 \$/h$$

4.2.6 Cálculo económico para los equipos de escombrec

- Número de Traillas

$$N_t = \frac{P_n}{P_{ht}} \cdot K_r$$

$$P_n = \text{Productividad necesaria de transporte} \quad 824 \text{ m}^3/h$$

$$P_{ht} = \text{Productividad horaria de la trailla}$$

Esta se determina por tablas en función de la -
distancia de tiro promedio.

Como hemos fijado el recorrido de la trailla a -
la distancia de 100 m en función de ésto las traill
llas pudieran dar 11,5 viajes/hora, por lo que la-
productividad de una trailla será $55,25 \text{ m}^3/\text{h}$.

K_r = Coeficiente de reserva de equipos
40 % .

luego

$$N_t = \frac{824 \text{ m}^3/\text{h}}{55,25 \text{ m}^3/\text{h}} \times 1,4$$

$$N_t = 21 \text{ traillas} \quad \begin{array}{l} 15 \text{ en operación} \\ 6 \text{ en reserva} \end{array}$$

Cálculo de la amortización de las traillas:

Por datos económicos la amortización de 299 días
de trabajo de una trailla es 2343 \$/año.

- Amortización horaria

$$GaTl_h = \frac{GaTl}{H_a} = \frac{2343.00 \text{ \$/año}}{2990 \text{ hs/año}}$$

$$GaTl_h = 0,78 \text{ \$/h}$$

La amortización de 21 traillas será :

$$GaTl = 21 (0,78 \text{ \$/h}) = 16,38 \text{ \$/h}$$

Cálculo del gasto por concepto de combustible de
la trailla:

Por datos del Departamento Económico de la Empre
sa el gasto por combustible de la trailla es --
0,85 \$/h .

luego:

$$G_{CTI} = 15 (0,35 \text{ \$/h})$$

$$G_{CTI} = 5,25 \text{ \$/h}$$

Gastos por concepto de lubricantes:

Por datos la trailla gasta en lubricante = 0,39\$/h

luego:

$$G_{Lti} = 15 (0,39 \text{ \$/h})$$

$$G_{Lti} = 5,85 \text{ \$/h}$$

Gastos por concepto de salarios de la operación de traillas:

Teniendo en cuenta que se trabajará un turno se necesitarán 15 operadores.

La tarifa horaria del operador de trailla será:

$$T_{ho} = No [(SB + C) (Rv)]$$

C = En este caso el incremento adicional de salario será de 0,16 \\$/h

luego:

El gasto por concepto de salario de la trailla será:

$$G_{STI} = T_{no} = 15 [(1,09 \text{ \$/h} + 0,16 \text{ \$/h})(1,09 \text{ \$/h})]$$

$$G_{STI} = 20,40 \text{ \$/h}$$

4.2.7 Costo de los bulldozeros

- Cálculo del número de bulldozeros

Número requerido de bulldozeros:

$$N_B = \frac{P_n}{P_B}$$

P_B = Productividad de un buldo -
zer.

$$N_B = \frac{824 \text{ m}^3/\text{h}}{143 \text{ m}^3/\text{h}} - \times 1,4$$

N_B = 8 bulldozers 6 en operación
 2 en reserva

Por datos la amortización de 299 días de un bulldozer es 7884 \$/año .

Amortización horaria: $GaBh = \frac{BaB}{H_a}$

$$G_{AB_h} = \frac{7884 \text{ \$/año}}{2990 \text{ hrs/año}} = 2,63 \text{ \$/hr}$$

$$G_{AB,n} = 8 (2,63 \text{ \$/hr}) = 21,0 \text{ \$/hr}$$

- Gastos por conceptos de combustible del bulldo -
zer:

- Gastos de combustibles de un bulldozer - 0,69 \$/h

$$G_{CB} = 6 \cdot (0,69 \text{ \$/h}) = 4,14 \text{ \$/h}$$

- Gastos de lubricantes del bulldozer

$$G_{LB} = 6 \cdot (0,26 \text{ \$/h}) = 1,56 \text{ \$/h}$$

- Gastos por concepto de salario de la operación - del bulldozer, se necesitan una fuerza de seis - operadores.

$$To_B = GS_B = 6 (0.98 + 0.16) (1.09)$$

$$GS_B = 7.44 \text{ \$/h}$$

4.2.8 Gastos generales por concepto de equipos de la Variante I.

$$G_{eq} = Gat_n + GEE + Gat_{ih} + GCTi + GLti + GaB_h + GoB + GLB$$

Gat_n = Gasto de amortización del transportador

GEE = Gasto por concepto de energía eléctrica -

Gat_{ih} = Gasto por concepto de amortización de las traillas.

$Gcti$ = Gasto por concepto de combustible de las traillas.

$GLti$ = Gasto por concepto de lubricantes de las traillas.

GaB_h = Gasto por concepto de amortización de los bulldozeros .

GoB = Gasto por concepto de combustible de los bulldozeros.

GLB = Gasto por concepto de lubricantes de los bulldozeros.

$$G_{eq} = 24.31 + 18.59 + 16.38 + 12.75 + 5.85 + 21.04 + 4.14 + 1.56 \text{ \$/h}$$

$$G_{eq} = 104.62 \text{ \$/h}$$

Cálculo del costo de 1 m³ de escombros transportado por concepto de equipos para la Variante I .

$$C_{1m^3} = \frac{C_{eq}}{Z}$$

Z = metros cúbicos a transportar por horas --
824

C_{eq} = Gasto total horario por concepto de equi -
pos

$$C_{1m^3} = \frac{104.62 \text{ \$/h}}{824 \text{ m}^3/\text{h}} = 0.126 \text{ \$/m}^3$$

4.29 Cálculo del gasto por concepto de salario de la - Variante I

$$GS = GS_T + GS_{Ti} + GS_B$$

GS_T = Gasto por concepto de salario de la opera -
ción del sistema de bandas 4.42 \\$/h

GS_{Ti} = Gasto por concepto de salario de la opera -
ción de las traillas 20.40 \\$/h

GS_B = Gasto por concepto de salario del bulldo -
zer. 7.44 \\$/h

$$GS = 4.42 + 20.40 + 7.44 \text{ \$/h}$$

$$GS = 32.26 \text{ \$/h}$$

Costo de 1 m³ por concepto de salario de la Varian -
te I

$$C_{1m^3} = \frac{GS}{Z}$$

$$C_{1m^3} = \frac{32.26 \text{ \$/h}}{824 \text{ m}^3/\text{h}} = 0.039 \text{ \$/m}^3$$

4.2.10 Costos totales de la Variante I con :

10 horas de trabajo del transportador

10 horas de trabajo de las traillas

10 horas de trabajo de los bulldozeros

$$GT = G_{eq} + GS$$

$$GT = 104,62 + 32,26 \text{ \$/h}$$

$$GT = 136,88 \text{ \$/h}$$

Costo total de 1 m^3 transportado por la Variante I

$$C_{1\text{m}^3\text{T}} = \frac{GT}{Z} = \frac{136,88 \text{ \$/h}}{824 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,165 \text{ \$/m}^3$$

4.3 Cálculo de la Variante II

En esta variante se contempla una organización del trabajo con la cual el ancho de banda del transportador principal sea de 800 mm, para esto es necesario realizar un apilamiento de escombros, esto conlleva a una disminución de la productividad horaria del transportador y los bulldozeros a $412 \text{ m}^3/\text{h}$ es decir, se reducirá a la mitad, aumentándose a dos turnos el tiempo de trabajo de estos equipos mientras tanto se mantendrá la productividad horaria de $824 \text{ m}^3/\text{h}$ de las traillas y un solo turno de trabajo de 10 horas, de esta forma mantendremos constante la productividad diaria y anual exigida de transporte.

Resumen

Transportador 20 horas

Bulldozer 20 horas

Traillas 10 horas

Costo total de las inversiones del transportador principal :

Longitud: 1365 metros -ancho de banda: 800 mm

<u>Elementos</u>	<u>Precio en dolares</u>
Banda. ST-1000	\$ 171 308
Rodillos	44 747
Estructura	241 950
Mecánica	110 934
Motores	<u>7 200</u>
Total	\$ 576 139

Cálculo del gasto total por concepto de amortiza -
ción del transportador para 3 años :

$$G_{AT} = \frac{PT}{Pa} = \$ \frac{576\ 139}{3\ \text{años}}$$

$$G_{AT} = 72017\ \$/\text{año}$$

$$G_{AT_h} = \frac{G_{AT}}{Ha}$$

$$Ha = D \times M \times N_t$$

$$Ha = 299\ (2)\ (10)$$

$$Ha = 5980\ \text{horas/año}$$

$$G_{AT_h} = \frac{72017\ \$/\text{año}}{5980\ \text{hrs/año}} = 12,03\ \$/h$$

Llevando este valor a peso cubano :

$$G_{AT_h} = 9,02\ \$/h$$

Gasto por concepto de energía eléctrica:

$$G_{EE} = 143\ (0,065\ \$/h)$$

$$G_{EE} = 9,45\ \$/h$$

Gasto por concepto de salario para las operaciones
del sistema de bandas:

En este caso al ser dos turnos de trabajo, multipli-
camos el valor obtenido anteriormente por 2 .

$$G_{ST} = 2 (4.42)$$

$$G_{ST} = 8,84 \text{ \$/h}$$

Cálculo económico para los equipos de escombros:

Traillas - seguirán trabajando 10 horas

Número de traillas:

$$N_t = \frac{PN}{PN_t} = \frac{324 \text{ m}^3/\text{h}}{55,25 \text{ m}^3/\text{h}} \times 1.4$$

$$N_t = 21 \text{ traillas} - 15 \text{ en operación}$$

6 en reserva

Amortización de las traillas (se mantienen los datos de la variante anterior:

$$G_{AT_h} = 16,38 \text{ \$/h}$$

Gasto por concepto de combustible:

$$G_{CTI} = 12.75 \text{ \$/h}$$

Gasto de lubricante :

$$G_{LTI} = 5,85 \text{ \$/h}$$

Gasto por concepto de salario de las traillas (se mantiene los datos de la Variante I).

$$GS_{T1} = 15 \left[(1,09 + 0,16) (1,09) \right]$$

$$GS_{T1} = 20,40 \text{ \$/h}$$

Bulldozeros

Los bulldozeros en esta variante trabajarán dos turnos de 10 horas para alimentar de forma continua al transportador a razón de 412 m³/h.

Cálculo del número de bulldozeros:

$$N_B = \frac{Pn}{P_B} = \frac{412 \text{ m}^3/\text{h}}{143 \text{ m}^3/\text{h}} \times 1.4$$

$N_B = 4$ bulldozeros - 3 en operación
1 en reserva

Cálculo de la amortización del bulldozer:

Según datos la amortización de un bulldozer para -
299 días es de 73,84 \$/año

Amortización horaria: $GaB_h = \frac{GaB}{H_a}$

$H_a = 5980$ horas

$$GaB_h = \frac{73,84 \text{ \$/año}}{5980 \text{ hr/año}} = 1,31$$

Para 4 bulldozeros:

$$GaB_h = 4 (1,31 \text{ \$/h})$$

$$GaG_h = 5,24 \text{ \$/h}$$

Gasto de combustible del bulldozer:

(Consideramos sólo los bulldozeros de operación)

$$Go_B = 3 (0,69) = 2,07 \text{ \$/h}$$

Gastos de lubricantes:

$$GL_B = 3 (0,26) = 0,78 \text{ \$/h}$$

Gastos por concepto de salario de la operación de
los bulldozeros:

Para dos turnos de 10 horas:

$$GS_B = N_o [(SB + C)(Rv)]$$

$N_o =$ Número de operadores 6

$SB =$ Salario Básico 0,98 \$/h

$C =$ Condiciones adicionales de
pago 0,16 \$/h

$Rv =$ 1,09 \$/h

$$GS_B = 6 [(0,98 + 0,16) (1,09)]$$

$$GS_B = 7,44 \text{ \$/h}$$

Gastos generales por concepto de equipos de la Variante II :

$$G_{eq} = GaT_h + G_{EE} + GaT_{Ti} + G_{eTi} + GL_{Ti} + GaB_h \\ + G_{eB} + GL_B$$

$$G_{eq} = 9,02 + 9,45 + 16,38 + 12,75 + 5,85 + 5,24 \\ + 2,07 + 0,78 \text{ \$/h}$$

$$G_{eq} = 61,54 \text{ \$/h}$$

Cálculo del costo de 1 m^3 por concepto de equipos para la variante II :

En este caso al trabajar los equipos con diferentes productividades horarias debemos calcular por separado:

$$a) P_h = 824 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Traillas} - G_{eqq} = 16,38 + 12,75 + 5,85 \text{ \$/h}$$

$$G_{eqq_{Ti}} = 34,98 \text{ \$/h}$$

$$C_{1\text{m}^3_{Ti}} = \frac{G_{eqq}}{Z} = \frac{34,98 \text{ \$/h}}{824 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,042 \text{ \$/h}$$

$$b) P_h = 412 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$G_{eqq} = G_{eqq_T} + G_{eqq_B}$$

$$G_{eqq} = 9,02 + 9,45 + 5,24 + 2,07 \\ + 0,78$$

$$G_{eqq} = 26,56 \text{ \$/h}$$

$$C_{1\text{m}^3_{TB}} = \frac{G_{eqq}}{Z} = \frac{26,56 \text{ \$/h}}{412 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,064 \text{ \$/m}^3$$

Costo de lm^3 por concepto de equipos de la Variante II :

$$C_{\text{lm}^3} = 0,042 \text{ \$/m}^3 + 0,064 \text{ \$/m}^3$$

$$C_{\text{lm}^3} = 0,106 \text{ \$/m}^3$$

Gasto por concepto de salario de la Variante II

$$GS = GS_{\text{Tl}} + GS_{\text{T}} + GS_{\text{B}}$$

$$GS = 8,84 + 20,40 + 7,44$$

$$GS = 36,68 \text{ \$/h}$$

Costo de lm^3 por concepto de salario para la Variante II :

a) Productividad/h $824 \text{ m}^3/\text{h}$ - Traillias

$$C_{\text{lm}^3 \text{ Tl}} = \frac{GS_{\text{Tl}}}{Z} = \frac{20,40 \text{ \$/h}}{824 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,024 \text{ \$/m}^3$$

b) Prod/h = $412 \text{ m}^3/\text{h}$ - Transportador y Bulldozer

$$C_{\text{lm}^3} = \frac{GS_{\text{B}} + GS_{\text{T}}}{Z} = \frac{16,28 \text{ \$/h}}{412 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,039 \text{ \$/m}^3$$

Costo total por concepto de salario de la Variante II :

$$C_{\text{lm}^3 \text{ S}} = 0,024 \text{ \$/m}^3 + 0,039 \text{ \$/m}^3$$

$$C_{\text{lm}^3 \text{ S}} = 0,063 \text{ \$/m}^3$$

Gasto total de la Variante II - 98,22 \\$/h

Cálculo del costo total de lm^3 de escombros transportado por la Variante II :

$$C_{\text{Tlm}^3} = C_{\text{lm}^3 \text{ eq}} + C_{\text{lm}^3 \text{ S}}$$

$$C_T = 0,106 \text{ \$/m}^3 + 0,063 \text{ \$/m}^3$$

$$C_T = 0,169 \text{ \$/m}^3$$

4.4 Cálculo de la Variante III :

En este caso analizaremos una organización del trabajo factible para su aplicación real en el Sector de Escombrecimiento en los próximos años, esta es la jornada de dos turnos de 8 horas, tanto para escombrecimiento como para el transportador.

Esto se manifiesta de la forma siguiente:

- Transportador 16 h/d
- Bulldozer 16 h/d
- Traillias 16 h/d

De esta forma no habrá almacenamiento de material y es factible la utilización de la banda estandard de 800mm de ancho.

La productividad horaria en este caso por todos los equipos será:

$$\frac{P_d}{H_D} = \frac{8240 \text{ m}^3/\text{d}}{16 \text{ h/d}} = 515 \text{ m}^3/\text{h}$$

Cálculo económico de Variante III :

Debido a la utilización de la banda ST-1000 de 800 mm de ancho, los costos del transportador serán los mismos de la Variante II, o sea :

- Banda \$171 308
- Rodillos 44 747
- Estructura 110 939
- Motores 7 200

Cálculo de la amortización para 8 años:

Gasto anual 72017 m \$/año

$$\text{Gasto horario : } GaT_h = \frac{GaT}{Ha}$$

$$Ha = 299 \times 2 \times 8$$

$$Ha = 4784 \text{ hrs/año}$$

$$GaT_h = \frac{72017 \text{ \$/año}}{4784 \text{ hrs/año}} = 15,05 \text{ \$/año}$$

llevando este valor a peso cubano:

$$GaT_h = 11,28 \text{ \$/hrs}$$

Gastos por concepto de salario de la operación del sistema de bandas:

Se mantendrá igual que en la Variante II para 2 turnos.

$$G_{ST} = 8,84 \text{ \$/h}$$

Cálculo económico del equipamiento de escombros:

- Número de traillas

$$N_T = \frac{P_n}{P_{T1}} = \frac{515 \text{ m}^3/\text{h}}{55.25 \text{ m}^3/\text{h}} (1,4)$$

$$N_T = 14 \text{ traillas : } \begin{array}{l} 10 \text{ en operación} \\ 4 \text{ en reserva} \end{array}$$

Amortización de las traillas:

para 299 días - 2343 \$/año

$$GaT_h = \frac{2343 \text{ \$/año}}{4784 \text{ hrs/año}}$$

$$GaT_h = 0,49 \text{ \$/h}$$

Para 14 equipos:

$$GaT_h = 14 (0,49) = 6,86 \text{ \$/h}$$

Gastos por concepto de combustible:

$$Go_{T1} = 10 (0,85 \text{ \$/h}) = 8,50 \text{ \$/hrs}$$

Gastos de lubricante:

$$GL_{T1} = 10 (0,39) = 3,90 \text{ \$/hrs}$$

Gastos por concepto de salario de los operadores:

De las traillas en dos turnos de 8 horas se necesitaron 20 operadores.

$$GS_{T1} = 20 [(1,09 + 0,16) (1,09)]$$

$$GS_{T1} = 27,20 \text{ \$/hrs}$$

Bulldozeros:

Número de bulldozeros.

$$N_B = \frac{P_n}{P_B} = \frac{515 \frac{m^3}{h}}{143 \frac{m^3}{h}} = (1,4)$$

$$N_B = 6 \text{ Bulldozeros} \quad \begin{array}{ll} 4 & \text{en operación} \\ 2 & \text{en reserva} \end{array}$$

Amortización del bulldozer:

Horaria:

$$GaB_h = \frac{7884 \text{ \$/año}}{4784 \text{ hrs/año}} = 1,64 \text{ \$/h}$$

Para 6 bulldozeros:

$$GaB_h = 6 (1,64) = 9,84 \text{ \$/hrs}$$

Gastos por concepto de salario en dos turnos:

$$GS_B = 4 [(0,98 + 0,16) (1,09)] = 9,92 \text{ \$/hrs}$$

Gasto de combustible :

$$Gc_B = 4 (0,69) = 2,76 \text{ \$/hrs}$$

Gastos de lubricante:

$$GL_B = 4 (0,26) = 1,04 \text{ \$/hrs}$$

Gasto total por concepto de equipos: de la Variante III :

$$G_{eq} = GaT_h + G_{EE} + GaT1_h + Gc_{T1} + GL_{T1} + GaB_h$$

$$+ G_{O_B} + G_{L_B}$$

$$G_{eq} = 11,23 + 9,45 + 6,86 + 8,50 + 3,90 + 9,84 \\ + 2,76 + 1,04$$

$$G_{eq} = 53,63 \text{ \$/h}$$

Costo de 1 m^3 por concepto de equipos para la Variante III .

$$C_{1 \text{ m}^3 \text{ eq}} = \frac{G_{eq}}{Z}$$

$$C_{1 \text{ m}^3 \text{ eq}} = \frac{53,63 \text{ \$/h}}{515 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,104 \text{ \$/m}^3$$

Gastos por concepto de salario de la Variante III .

$$GS = G_{ST} + G_{STM} + G_{S_B}$$

$$GS = 8,84 + 27,20 + 9,92 \text{ \$/h}$$

$$GS = 45,96 \text{ \$/h}$$

Costo de 1 m^3 por concepto de salario .

$$C_{1 \text{ m}^3} = \frac{45,96 \text{ \$/h}}{515 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,089 \text{ \$/m}^3$$

$$\text{Gasto total de la Variante III} = 99,59 \text{ \$/m}^3$$

Costo de 1 m^3 de escombros transportados según Variante III .

$$C_{1 \text{ m}^3_T} = 0,104 \text{ \$/m}^3 + 0,089 \text{ \$/m}^3$$

$$C_{1 \text{ m}^3} = 0,193 \text{ \$/m}^3$$

4.5

Resumen del Cálculo Económico

	Variante I 10 horas	Variante II 10-20 hr	Variante III 16 horas
Costo de 1 m ³ por concepto	0,126 \$/m ³	0,106 \$/m ³	0,104 \$/m ³
equipos			-
Costo 1 m ³ por concepto	0,039 \$/m ³	0,063 \$/m ³	0,089 \$/m ³
de salario.			
Costo de 1m ³ total.	0,165 \$/m ³	0,169 \$/m ³	0,193 \$/m ³
Número de e- quipos nece- sarios	21 T _i 8 Bull. 29	21 T _i 4 Bull 25	14 T _i 6 Bull. 20
Número de -- operarios ne- cesarios.	21	21	28
Número de -- operarios ne- cesarios pa- ra el trans- portador	5	10	10
Total obre - ros	26	31	38

4.6 Costos aproximados del formador de escombreras

Como se ha planteado anteriormente el volumen de documentación técnica acerca de este equipo es muy escaso pero para dar una idea del costo del mismo, queremos plasmar aquí, a manera de información adicional los costos de una banda apiladora (formador) que fué objeto de oferta en 1973 por el mercado español a la Empresa "Cmte. Pedro Sotto Alba".

El formador ofertado anteriormente reúne las condiciones necesarias para nuestro transporte.

Este equipo es ilustrado en los planos adjuntos a este trabajo.

Costos totales aproximados en pesetas: 1 dólar =

5772 pesetas

Parte mecánica	5 105 969 pesetas
Estructura	11 430 000 pesetas
Rodillos	168 500 pesetas
Banda	329 200 pesetas
Pluma	<u>1 600 000 pesetas</u>
Sub-total	18 876 469 pesetas

CAPITULO V

TAREA TECNICA GENERAL PARA EL PROYECTO

DEL SISTEMA DE BANDAS.

CAPITULO V

TAREA TECNICA GENERAL PARA EL PROYECTO DEL SISTEMA DE - BANDAS.

5.1 Generalidades

En este Capítulo nos ocuparemos de dar los principales parámetros a tener en cuenta para la futura proyección de este sistema de bandas.

5.1.1 Solución propuesta

En los Capítulos III y IV hemos hecho el cálculo comparativo técnico y económico respectivamente de diferentes variantes del sistema de transporte con diferentes organizaciones del trabajo y diferentes características de las bandas. Para estos cálculos hemos fijado dos tipos de ancho de banda (800 y 1000 mm) teniendo en cuenta las ventajas técnicas y el menor costo de equipos de la banda de 800 mm hemos decidido plantear como solución la Variante II de ambos cálculos.

5.1.2 Características generales del sistema de transporte propuesto

Este sistema constará de los siguientes elementos:

- a) Banda extractora (alimentador móvil)
- b) Machacadora
- c) Banda principal

d) Formador de escombreras

e) Tolvas de alimentación y transferencia

El escombros será transportado por las traillas limitando su distancia de tiro a unos 100 metros, el transporte llegará hasta las zonas cercanas a las tolvas de alimentación, allí se realizará el apilamiento de escombros por parte de las traillas y luego el bulldozer producirá la alimentación continua hasta el alimentador móvil que se situará en cada caso debajo de las tolvas, pasando luego el material por la machacadora para eliminar del transporte los pedazos superiores a 250 mm debido a que esta es la granulometría aceptada para una banda de 800 mm de ancho; luego el material, después de pasar por una tolva de transferencia llegará al transportador principal de unos 1365 metros de longitud. De aquí el material pasará al formador de escombreras que irá formando los diferentes conos de escombros.

Como hemos notado todo nuestro trabajo se ha realizado en base al transportador principal debido a que es el equipo vital en este caso y el más costoso, sólo daremos de forma general qué características tendrán los otros elementos.

Características del alimentador

Este alimentador será similar al que actualmente se utiliza en Nicaro, o sea montado sobre dos pares de skids, debe tener una longitud de 25 - 30 metros

con ángulo de inclinación de $13 - 15^{\circ}$ de tal forma que pueda lograr una altura de elevación de unos 3 metros. Este equipo presenta regulación de la velocidad, es decir, en nuestro caso con la Variante II de 800 mm de ancho del transportador principal, el alimentador tendrá un ancho de banda de 1400 mm y una velocidad de 0,75 m/seg y de construcción de polyester, en caso de que se hubiere utilizado la banda de 1000 mm se mantendría el ancho de 1400 mm y la velocidad sería de 1,45 m/seg.

Características generales del formador de escombros

Debemos señalar que sobre este equipo tenemos muy poca documentación técnica por lo que nos referiremos de forma general al mismo.

Este equipo consta de una banda transportadora, rodillos, cables de tensión, pluma y armadura y tiene facilidades de desplazamiento, para nuestro caso se preve que su pluma tenga una longitud promedio de 40 m con inclinación de 30° , de tal forma que pueda lograr elevar la carga hasta unos 20 metros de altura para formar los distintos conos de escombros; esta pluma puede girar un determinado ángulo, además se prevé que presente un variador de velocidades para en caso de no producirse el giro de la pluma lograr una mayor distancia de lanzamiento para la formación de los conos de escombros.

5.1.3 Organización del trabajo necesaria para esta variante propuesta.

En este caso el volumen de escombros a transportar al año será aproximadamente de $2\ 463\ 848\ m^3$, es decir casi 2,5 veces lo que se transporta actualmente.

La organización del trabajo se realizará de la forma siguiente:

Traillas: Se utilizarán 21 máquinas: 15 en operación y 6 de reserva, las mismas mantendrán la organización actual, es decir, un turno de trabajo de 10 horas con productividad de $824\ m^3/h$ lo que evitará interrupciones.

Bulldozeres y Transportadores: Trabajarán dos turnos de 10 horas con la evacuación por parte de los primeros, del apilamiento de material que realizaron las traillas al transportar más material en la unidad de tiempo que los bulldozeres.

Será necesario el trabajo de 4 bulldozeres, 3 en operación y uno de reserva, el número de trabajadores para esta variante oscila entre 31-33.

5.1.4 Características del punto de descarga.

El punto de descarga de todo el sistema es la escombrera magistral, cuya característica geométrica será la de un cono, con la suficiente capacidad de almacenamiento que satisfaga los requerimientos productivos.

El volumen admisible de un cono estará relacionado con la altura de elevación del transportador principal, la altura del formador y las características del relieve en este punto de descarga, teniendo en cuenta que las escombreras magistrales serán en forma de un cono y el volumen del cono se determina por la fórmula :

$V_c = A_b h$, mientras mayor sea la altura de los conos mayor volumen se podrá almacenar en ellos.

5.2 Especificaciones generales para el diseño del transportador principal

5.2.1 Características del producto a transportar:

Naturaleza: Laterita ferruginosa con gran % Fe

Composición granulométrica: 0 - 250 mm = 70 %

0 - 350 mm 15 %

Humedad elevada

Peso específico: Seco = 1,52 Tn/m³

Húmedo = 2 Tn/m³

El material será transportado en condiciones húmedas,

Composición química: Goethita e hidrogoethita

Angulo del talud natural: 35°

Máximo angulo de inclinación del transportador para este material : 19°

Características particulares

- material pesado
- mediana abrasividad
- dureza hasta 5,2 en la escala de Mohr

- Coeficiente de Tozdiakonov - 1 - 2
- resistencia a la compresión: 100-200 Kg/cm²
- cierta posibilidad de adherencia.

Datos productivos

- volumen a remover al año = 2 463 848 m³
- días de trabajo al año = 299
- tiempo normal de trabajo en escom
breo. = 10 hrs.
- tiempo de trabajo del transporta-
dor = 20 hrs
- productividad en base al tiempo de
trabajo del transportador = 824 TM/h
- reserva de producto adaptado por el
cálculo = 14%
- productividad necesaria en base a es
ta reserva = 939 TM/h
- ancho de banda escogido = 800 mm
- velocidad de la banda adaptada = 140 m/min = 2,5
m/seg

5.2.2 Geometría recomendada del transportador

Esta se basa en el estudio del perfil topográfico de la zona que tiene las siguientes característi-
cas iniciales :

Est	Distancia (m)	Cota (metros)	Estación	Distancia (metros)	Cota (metros)
0	0	57,5	13	455	75
1	26,4	60	14	481	75
2	113,5	60	15	544	80
3	184	55	16	676	80
4	214	50	17	700	75
5	240	45	18	722	70
6	264	40	19	745	70
7	280	45	20	765	70
8	303	50	21	785	70
9	340	55	22	805	75
10	379	60	23	864	80
11	396	65	24	990	80
12	419	70	25	1200	80

Como se observa de estos parámetros de construcción del perfil topográfico, el terreno en esta zona es moderadamente accidentado con depresiones que en algunos puntos se hacen algo profundas.

Se tratará por todos los medios de huir de las alturas con el objetivo de disminuir la potencia del transporte de la carga.

Por este motivo se hace necesario la corrección del perfil y el cálculo de los volúmenes de tierra a remover para efectuar los cortes y los terraplenes, de tal forma que en las zonas de depresiones más pronunciadas se ubiquen alcantarillas y en --

las depresiones pequeñas la utilización de pasarelas, todo esto con el objetivo de lograr un perfil para una geometría del transportador de la siguiente forma :

Geometría: Transportador inclinado horizontal

Longitud de la parte inclinada = 580 m

Angulo de inclinación = $2^{\circ} 30'$ que favorece a las condiciones del material que exige como ángulo permisible 19°

Altura de elevación de la carga = $h = +20-21$ m

Movimiento de la carga = Ascendente

Longitud total del transportador = 1365 m

Máxima distancia de tiro = 1200 m

En nuestro trabajo ilustraremos dos planos:

Plano 1 - Perfil original del terreno

Plano 2 - Construcción de la traza

luego de realizado el corte.

5.2.3 Cálculo del movimiento de tierra necesario para lograr la geometría del transportador

Luego de haber determinado el perfil topográfico del terreno para la ubicación de la instalación, para obtener la geometría de la instalación deseada inicialmente, debemos corregir dicho perfil, para esto debemos calcular los volúmenes de corte y terraplón necesarios para obtener esta geometría.

En nuestro caso para obtener la geometría deseada es decir, (desnivel de 20-21 m) y ángulo de inclinación de $2^{\circ} 30'$ se puede hacer el cálculo del movimiento de tierra por 2 variantes y se obtendrá la

misma geometría.

A continuación reflejaremos la metodología que se ha seguido para dicho cálculo y los resultados obtenidos para ambas variantes :

Para realizar el cálculo escogimos diferentes secciones transversales en cada una de las estaciones del perfil, luego de acuerdo a la figura geométrica obtenida, determinamos las áreas de estas secciones transversales y luego la multiplicamos por la longitud total de la sección obteniendo el volumen a remover en dicha zona.

A continuación reflejaremos los resultados de los cálculos realizados para las dos variantes, como podremos observar a continuación para la Variante I se combinan las operaciones de corte y terraplén y en la segunda variante pese a que el volumen a remover es menor, sólo se exigen la construcción de terraplenes con la disyuntiva de que la profundidad del relleno es ostensiblemente grande por lo que en nuestro caso y ~~teniendo~~ teniendo en cuenta los tipos de operación hemos decidido escoger la Variante I.

Debido a la complejidad de los cálculos detallados hemos determinado plasmar sólo los resultados finales.

VARIANTE I

Longitud (m)	Volúmen m ³ Corte	Volúmen m ³ Terraplén	Total (m ³)
0 - 65	11 635	-	
65 - 115	2 500	-	
115 - 185	-	17 150	
185 - 220	-	10 145	
220 - 300	-	94 800	
300 - 400	-	91 800	
400 - 480	8 160	-	
480 - 720	36 400	-	
720 - 800	-	12 000	
800 - 900	52 000	-	
900 - 1000	70 000	-	
1000 - 1200	280 000	-	
Total			716 590

VARIANTE II

Longitud (m)	Volúmen m ³ Corte	Volúmen m ³ Terraplón	Total (m ³)
0 - 25	-	-	
25 - 100	-	13 875	
100 - 200	-	26 000	
200 - 300	-	215 000	
300 - 400	-	170 000	
400 - 540	-	22 000	
540 - 675	-	-	
675 - 865	-	150 120	
865 -1200	-	-	
Total			596 995

5.3 Potencia requerida para la transportación

- Para transportar la banda en vacío - 30 CV
- Para transportar la carga a nivel - 98 CV
- Para elevar la carga - 70 CV
- Potencia de reserva adicional para la utilización del roscador - 5 CV
- Potencia necesaria en el árbol - 203 CV
- Potencia instalada - 220 CV

5.4 Tensiones requeridas para la banda

- Tensión efectiva - 6400 Kg
- Tensión de lado o salida del tambor motriz - 3200 Kg
- Tensión de inclinación necesaria - 460 Kg
- Tensión a la comba - 1000 Kg
- Tensión máxima - 9600 Kg
- Tensión de trabajo - 120 Kg/cm

5.4.1 Requerimientos a la flexión

- Radio mínimo de curvatura - 83 m
- Flecha admisible entre rodillos - 0,039 m
- Flecha máxima entre rodillos - 0,0097 m

5.5 Características requeridas para el equipamiento

5.5.1 Banda transportadora

Se propone la utilización de una banda con estructura normal con corazón de cable de acero, con re

vestimiento de hule, con un peso unitario de 1,15 Kg/m^2 por cada milímetro de espesor.

Estas bandas tienen las siguientes características

- Alta fuerza de tensión a la rotura
- Alta tensión
- Excelente resistencia a la flexión
- Pequeña elongación específica
- Excelente adhesión dinámica
- Excelente resistencia al impacto

Elegiremos para este caso una banda de la Serie --
ST-1000 de :

Diámetro normal del cable	4,1 mm
Intervalo entre cables	14,5 mm
Revestimiento superior	5 mm
Revestimiento inferior	5 mm
Espesor de la banda	14,1 mm
Peso de la banda	12,4 Kg/m
Resistencia a la tensión	1000 Kg/cm
Valor máximo de tensión	143 Kg/cm
Módulo de Young	64140 Kg/cm

Señalamos que estos datos mencionados son únicamente dimensiones normales y pueden cambiarse de acuerdo a las especificaciones individuales de operaciones.

Los cables son de acero al carbono (0,65 - 0,75%) - de alta calidad.

Ancho de la banda - 800 mm

Máximo tamaño recomendable en torrones para las --

bandas de 800 mm :

- Todo en terrón - 160 mm
- 10% terrones - 250 mm
- 90% finos

5.5.2 Rodillos

Se prevén utilizar rodillos de apoyo con las siguientes características :

Ramal superior: Rodillos abarquillados con inclinación de 20° de la serie: ST-2000, con las siguientes dimensiones:

Diámetro : $\varnothing$ 133 mm

Longitud : 290 mm

Diámetro del eje: 20 mm

Ramal inferior: Sistema de rodillo simple de apoyo plano.

Diámetro : $\varnothing$ 133 mm

Longitud : 375 mm

Diámetro del eje: 20 mm

Se prevé además utilizar en los puntos de transferencia, rodillos amortiguadores con el objetivo de proteger a la banda del impacto con las siguientes dimensiones:

Diámetro : $\varnothing$ 159 mm

Diámetro del eje: 30 mm

Espaciamiento entre rodillos de apoyo

Ramal superior $r' = 1,3$ m

Ramal inferior $r'' = 3$ m

Peso de los rodillos de apoyo

Ramal superior 11,5 Kg/m

Ramal inferior 3,6 Kg/m

Los rodillos serán de construcción de acero y deberán tener un alto servicio de vida.

Los rodamientos de los rodillos deben ser de primera calidad fundamentalmente de la marca SKF o similar, se recomienda utilizar del tipo de bola de la serie 6202 - 6204 y calculado para una vida mínima de 50 000 horas.

5.5.3 Tambores

Se recomienda que todos los tambores sean de construcción de chapas enrolladas y soldadas con ejes de acero F-114 ó equivalente.

El tambor motriz debe tener revestimiento de goma con ranuras para lo cual el coeficiente de fricción (U) entre el tambor y la banda será de 0,3 y condiciones semihúmedas del tambor y con un ángulo de abrace con la banda de 210° con ayuda de los tambores de tensión.

Los ejes de los tambores girarán sobre rodamientos de rodillos o bolas.

Además los tambores que están en contacto con la cara sucia de la banda deben igualmente estar forrados de caucho.

Para este transportador se prevén las siguientes dimensiones de los tambores:

- Tambores de mando o motriz:

Ø 1000 x 1200 mm

Espesor del revestimiento de goma = 15 mm

- Tambor de reenvío

Ø 800 x 1200 mm = 15 mm

- Tambores de desviación

Ø 630 x 1200 mm = 10 mm

- Tambores de tensión

Ø 800 x 1200 mm = 10 mm

5. 5.4 Motores

Recomendamos utilizar fundamentalmente motores de corriente alterna trifásica, principalmente de Jaula de Ardilla, con protección P-44 para los motores del alimentador y formador y P-33 para el transportador principal.

Para el motor de la banda principal la tensión de alimentación ha de ser 440 voltios, con una frecuencia de 60 hercios que sea capaz de producir una potencia de 220 - 240 CV, con un número de revoluciones que oscile entre 1700 - 1800 r.p.m.

La protección P-33 impide el contacto involuntario con piezas internas en movimiento en baja tensión, así como la penetración de cuerpos extraños sólidos superiores a 1 mm de diámetro y la entrada de salpicadura de H_2O , de esta forma y con esta protección los motores pueden trabajar con ciclo normal a la intemperie.

Observaciones generales para los motores

- Tapar con cuidado la entrada de cables no utiliza

das para evitar que penetre el polvo y la humedad.

- La máquina tiene que colocarse de tal forma que el aire de refrigeración pase por la máquina -- sin dificultad a través de las aberturas de entrada o salida.

5.5.5 Reductores

Según los cálculos y suponiendo el motor con 1800 rpm la relación de transmisión exigida es 38 por lo que deben utilizarse reductores que se ajusten a estas características.

Los grupos motrices serán provistos de reductores de velocidad constituido fundamentalmente por un carter de hierro fundido de gran rigidez, en cuyo interior serán montados 2 ó 3 pares de engranajes helicoidales.

La lubricación de los rodamientos se realizará automáticamente por la proyección de aceite de los engranajes por rociado sobre las paredes.

El reductor debe ir provisto de un dispositivo que permita controlar el nivel de aceite.

Para este tipo de reductores es necesario que uno de los árboles, principalmente el del piñón, se instale sobre cojinetes de bolas de tal forma que éstos toleren el juego axial, merced a lo cual al trabajar la transmisión del piñón puede autocentrarse con respecto a la rueda por la acción de las fuerzas axiales en cada fila de dientes y la-

carga se repartirá por igual en cada fila de dientes. Según las normas de construcción de maquinaria de la U.R.S.S. las armazones de los reductores se construyen de fundición C 15-32 y C 18-36 y muy raramente se emplea la colada de acero al carbono 15 , 20, ó 25 por la norma (GOST), en ocasiones las piezas de la armazón se hacen de soldaduras.

5.5.6 Acoplamientos

Se instalarán acoplamientos que irán montados entre el eje de salida del reductor y el eje del tambor, los acoplamientos deben asegurar la amortiguación de los choques y vibraciones y deben transmitir la potencia del motor de una forma suave durante el arranque.

Estos acoplamientos para un trabajo intensivo requieren de abundante lubricante.

Para nuestro caso se propone a la hora del diseño instalar acoplamientos hidráulicos formados esencialmente por dos elementos rotatorios, un impulsor y rotor con paletas radiales rectas y una carcasa que contenga una gran cantidad de aceite con un ciclo de trabajo similar al siguiente:

El impulsor se comporta como una bomba centrífuga creando una corriente de aceite cuyo caudal pasa al rotor como una turbina, de tal forma que la corriente de aceite cede la potencia a medida que fluye entre las paletas del rotor y cuando retorna al impulsor se repite de nuevo el ciclo.

La potencia máxima se desarrolla en este caso con una pérdida insignificante de un 3% y sin pérdida de par.

La relación entre el par de arranque y el nominal puede regularse entre ciertos límites, variando la cantidad de aceite en la carcasa.

En el caso de que se produzca una sobrecarga excesiva aumentaría el deslizamiento entre el impulsor y el rotor y la temperatura del aceite se elevaría haciendo saltar un tapón fusible de seguridad.

5.5.7 Sistema de inversión de banda.

Proponemos para este transportador el mismo sistema inversor del C0-8, es decir, dos sistemas de inversión de banda, uno en el lado de mando y otro en el lado de cola.

Cada sistema de inversión constará de 8 conjuntos de rodillos estando formado cada conjunto por dos rodillos y un conjunto adicional de 4 tambores de inversión, cada rodillo debe ir montado sobre dos rodamientos equipados de engrasadores.

Cualquier desglose de los sistemas de inversión implica un control mediante las medidas de las velocidades relativas de los diferentes puntos en todo el ancho de la banda.

Si necesariamente ha de desmontarse un sistema de inversión debe referenciarse la posición relativa de cada uno de los elementos con objeto de calcular los rodillos en su posición correcta a la ho -

ra de hacer un nuevo reglaje.

En cada sistema de inversión se debe instalar un control de inversión que debe estar formado por un rodillo de $\varnothing 159 \times 390$ situado en el extremo de una palanca, en el otro extremo, la palanca actúa sobre un contacto eléctrico.

El objetivo fundamental de este sistema inversor es que no haya embrazamiento de los rodillos de retorno y evitar el desgaste del revestimiento de la banda. Con este sistema se logra aumentar la vida de estos rodillos y se evita el deterioro y sufrimiento de la banda al invertirse la obra de trabajo por la cara inferior eliminándose de la banda las partículas que puedan quedar adheridas a ella.

5.5.8. Cubierta del transportador y condiciones generales para la obra civil.

Teniendo en cuenta las condiciones climatológicas de la zona, la instalación debe protegerse del viento y la lluvia por una cubierta de chapas galvanizadas unidas por módulos sujetos a la estructura por medio de ganchos.

En cuanto a la obra civil debe tenerse en cuenta la suficiente seguridad de base, se recomiendan apoyos de hormigón armado cuyas dimensiones dependerán de las condiciones del terreno, el distanciamiento entre los apoyos no debe superar los 3,5 metros, en este caso teniendo en cuenta el

equipamiento utilizado en escombros, la transmisión de resistencia al terreno no debe superar un valor de 5 Kgf/cm^2 de presión específica sobre el suelo.

5.5.9 Generalidades sobre las tolvas de carga y transferencia y dispositivos de limpieza.

El diseño de los elementos de carga depende de la naturaleza y características de la carga a transportar y el método de carga.

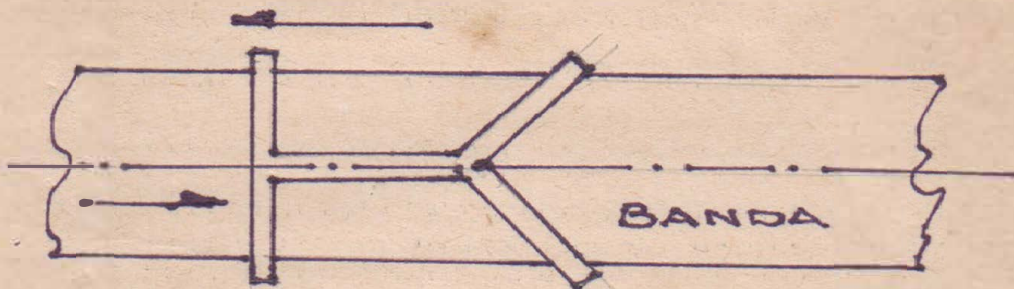
En nuestro caso como alimentación utilizamos una banda alimentadora pequeña y tolvas de carga y transferencia.

Las tolvas de carga deben tener la capacidad suficiente de almacenamiento para que pueda alimentar uniformemente a la banda que a su vez alimentará al transportador principal, debe tener una criba o parrillas para impedir la entrada de material de tamaño excedente, a la hora del diseño de las tolvas se debe tener en cuenta que la altura de admisión de la tolva no sea excesiva, se propone que el ángulo de inclinación de las paredes supere las 35° de talud, fijando el volumen de la tolva y teniendo el grado de inclinación, mientras mayor sea el ancho de base menor será la altura de la tolva. Las tolvas de carga deben alimentar a unos metros de la cabeza del transportador. El ancho de la parte baja de la tolva debe ser más estrecho que el de la banda, además en nuestro

sistema se utilizará una tolva de transferencia - para permitir la descarga intermedia de nuestro sistema.

Dispositivo de limpieza

Como dispositivo de limpieza se debe instalar un rascador en V en la cola del transportador con el objetivo de impedir la entrada de cuerpos extraños entre la banda y el tambor en el ramal de retorno, una extremidad del rascador estará equipada de una articulación y su propio peso permite el contacto con la banda, el rascador girará en sentido opuesto de la banda.



5.5.10 Sistema de tensión

Para mantener la tensión de la banda constante se pueden utilizar los siguientes tipos de sistemas de tensión:

a) Para transportadores de pequeña longitud

- sistema de tensión por husillo, el cual debe actuar sobre el tambor de reenvío.

Este sistema debe constar de :

- un tambor de tensión
- dos dispositivos de tensión o rosca de tracción.

- un chasis que soportará todo el conjunto.

Para la banda principal la tensión se mantendrá utilizando un sistema de tensión por contrapeso de gravedad.

Este sistema consta de una polea terminal con una corredera que se puede separar por medio de un peso que cuelga de una polea.

El mantenimiento que precisa este sistema es la vigilancia periódica del tambor de contrapeso con el fin de evitar que pase cualquier cuerpo extraño entre éste y la banda, ya que ambos elementos pueden resultar dañados.

Se deben tener en cuenta los siguientes elementos :

- Asegurar que ningún material entorpezca el desplazamiento del contrapeso.
- Engrasar las guías del contrapeso.
- Comprobar que el cajón de contrapeso no contenga agua sobre todo después de época de lluvia.

CAPITULO VI

NOCIONES GENERALES SOBRE MANTENIMIENTO
Y SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO.

CAPITULO VI

NOCIONES GENERALES SOBRE MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO.

MANTENIMIENTO DE LA INSTALACION

6.1 Mantenimiento programado, preventivos periódicos, - mantenimiento general.

El mantenimiento tiene por misión conservar en constante y perfecto funcionamiento todos los medios de producción con el mínimo de costos.

Tipos de mantenimientos

- Mantenimiento correctivo:

Se ocupa de los defectos que se van presentando en los distintos equipos que son detectados por el operario, el cual es el encargado de corregirlo.

- Mantenimiento preventivo:

Tiene por misión conocer el estado actual de todos los equipos y programar las correcciones de sus puntos más vulnerables consiguiendo:

- a) disminuir la frecuencia de parada del flujo de producción.
- b) evitar averías.

- Acondicionamiento sistemático:

Mantener en correcto estado todos los equipos y medios de la instalación.

6.2 Personal necesario para realizar el mantenimiento --
del transportador.

- a) 1 Jefe de Mantenimiento
- b) 1 Mecánico ajustador
- c) 1 Ayudante de mecánico soldador
- d) 1 Electricista
- e) 1 Ayudante de electricista
- f) 2 Ayudantes
- g) 1 Equipo de vulcanización

En el caso de nuestro transportador, el mantenimiento lo realizará la misma Brigada de Mantenimiento del Transportador de Yamaiguay, aumentando el número de personal del mismo en un 10% .

6.3 Mantenimiento específico de nuestra instalación.

Se aconseja muy especialmente durante las primeras -
semanas de servicio proceder a una inspección diaria
sistemática del conjunto de la instalación debido a-
que en este período de rodaje es cuando pueden produ-
cirse pequeños incidentes sin gravedad, si se les -
remedia inmediatamente, pero que repetidos (si no se
le eliminan) disminuirían la duración de la banda.

La periodicidad de las inspecciones e intervenciones
posteriores se definirá en función de las observacio-
nes hechas después de estas inspecciones prelimina-
res sistemáticas.

Deberán atenderse principalmente los puntos siguien-
tes:

- aspecto de la banda

- comportamiento de la banda y estado de su camino de rodamiento.
- puntos sujetos a desgaste y suciedad
- estado general de los mecanismos
- Observaciones generales

Aspecto de la banda

La inspección para verificar el aspecto de la banda es el primero y mejor control para el perfecto funcionamiento de la instalación, además es el método más rápido debido a que no necesita obligatoriamente del movimiento del vigilante a lo largo del transportador, igualmente es el método más seguro ya que cada tipo de avería ocasionada en la banda define exactamente el tipo de material que la ha provocado permitiendo de esta forma remediar inmediatamente y con eficiencia el defecto.

Trataremos solamente los defectos y averías provocados sobre la banda, por los materiales mecánicos u otros que constituyen la instalación.

Principales averías

I Avería : Numerosas raspaduras y cortes sobre la cara limpia de la banda.

Causa: Un cuerpo extraño (Ejemplo: un tornillo en el caso que el revestimiento del tambor esté atornillado) sobrepasa el revestimiento -- bien por inclusión o por desgaste del revestimiento.

• Remedio: Suprimir este cuerpo extraño o reemplazar el revestimiento del tambor.

Observaciones: Es muy importante mantener el recubrimiento de los tambores de mando en perfecto estado de limpieza y conservación, no esperar a que el material se acumule en grandes cantidades sobre el tambor, para limpiarlo, estos volúmenes de material se incrustarán en el revestimiento y hará más difíciles y delicadas las limpiezas, no esperar tampoco que los tambores estén completamente descubiertos para reemplazar el revestimiento, de este modo se conservará un buen coeficiente de arrastre entre el tambor y la banda eliminando cualquier riesgo de patinaje principalmente en el momento de arranque, garantizando además un buen comportamiento y menor desgaste de la banda.

II Avería : Numerosas roturas longitudinales pequeñas en los bordes de la banda.

Causa: Si las roturas aparecen sobre el lado inferior de la banda, se debe a que hay bloques de material enganchado entre la banda y el tambor de reenvío.

Remedio: Limpiar el tambor de reenvío y verificar el rascador situado delante del tambor de reenvío, regular las gomas del rascador o reemplazarlas, eliminar el material que haya podido acumularse sobre el rascador.

Observaciones: En este caso es también recomendable limpiar el tambor sin esperar a que se produzcan acumulaciones excesivas -- del material sobre la llanta del tambor, es preferible realizar repetidas veces esta intervención que realizar una limpieza tardía, esta última solución presenta además el inconveniente de realizar las operaciones de limpieza más difíciles ya que el material -- que queda entre la banda y el tambor forma sobre la llanta una costra de espesor muy -- desigual que aumenta el desgaste de la banda provocando desplazamientos diferenciales y desplazamientos que impiden el buen centrado de la banda.

III Avería: Desgaste de los bordes o talones.

Causa: Señal inequívoca de que la banda se ha desviado en un lugar determinado de la -- instalación y roza sobre uno o más elementos de la estructura o de los guías de carga.

Remedio: Comprobar el comportamiento de la banda sobre todo, el recorrido del transportador, en especial el ramal inferior.

Corregir la orientación de los rodillos situados antes del punto donde se desvía la -- banda, asegurarse que este desvío no es debido a una modificación del reglaje inicial de la estructura. (Ejemplo : hundimiento del

terreno bajo las traviesas de apoyo), si -
la banda roza sobre un chasis, verificar el
reglaje del o de los tambores montados so-
bre este chasis. Si estos tambores están -
bien colocados, modificar la orientación -
de los rodillos delante de ellos.

IV Avería: Desguarnición total o parcial de-
los revestimientos de la banda.

Causa: Obstrucción o taponamiento en el -
punto de carga o bloques de material engan-
chados entre el tolvin y la banda.

Remedio: Regular o modificar la caída del
material y reemplazar las gomas de los guías
de carga que estén deteriorados o gastados.

V Avería: Desgaste excesivo y prematuro del
revestimiento superior (uniforme sobre to-
da la longitud de la banda).

Causa: La limpieza de la banda es insufi-
ciente y los rodillos de retorno se han en-
suciado por acumulación del material en el
reenvío o depajo del transportador de tal-
manera que estos montones de material ro-
zan la banda.

Remedio: Comprobar el buen contacto entre
los rascadores y la banda (fuerza de apoyo
y posición transversal), regular o reempla-
zar las gomas desgastadas.

VI Avería: Desgaste excesivo y prematuro del

revestimiento inferior.

Causa: Los rodillos portantes y los tambores están sucios o giran mal provocando por lo tanto un rozamiento.

Remedio: Reparar o sustituir los revestimientos de los tambores que están usados o bloqueados, cuando el transportador está en funcionamiento los rodillos bloqueados son fácilmente reconocibles, además se detectan por un depósito de polvo negro de caucho, más o menos importante sobre la estación soporte del rodillo.

Las inspecciones que recomendamos, permiten completar esta enumeración de averías y reparaciones en función de las características iniciales de la instalación.

Comportamiento de la banda.

La banda debe estar cerrada sobre los sistemas de rodamientos en los cuales se apoya.

Un desplazamiento de la banda puede ser debido a una carga defectuosa del material sobre la banda a un aflojamiento que provoque el desajuste de una o varias estaciones soportes de rodillos, a una serie de rodillos portantes bloqueados o a un hundimiento accidental de la estructura del bastidor. Debe comprobarse el buen estado (fijación y reglaje) de las estaciones amortiguadoras situadas por debajo de la zona

de alimentación y el estado de los rodillos -- amortiguadores (rodillos correctos, buen estado del disco de caucho).

Todo rodillo defectuoso debe reemplazarse ya -- que la zona de carga es el lugar donde la banda sufre mayores deterioros.

Debe verificarse la fijación de las estaciones de rodillos así como el giro (sin ruido anormal y sin calentamiento) de todos los rodillos sin excepción.

Estas verificaciones pueden realizarse de oído y es fácil y rápido efectuarse cuando el transportador está en servicio.

Un rodillo que golpea y provoca con frecuencia una vibración perceptible al tocar la armazón -- indica uno o varios rodamientos destruidos o defectuosos, que deben reemplazarse en el menor tiempo posible, así como cualquier rodillo que esté bloqueado. Es más económico sustituir los rodillos que emiten ruidos más o menos importantes que dejarlos rodar hasta su total destrucción.

Un rodillo inferior defectuoso se nota por sacudidas de la banda.

Los rodillos que se hayan salido de su alojamiento y que están por tanto bloqueados, deben colocarse de nuevo en su sitio.

Debe evitarse sobre todo la carga, el funcionamiento de la cinta cuando hayan sido reemplazados por otros nuevos. La banda corre grande peligro de estropearse del mismo modo cuando un rodillo (o estación de rodillo) del ramal inferior haya sido retirado para su revisión o porque esté deteriorado y todavía no ha sido sustituido, los rodillos contiguos soportan una sobrecarga a vez y media de su carga normal, evítase un funcionamiento prolongado de los rodillos en estas condiciones aumentando así el tiempo de vida.

De una manera general no dejar que el material se aglomere sobre los tambores de contrapeso, ni sobre los tambores adicionales, ni sobre los rodillos portantes o de retorno, se conseguirá de este modo una disminución del desgaste de la banda y un mejor comportamiento.

Puntos sujetos a desgaste y suciedad.

A continuación señalamos los puntos sobre los que se debe hacer una vigilancia especial:

Guías de carga: Recomendamos verificar el estado de las gomas.

Un excesivo desgaste provoca un desbordamiento del material con caída de éste sobre el ramal de retorno o un atascamiento de pequeños trozos de material entre la banda y las chapas de los guías de carga produciéndose un desgaste --

local y profundo de la banda.

Rascadores: Debe comprobarse que el material - no se acumule sobre los rascadores situados después del tambor de vertido y antes del tambor - de recervío.

La acumulación del material debido a la humedad en estos puntos roza contra la banda y aumenta el desgaste de la misma.

Los rascadores pendulares deben girar libremente sobre su articulación, engrasar los ejes y - comprobar el estado de las gomas.

Si las gomas presentan un desgaste excesivo, no dudar en regularlas o sustituirlas, limpiar los rascadores del polvo que se haya acumulado.

Si el rascador es insuficiente (incluso con gomas de caucho nuevas) debe distanciarse más el contrapeso de los rascadores para aumentar la presión de éste sobre la banda,

Es aconsejable realizar esta operación después de haber comprobado un buen estado del material ya que un aumento de la presión entraña un desgaste más rápido de las gomas y de la banda sin mejorar la calidad de la limpieza.

Estado general de los mecanismos:

Además de la periodicidad de los controles y engrases que se indican para cada mecanismo de la cadena cinemática recomendamos sobre todo en el período de rodaje, hacer un control de la tempe

ratura de los soportes reductores, frenos, acoplamientos, etc.

Los sistemas de tensión deberán poder funcionar libremente sobre la banda para asegurar su arrastre correcto para el tambor de mando.

Hay que asegurar que los recorridos sean suficientes después de los períodos de rodaje ya que durante este tiempo la banda se alargará sensiblemente hasta alcanzar una cierta uniformidad y estabilidad interna.

Observaciones generales

Se aconseja efectuar cada tres meses una revisión funcional del circuito eléctrico de los grupos de accionamiento, así como una verificación de los elementos de seguridad.

Las comprobaciones se harán en particular sobre los tiempos en puesta en marcha de los grupos ya que una modificación de la temporización puede provocar graves accidentes sobre los mecanismos.

La verificación de los elementos de seguridad consistirá en una simulación de funcionamiento del transportador retirando los fusibles de alimentación de los motores del mismo.

El equipo de control actuará sucesivamente sobre cada uno de los contactos y verificará tanto el buen funcionamiento de éstos como la acción correcta de los diferentes relés después -

de las maniobras de cada uno de los contactos.

Deben comprobarse en particular:

- Los contactos fin de carrera de contrapeso
- Los contactos de desvío de banda
- Cada uno de los contactos de parada de emergencia situados a lo largo del transportador.

La periodicidad de la comprobación de estos aparatos pueden ser diferentes de las definidas anteriormente sobre todo en instalaciones a la intemperie, decidiéndose el intervalo de comprobación en función de los resultados obtenidos de las primeras verificaciones realizadas.

6.4

Medidas de protección del trabajo adoptadas y dispositivos de seguridad.

Se deben adoptar medidas de protección para los órganos que giran tales como poner dispositivos de protección como careza, rejillas., etc.

Deberán colocarse carteles y pancartas de señalización en lugares de buena visibilidad para indicar los lugares de extremo peligro.

La instalación debe ser dotada de interruptores colocados a lo largo del circuito del transportador para poder detener el funcionamiento de la instalación en caso de ocurrir un accidente.

Se debe instalar una puesta a tierra protectora en toda la estructura metálica que evite --

las posibles descargas eléctricas debido a falta de aislamiento en cualquier punto de la instalación. Para trabajos en situaciones especiales es obligatorio el uso de cinturones de seguridad con anillos para cuerdas salvavidas.

Todas las partes móviles a la altura de un hombre tales como: tambores de contrapeso, tambores de tensión, estarán equipados de protección de metal y sujetos por angulares dimensionales en función de la parte a proteger.

Además se instalarán sistemas automáticos de seguridad para evitar averías como:

- Desvío lateral de la banda, se instalarán sistemas que cuando detecten una desviación anormal de la cinta detenga los motores.
- Dispositivo que actuará cuando la velocidad de la banda aumente o disminuya sensiblemente al valor nominal, este dispositivo deberá parar los motores en este caso.
- Dispositivo que pare los motores en el caso que se produzcan atascamientos del material en las tolvas de transferencia.

6.5 Reglas específicas de seguridad e higiene del trabajo adaptado a nuestra instalación.

- Solamente el personal responsable debe hacer funcionar la instalación o intervenir en el trabajo normal de la instalación, en particular cualquier puesta en marcha debe ser efectuada por un personal calificado.

- Los dispositivos de parada normales y de emergencia deben ser conocidos por el personal y deben ser conocidos por el personal y deben ser fácilmente accesibles y sus zonas de acceso deben mantenerse libre de obstáculos.
- Al volver a poner en marcha un aparato inmovilizado por una parada de emergencia debe procederse a una inspección que tenga por objeto:
 - a) Determinar la causa de la parada
 - b) Remediar el incidente
- Está prohibido atravesar los transportadores excepto por los sitios destinados a este efecto.
- Todos los reglajes ya sean mecánicos o eléctricos, deben ser efectuados por personal calificado, particularmente lo relacionado a los dispositivos de seguridad.
- El desmontaje de los carteles y paneles de protección deben ser trabajo exclusivo del personal de vigilancia y de mantenimiento, no debe efectuarse más que en la parada y después de la anulación de los dispositivos de puesta en marcha.
- Debe prohibirse proceder al engrase en marcha, excepto en el caso en que la posición de los órganos a engrasar, existan dispositivos particulares que lo permitan.

6.6 Consideraciones generales sobre Seguridad e Higiene del Trabajo.

Dada la enorme repercusión social y económica que --

tienen los accidentes laborales es necesario obligar a todos los trabajadores a cumplir las normas de seguridad vigentes para el trabajo de la instalación.

Para el cumplimiento de las normas es conveniente la creación de un "Comité de Seguridad e Higiene del Trabajo" que promueva el cumplimiento de estas normas, dicho comité adoptará cuantas medidas sean necesarias en prevención de riesgos que puedan afectar la vida o integridad de los trabajadores.

Asimismo deberá preverse cuanto fuera preciso para el buen mantenimiento y útiles de trabajo, facilitarán igualmente para dicho fin toda clase de protección adecuada al trabajo (guantes, botas, gafas, cinturones, etc.).

Este comité tendrá además la función de facilitar instrucciones ya sea de carácter general o media al personal antes de que comience en sus puestos de trabajo. Es necesario adoptar todo tipo de medidas para la prevención y extinción de incendios y prestar gran atención a la protección de las instalaciones eléctricas y equipos en general.

CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Hemos puesto punto final a nuestro trabajo en el cual analizamos tanto desde el punto de vista técnico como económico las posibles variantes que puedan presentarse en la aplicación de la tecnología combinada trailla-bulldozer-banda en los trabajos de destape en la Mina de Moa para la formación de escombreras magistrales fuera de los límites del yacimiento con los siguientes objetivos:

- a) eliminar la contaminación que se produce actualmente del mineral útil al depositar el escombros en zonas ya minadas y permitir con esta tecnología la extracción futura de las serpentinitas de balance.
- b) depositar el escombros en escombreras magistrales con el objetivo de tener este elemento a fácil acceso debido a su posible aprovechamiento como una rica mena de hierro -- por los nuevos procesos metalúrgicos.
- c) disminuir el costo que se produce con el aumento del volumen a remover y el correspondiente incremento de la distancia de tiro -- de las traillas trayendo como consecuencia la disminución de su productividad y el in-

cremento ostensible en el parque de equipos necesarios.

Para realizar este análisis nos basamos en las siguientes variantes:

VARIANTE I :

Sistema de transporte manteniendo la organización actual de 10 horas al día para todos los equipos pese al aumento del volumen, en este caso sería necesario un ancho de banda del transportador principal de 1000 mm .

VARIANTE II :

Sistema de transporte manteniéndose la organización de un turno de 10 horas al día para las traillas y produciendo éstas un almacenamiento que sería disipado por los bulldozeros trabajando dos turnos y alimentando continuamente al sistema de bandas que también trabajaría dos turnos de 10 horas, con esta variante se lograría para el transportador principal un ancho de banda de 300 mm que es la que existe en el transportador principal CC-8 de Yamanigüey.

VARIANTE III :

Esta última variante se basa en la utilización de dos turnos de 8 horas para todos los equipos lográndose 900 mm de ancho de banda con menor reserva productiva que la variante anterior .

De los cálculos realizados de estas variantes del punto de vista técnico como económico hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- 1.- Que con la utilización de la banda de 800 mm se lograría la unificación y estandarización de bandas transportadoras en la Mina, siendo esto un importante principio de nuestra economía con lo que se podrá realizar más fácilmente el mantenimiento y la utilización de las piezas de repuesto.
- 2.- Que los costos totales de 1 m³ de mineral transportado son equivalentes para las variantes I y II .
- 3.- Que la Variante II de 800 mm provoca una ostensible disminución de los gastos por concepto de equipos que significa divisas exportables, aunque conlleva a un incremento de los gastos por concepto de salario, que es un medio circulante que a largo plazo sería compensado al estado.
- 4.- La Variante III es la de menor gasto de equipos pero el costo de 1 m³ es el mayor debido a un incremento ostensible de los gastos de salario.

5.- Que al utilizar una banda de 800 mm de ancho disminuirán las dimensiones de sus elementos y el trabajo se realizará con menos carga que en las condiciones productivas iniciales.

6.- La mayor reserva productiva la obtenemos por la Variante II .

De todo esto podemos deducir que la Variante Técnica-Económica más ventajosa es la II donde tendremos un turno de traillas permitiendo la imposibilidad de interferencias al producirse los cambios de turno y dos turnos para los bulldozers y transportadores pudiendo alimentarse una banda de 800 mm de ancho, con gran reserva productiva y lográndose una unificación y estandarización de estas bandas en la Mina.

RECOMENDACIONES

- Introducir una nueva organización del trabajo en las labores de destape de la Mina de Moa - consistente en un turno de 10 horas de operación de las traillas y dos turnos para los - bulldozeros y los transportadores del sistema propuesto.
- Diseñar el Transportador Principal de este - sistema tomando como base un ancho de banda - de 800 mm .
- Proteger a las tolvas de alimentación y trans - ferencia contra la posible adhesión del pro - ducto del transportador.
- A la hora de diseñar el sistema de transporta - dor, estudiar la posibilidad de instalar dis - positivos de seguridad en el sistema inversor de banda para evitar pérdidas de mineral en - caso de no producirse la inversión.
- Tener en cuenta que la transmisión al suelo - en la obra civil no supere los 5 Kgf/cm² te - niendo en cuenta los demás equipos que se uti - lizan en el Sector de Escombreo.
- Antes de llevar a cabo el diseño hacer un es - tudio de las características técnicas y de ex - plotación del formador de escombreras en nues - tras condiciones específicas.

- Estudiar el método más óptimo para la extrac -
ción del escombros de las escombreras registra-
les.
- Analizar la posible deposición selectiva del -
escombros debido a la presencia de diferentes -
% de Ni del mismo.

SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LOS CALCULOS TECNICOS

SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LOS CALCULOS TECNICOS

B	Ancho de Banda
Q	Productividad
C_1	Coeficiente que depende del ángulo de inclinación del transportador
v	Velocidad de la banda
V	Volúmen a remover
	Peso volumétrico del material
Kr	Coeficiente de reserva productiva
q_b	Peso lineal de la banda
b	Espesor de la banda
q_c	Peso de la carga
$1r'$	Distancia entre los rodillos superiores
$1r''$	Distancia entre los rodillos inferiores
h	Altura de elevación de la carga
	Angulares de inclinación del transportador
	Angulo de talud del material
P_1	Potencia para mover la banda en vacío
f	Coeficiente de fricción para los rodillos
L_0	Coeficiente de corrección de la distancia entre centros
L	Distancia de tiro
W	Peso de las partes móviles sin material -- acarreado
P_2	Potencia para mover la carga a nivel
P_3	Potencia para elevar la carga

P_t	Potencia adicional
P_T	Potencia total del árbol
P_M	Potencia del motor
	Eficiencia de la transmisión
T_E	Tensión efectiva
T_2	Tensión de lado
T_3	Tensión de inclinación
T_4	Tensión de flexión
T_M	Tensión máxima
T_u	Tensión unitaria máxima
R_{min}	Radio mínimo de flexión
K_1	Coefficiente de corrección
S_{min}	Tensión mínima admisible de la banda
f	Flexión admisible entre rodillos
f_{max}	Flexión máxima entre rodillos
	Relación de transmisión del reductor
D_t	Diámetro del tambor motriz
V_m	Velocidad del angular en el árbol del motor
N	Número de revoluciones del motor
A_g	Aceleración de la gravedad
X	Factor de arranque
t_v	Tiempo de vuelta (una)
M_{arre}	Movimiento de arranque
P_a	Fuerza de tracción estática
K_e	Coefficiente de corrección de la resistencia estática

η

Eficiencia de arranque

C_T

Coeficiente de disminución de la resistencia del tensor.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- Conveyors and related equipment.
A. Spivakosky
- Catálogo Bandas Transportadoras.
- Trabajo de diploma " Aplicación de la tecnología Trailla-Formador de escombreras para la formación de escombreras magistrales en la Mina de Moa.

José Oliver y

Yolanda Parada

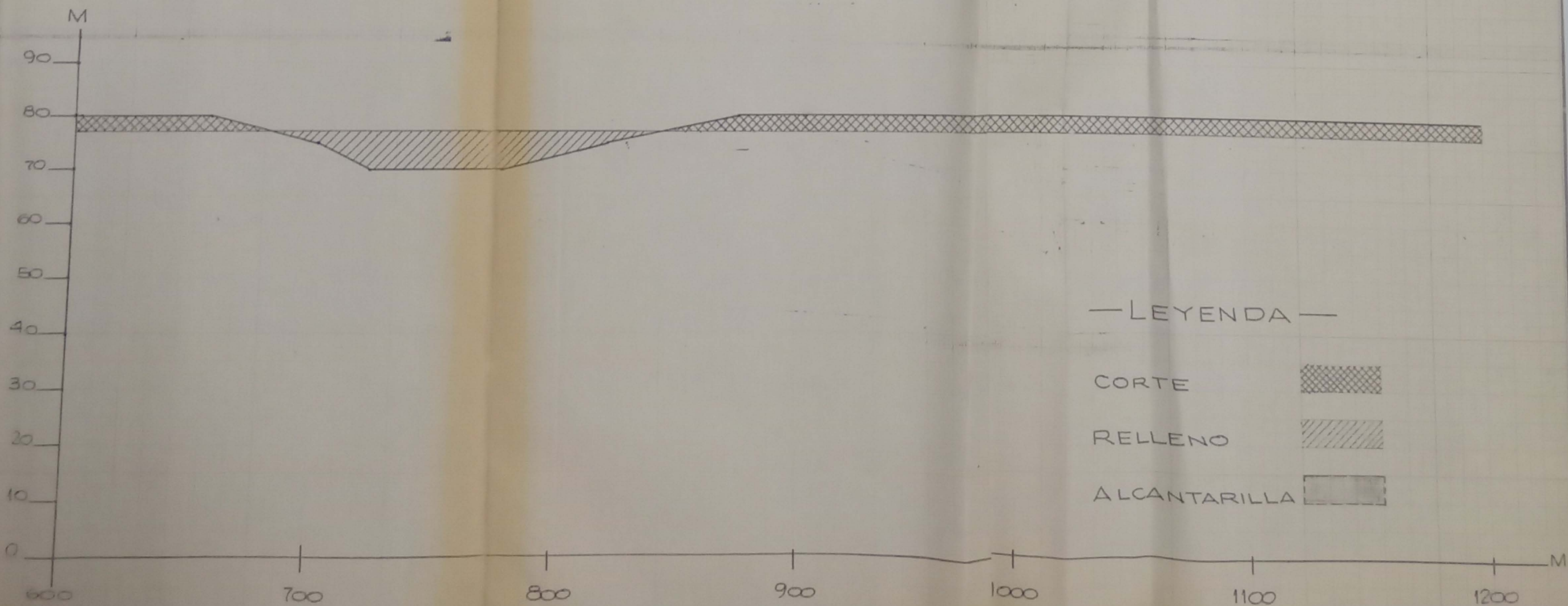
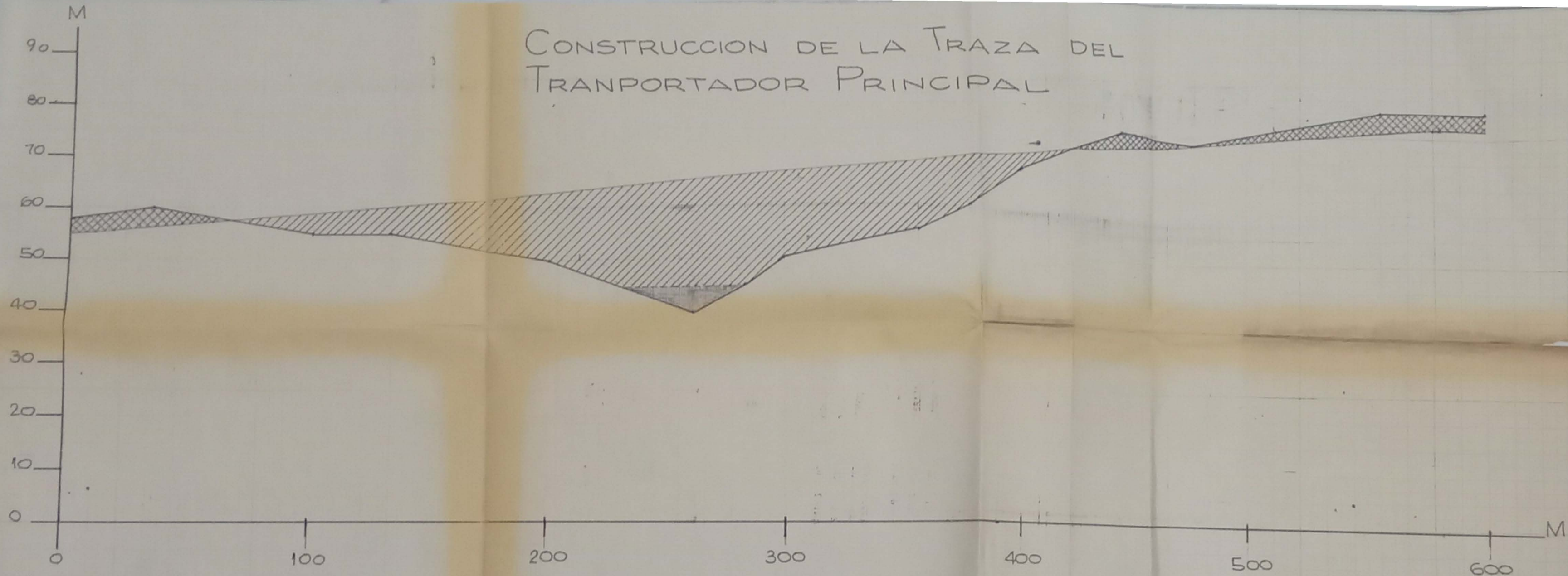
I N D I C E

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Introducción	
<u>Capítulo I</u> - Breves características de la región y el yacimiento. Tecnología minera.	1
<u>Capítulo II</u> - Situación actual, tareas del trabajo y fundamentación.	24
<u>Capítulo III</u> - Cálculo técnico de las variantes a comparar.	33
<u>Capítulo IV</u> - Cálculo económico de las Variantes a comparar.	62
<u>Capítulo V</u> - Tarea técnica general para el proyecto del sistema de bandas.	83
<u>Capítulo VI</u> - Nociones generales sobre mantenimiento y seguridad e higiene del trabajo.	111
Conclusiones y Recomendaciones	126
Simbología utilizada en los cálculos técnicos.	132
Bibliografía	136
Anexos	

PLANOS ANEXOS:-

- Plano I - Construcción de la traza del transportador.
- Plano II - Corte transversal del transportador principal.
- Plano III- Ilustración del formador de escombros.
- Plano IV - Esquema de transporte
- Plano V - Variación de los costos con la productividad horaria para las diferentes variantes.
- Plano VI - Comportamiento de los costos de 1 m^3 de escombros transportado por las distintas variantes.

CONSTRUCCION DE LA TRAZA DEL TRANSPORTADOR PRINCIPAL



— LEYENDA —

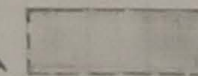
CORTE



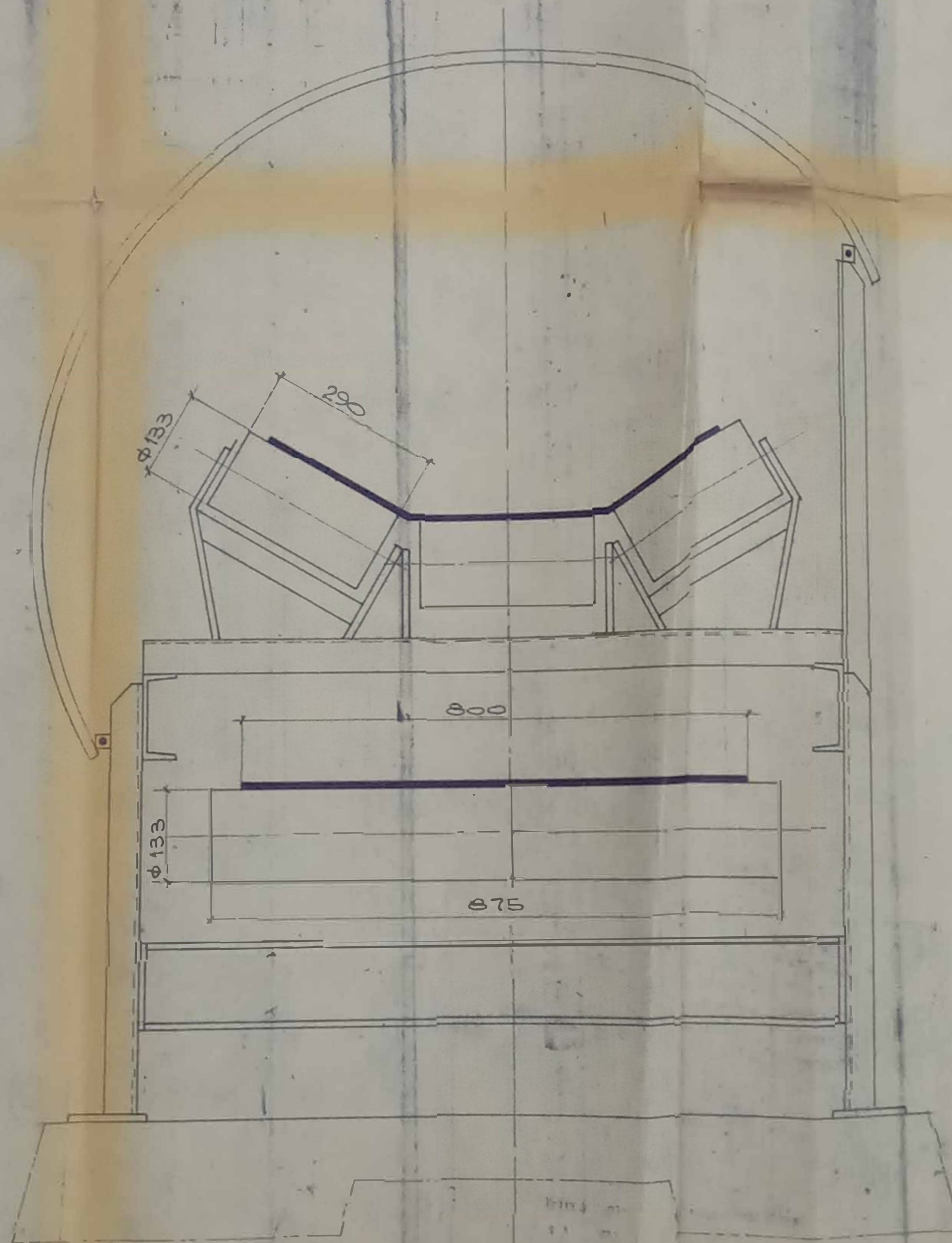
RELLENO

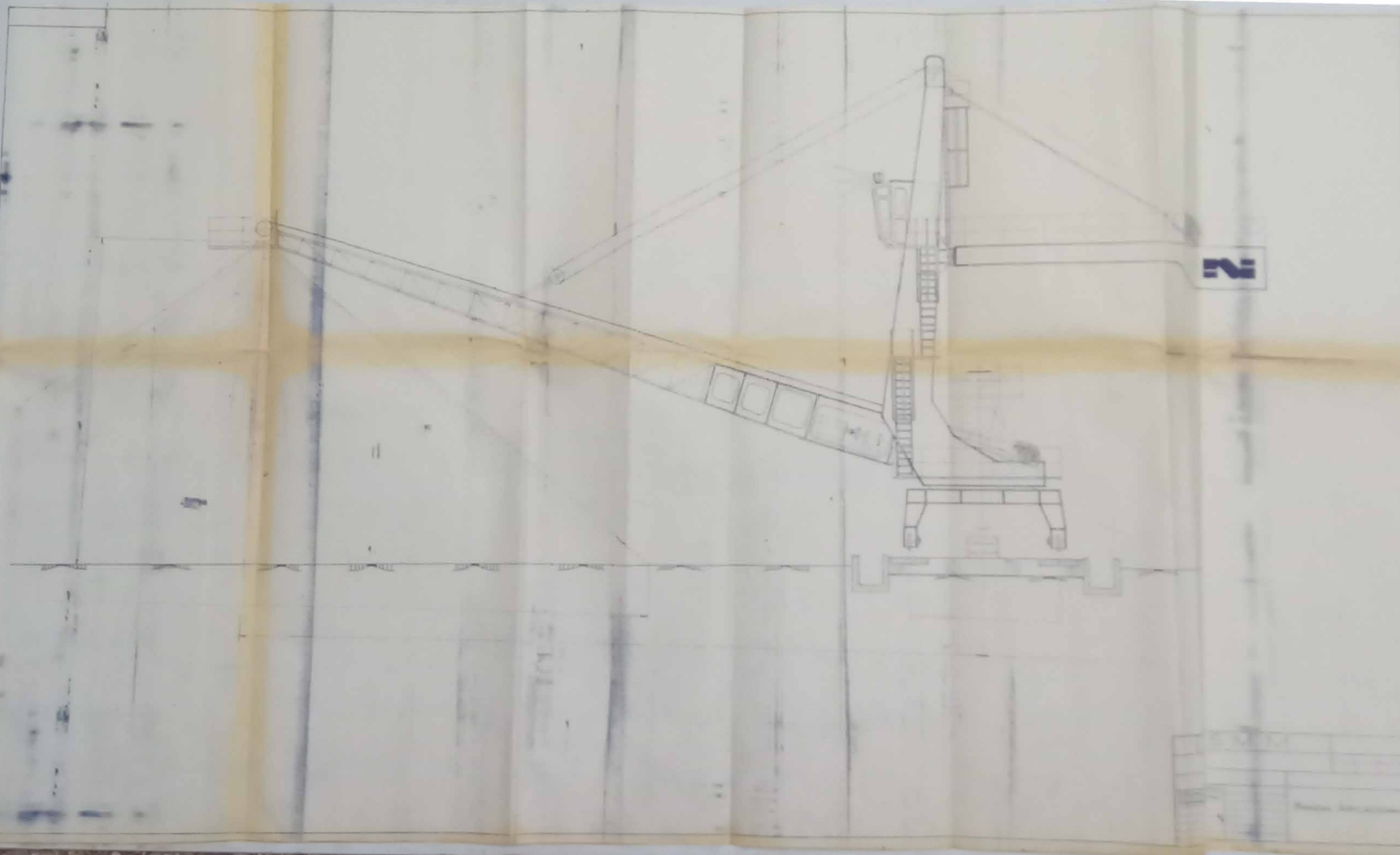


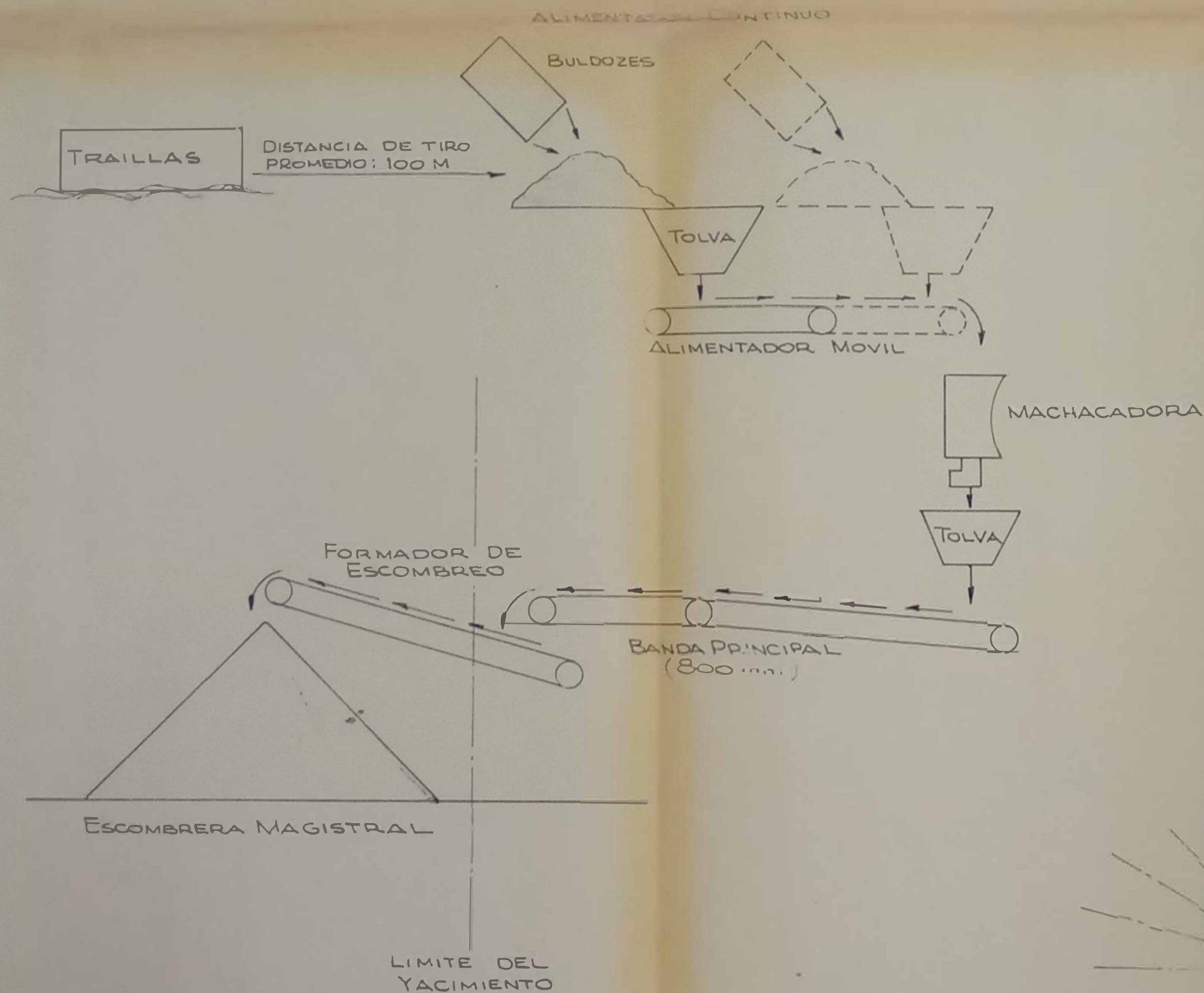
ALCANTARILLA



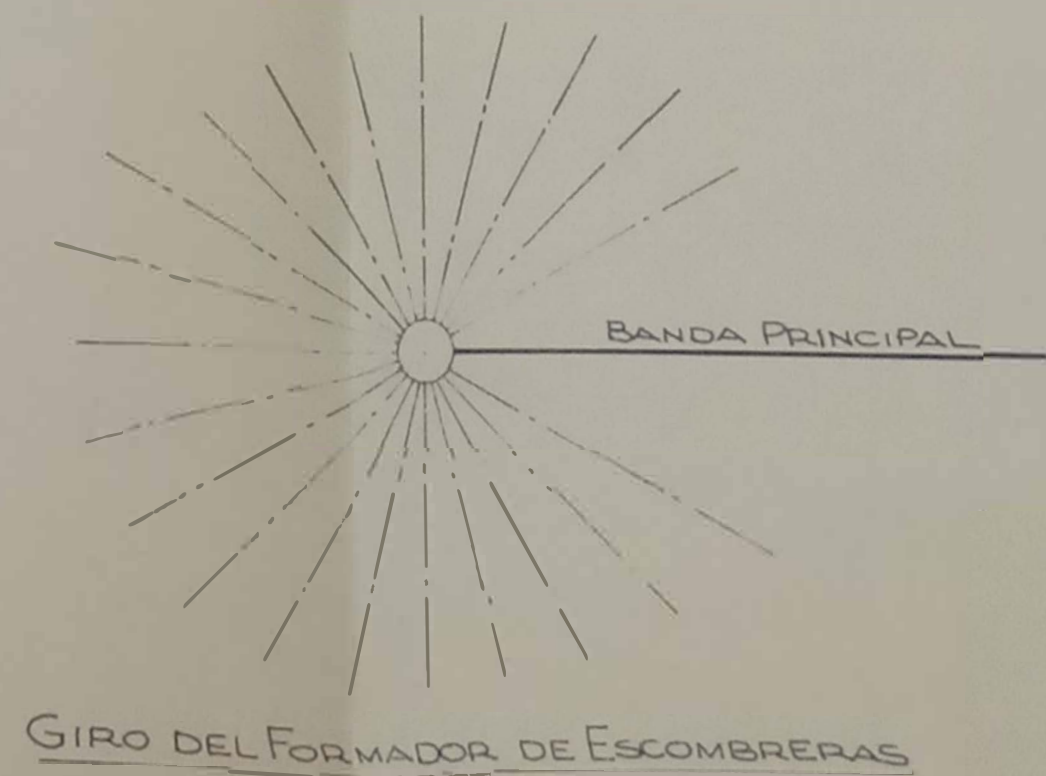
CORTE TRANSVERSAL DE LA BANDA TRANSPORTADORA



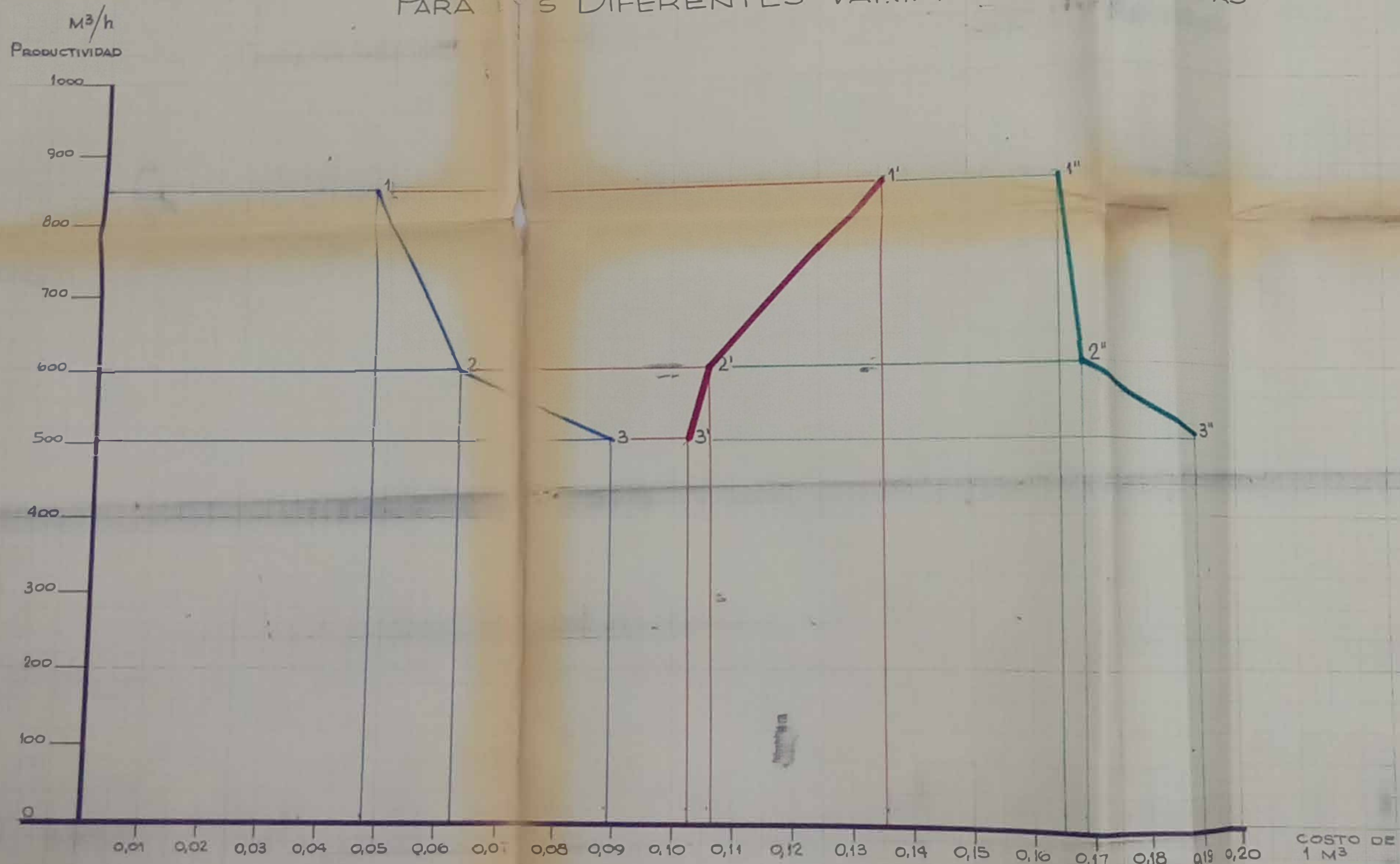




ESQUEMA DE TRANSPORTE
DE ESCOMBREO POR LA
TECNOLOGIA TRAILLA -
-BULLDOZER- BANDA-
-FORMADOR DE ESCOMBRERAS

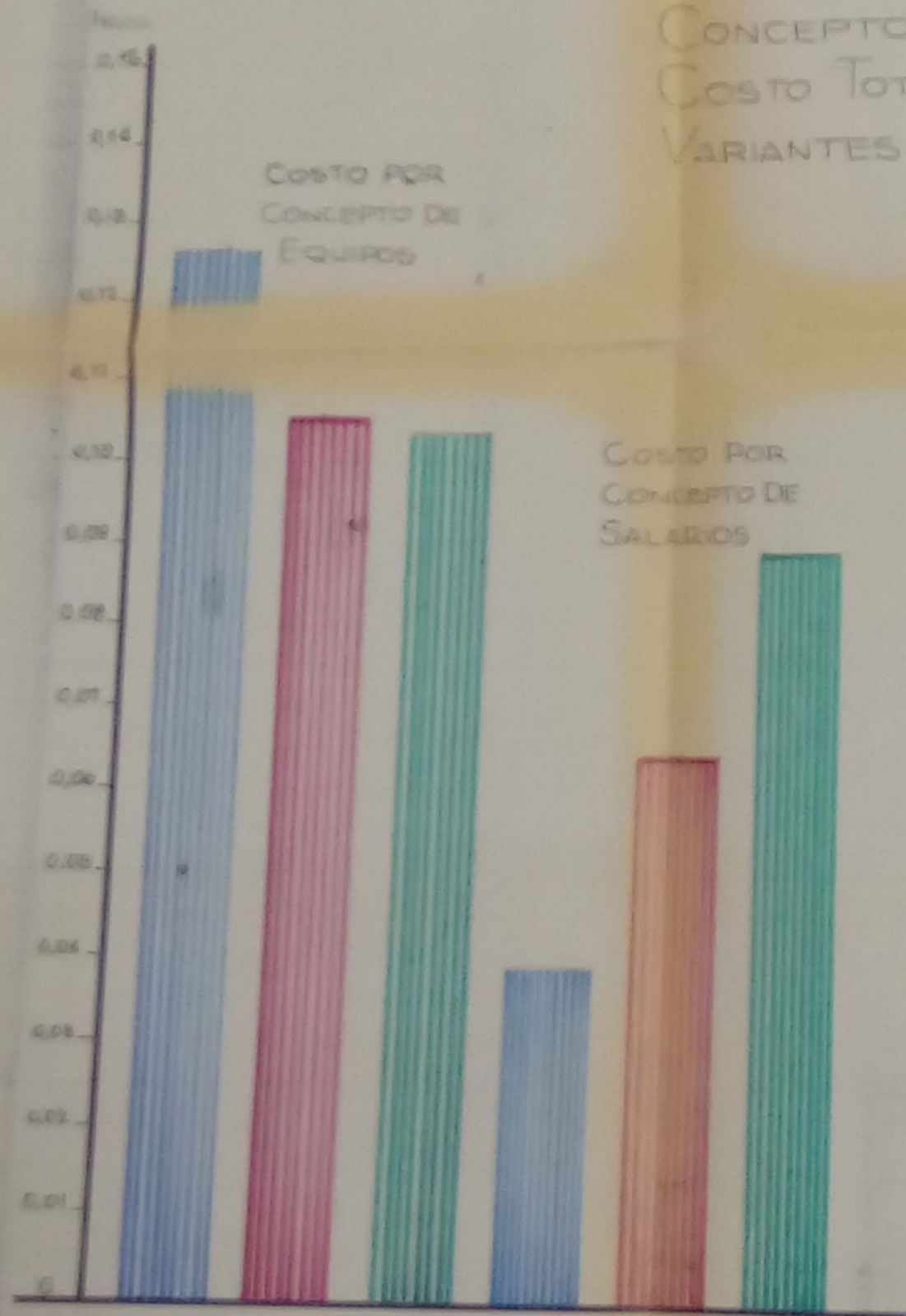


VARIACION DE LOS COSTOS CON LA PRODUCTIVIDAD HORARIA PARA LOS DIFERENTES VARIANTES PLANTEADAS



SALARIO
EQUIPOS
TOTAL

COMPORTAMIENTO DEL COSTO DE 1m³ POR CONCEPTO DE EQUIPOS, SALARIOS Y EL COSTO TOTAL PARA LAS DIFERENTES VARIANTES CALCULADAS



VARIANTE I



VARIANTE II



VARIANTE III

