

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“ ESTUDIO DE RENOVACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA FLOTA DE
CAMIONES DE LA EMPRESA HIERRO PERÚ”**

INFORME DE INGENIERÍA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

CARLOS EUGENIO ESTEVES OSTOLAZA

PROMOCIÓN 1967 - II

LIMA – PERÚ

2 002

Dedicatoria

A mis padres: Belisario e Isabel;

a mis hijos: Karla, Irina, Tania, Yana y José Carlos; y

a mi compañera de vida: Isabel.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	4
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA HIERRO PERÚ.....	8
2.1 ASPECTOS GENERALES Y UBICACIÓN.....	8
2.2 PROCESO PRODUCTIVO	11
2.3. TALLERES	34
3. TEORÍA SOBRE RENOVACIÓN DE MAQUINARIA	38
3.1. MARCO TEÓRICO.....	38
3.2 EL MÉTODO MAPI.....	46
3.3. DEDUCCIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS	50
4. MÉTODO Y PROCEDIMIENTO.....	54
4.1. INFORMACIÓN SOLICITADA.....	54
4.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO	58

5. ANÁLISIS DE RENOVACIÓN	67
5.1. SITUACIÓN DE LOS EQUIPOS	67
5.2. COSTOS DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN	68
5.3. VALOR DE LA PRODUCCIÓN.....	101
5.4. IMPUESTOS.....	102
5.5. CÁLCULO DE LA INFERIORIDAD OPERATIVA.....	121
5.6. CÁLCULO DEL ADVERSO DEL DEFENSOR.....	123
5.7. ADVERSO MÍNIMO DEL EQUIPO RETADOR	129
5.8. CÁLCULO DE LA OPORTUNIDAD DE REEMPLAZO.....	135
6. CONCLUSIONES	138
7 BIBLIOGRAFÍA	1422

PRÓLOGO

El estudio se realizó en 1979. Fue todo un reto, pues era la primera vez que se asumía en el país un trabajo similar. Organicé un equipo de 8 profesionales y estuvimos 30 días en las instalaciones de Hierro Perú recogiendo información e intercambiando opiniones con los profesionales.

El informe consta de 6 capítulos. El primero es una breve introducción. El segundo, Descripción de la empresa Hierro Perú, contiene información sobre el proceso productivo, permitiendo apreciar la importancia de los camiones. En el tercer Capítulo, se presenta el marco teórico de la renovación de maquinaria y se explica el método MAPI así como la deducción de los modelos matemáticos utilizados. El capítulo cuarto detalla el procedimiento de cálculo y comenta la información recogida en la planta.

En el Capítulo quinto se realiza el Análisis de Renovación de los camiones, partiendo de la situación de los equipos. Asimismo se calcula los costos de mantenimiento y operación, el valor de la producción, la incidencia de los impuestos, la inferioridad operativa y los adversos mínimos de los equipos defensores y del retador. Se culmina con el cálculo de la oportunidad de replazo. Las conclusiones se presentan en el Capítulo sexto.

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN

Hierro Perú, dentro de su política de mejorar los niveles de eficiencias, consideró necesario, entre otros aspectos, formular un programa de renovación de su equipo móvil. Para el efecto encargó a Latinoamericana de Estudios Económicos SA, Latecsa, la evaluación técnica y económica de su equipo móvil, a fin de formular un Programa de Renovación.

El Parque Móvil de HIERRO PERÚ estaba constituido por Equipo Pesado y Equipo Liviano que totalizaban 450 unidades.

El Equipo Pesado prestaba servicios en la mina y estaba conformado principalmente por perforadoras, palas mecánicas y eléctricas, camiones de carga, tractores, retroexcavadoras, cargadores frontales, grúas y montacargas.

El Equipo Liviano distribuido en los diversos centros de operación de HIERRO PERÚ prestaba servicios de apoyo tanto en las actividades operativas como administrativas y estaba conformado principalmente por automóviles, camionetas, ómnibuses y camiones.

La política de HIERRO PERÚ en lo referente a su equipo móvil, estaba orientada más a un incremento esporádico de equipos que a una renovación programada. Esto se refleja en el hecho que casi el 90% de su flota, para la cual se disponía de información, ya había pasado la vida económica teórica reconocida por los fabricantes. El costo de mantenimiento en general, con esta política, tiende a ser mayor que lo normal y cada año va en aumento; y por otra parte, aumenta la inseguridad de la operatividad de los equipos. Sobre este aspecto, se detectaron casos en los que el costo de reparación había sido equivalente al de una unidad nueva. Adicionalmente, se pudo notar que los equipos dados de baja no eran rápidamente rematados por HIERRO PERÚ, sino que los canibalizaban.

Los adelantos tecnológicos posibilitan la aparición de equipos más eficientes y de menores costos operativos, por ello había la posibilidad de que algunos equipos operasen en condiciones antieconómicas en relación con el equipo nuevo.

HIERRO PERÚ, interesado en recuperar sus niveles de producción, nos encargó realizar el análisis de su equipo móvil, con el fin de formular un

programa de renovación del mismo; el cual debía considerar tanto el aspecto técnico como el económico.

El encargo de Hierro Perú y el objetivo de trabajo fue múltiple: identificar qué equipos operaban en forma antieconómica, cuáles debían ser cambiados en los próximos años, y qué maquinaria se requería para atender las necesidades operativas programadas de la mina.

Las necesidades de reposición del equipo móvil en Hierro Perú eran planteadas por los diferentes usuarios de la Empresa y canalizadas, previa aprobación de los niveles de decisión correspondientes, hacia la Gerencia de Logística, la que se encargaba de realizar la adquisición respectiva.

En los talleres de Hierro Perú se efectuaba tres clases de mantenimiento: preventivo, programado y por averías o reparaciones. El mantenimiento preventivo tenía por objetivo evitar la ocurrencia de daños mayores posteriores. Esta práctica se veía facilitada por los récords que mantenían en los talleres, los cuales permitían determinar oportunamente las necesidades de mantenimiento para cada equipo.

El mantenimiento programado tenía por objetivo prolongar la vida operativa del equipo y se realizaba teniendo en consideración las recomendaciones de los fabricantes, los resultados de los análisis espectrográficos de aceites y la propia experiencia del personal de la empresa. En este caso, el

mantenimiento partía de la determinación o medición de los desgastes y su influencia sobre el funcionamiento de otros componentes. Este mantenimiento incluía el reemplazo del elemento defectuoso.

El mantenimiento por avería se realizaba eventualmente y tenía por objetivo mantener operativo el equipo afectado. En este caso el mantenimiento incluía el reemplazo y/o reparación del elemento averiado o desgastado.

La información sobre los rendimientos teóricos de la maquinaria existente así como de los nuevos equipos fue proporcionada por representantes de las firmas fabricantes: E. Ferreyros y Cia. SA, Joy Manufacturing Co. SA, CIPSA Comercial Peruana SA, SOMERIN SA, Harnischfeger P&M, Chrysler Perú SA, Motor Perú SA.

El presente trabajo contiene los aspectos teóricos, metodológicos, así como los cálculos y conclusiones del estudio de renovación de 3 flotas de camiones de alto tonelaje (19 Haulpak LW65, 24 Lectra Haul 700 y 8 Lectra Haul 1000) usados en el movimiento de materiales en las operaciones de la mina. Sin embargo, cabe destacar que el estudio realizado comprendió el análisis de toda la flota.

CAPÍTULO 2.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA HIERRO PERÚ

2.1 Aspectos generales y ubicación

Hierro Perú se constituyó como empresa pública el 24 de julio de 1975 por mandato del Decreto-Ley N° 21228, que nacionalizó el complejo minero-metalúrgico de Marcona. Funcionaba como una sociedad anónima, sujeta al régimen de derecho privado, con autonomía económica y administrativa.

Era titular de varios derechos mineros dentro de 20 kilómetros de radio, cuando se trate de hierro, carbón o mineral no metálico. Se encuentra en el distrito de Marcona, provincia de Nazca, departamento de Ica. Específicamente está ubicada entre siguientes las coordenadas geográficas:

Longitud, de: 74° 55' á 75° 18' Oeste

Latitud, de: 15° 03' á 15° 26' Sur

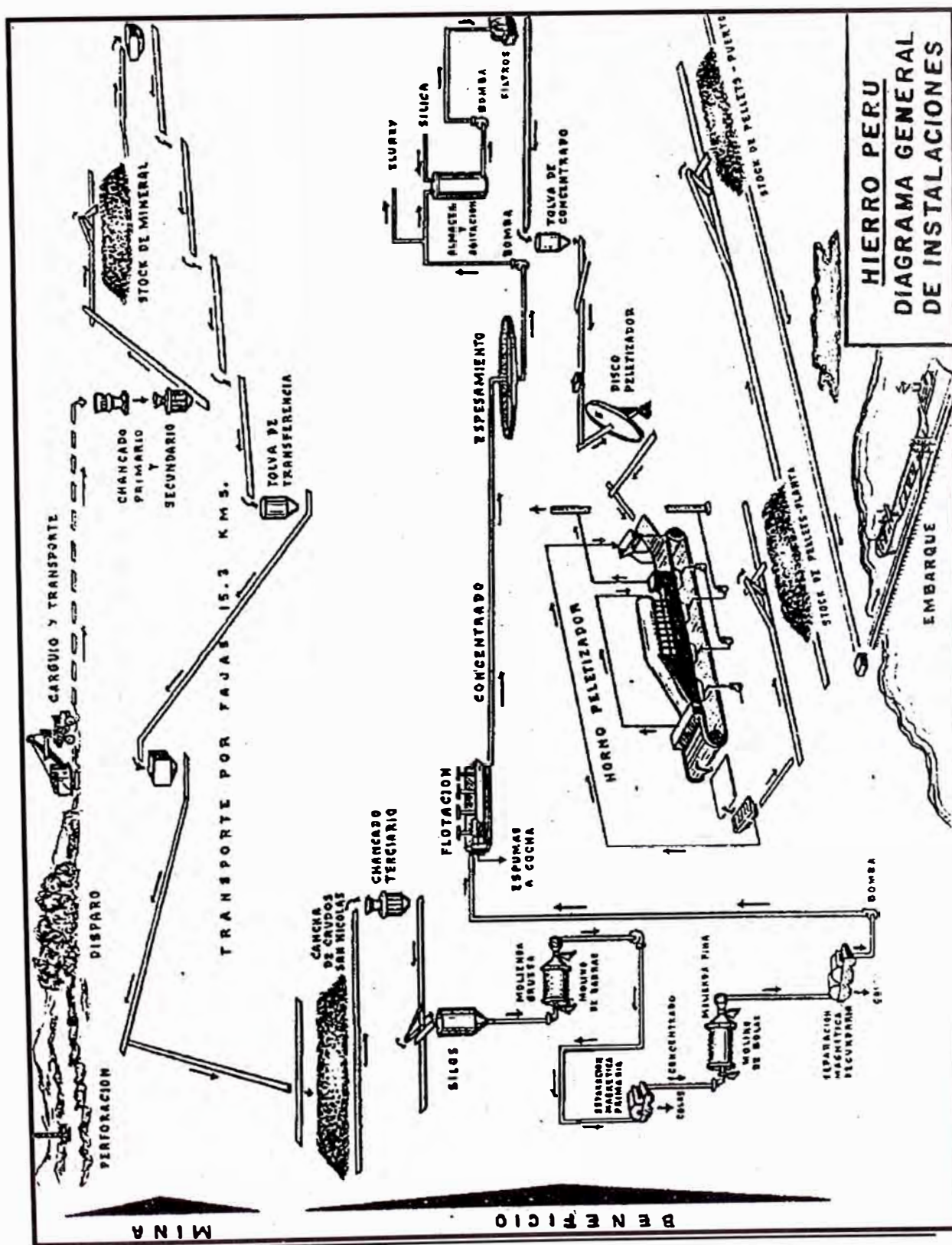
Ilustración N° 1

Ubicación de Hierro Perú, de la Mina, Planta de Beneficio y Muelle



Ilustración N° 2

Diagrama General de la Producción de Hierro Perú



2.2 Proceso Productivo

El proceso productivo de Hierro-Perú comprende 3 secciones bien definidas (ver Diagrama General):

La explotación de la Mina.

La Planta de Beneficio, o sea, tratamiento metalúrgico del mineral, y

El embarque de los productos.

Los planes de minado son la base fundamental del desarrollo y garantizan una explotación racional y económica, están basados en información geológica y en parámetros técnicos y económicos para el diseño del contorno final del cuerpo mineralizado, o para los planes de minado a largo y corto plazo.

- El Planeamiento Mina a Largo Plazo comprende desde el diseño del contorno final probable, hasta planes de minado a cinco años, revisados anualmente de acuerdo a las alternativas de producción y a la capacidad del equipo de minado.
- El Planeamiento Mina a Corto Plazo va desde un mes hasta un año, tiene como base los requerimientos mensuales de producción y la disponibilidad del equipo. Estos planes son revisados quincenalmente.

El Mantenimiento Mecánico y Eléctrico están orientados a prestar los servicios y apoyo en las reparaciones y mantenimiento a los equipos mineros así como a la infraestructura del área mina.

El Control de Calidad Mina cumple un rol preponderante en la extracción de mineral de leyes beneficiables, es el nexo entre Operaciones Mina, Planeamiento Mina y las Plantas de Beneficio.

La Capacidad instalada de Hierro Perú por planta es la siguiente:

Planta de Chancado

Chancadora N° 1	3 300 000 Tn / Año
Chancadora N° 2	10 200 000 Tn / Año

Planta Magnética

Circuito Molienda Gruesa	2 500.000 Tn / Año
Circuito Molienda Fina	4 800.000 Tn / Año
Planta de Filtros	4 800.000 Tn / Año
Torta Filtrada	4 800.000 Tn / Año

Planta de Pélets

Línea N° 1	1 300.000 Tn / Año
Línea N° 2	2 200.000 Tn / Año

Las ventas anuales de Hierro Perú fueron las siguientes:

Año 1976	4 641 300 TS
Año 1977	6 344 158 TS
Año 1978	4 882 483 TS
Año 1979	5 980 926 TS

2.2.1. Explotación de la Mina

Operaciones Mina, abarca desde la perforación hasta el transporte de mineral y está basada en los planes de minado.

La explotación se realiza a “cielo abierto” y comprende las siguientes etapas:

- perforación
- disparo
- carguío
- acarreo
- chancado
- transporte

MINE OPERATIONS

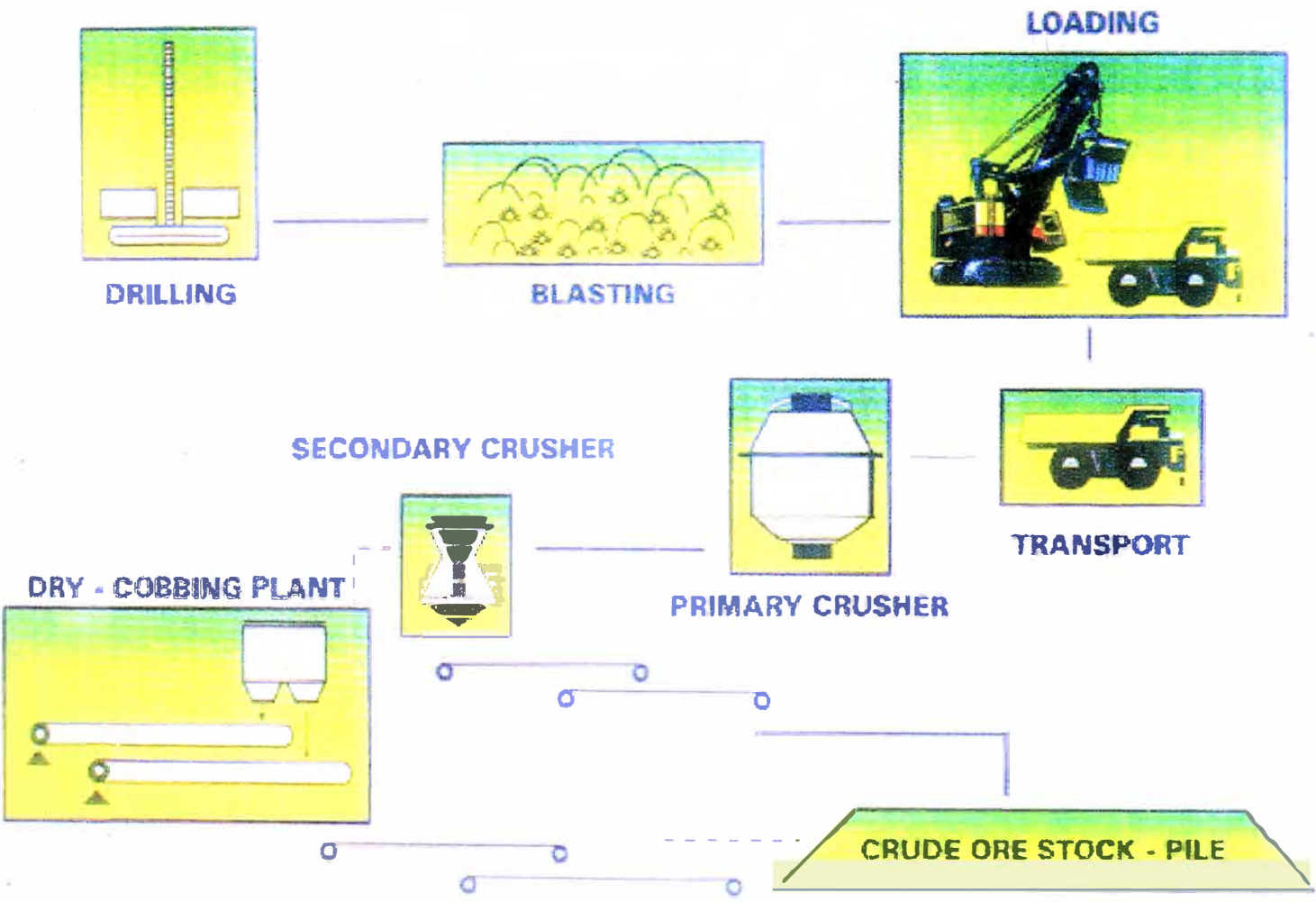


Ilustración N° 3
Operaciones en la mina

Perforación

La perforación se realiza con perforadoras eléctricas rotativas, con brocas de 9", 9.7/8" y 11" de diámetro, en bancos o niveles de 12 mts. de altura usando mallas de perforación que varían de acuerdo a las condiciones estructurales y de dureza por tipo de material (14' x 14' mineral primario y 22' x 26' en desmonte).

Disparos

Para los disparos se usa como explosivo principal el Anfo - Al, que es una mezcla de nitrato de amonio, petróleo y aluminio. Como accesorios de la voladura se utiliza el cordón detonante, boosters - fulminantes eléctricos y retardos.

Carguío y movimiento de material

El carguío del material disparado (mineral u otros materiales) de los frentes de extracción se realiza con palas eléctricas y cargadores frontales cuyas capacidades de cucharas varían desde 6 a 15 yd.

Acarreo

El acarreo se realiza desde los frentes de extracción hasta las canchas de estéril, canchas intermedias de mineral y plantas chancadoras, utilizando camiones volquete con capacidades de 65, 100 tons.

Cuadro N° 1

Equipo de movimiento de material en la mina de Hierro Perú

Equipo	#	Marca	Modelo	Capacidad	Fecha de adquisición
Palas	4	P&H	1600	6 YD3	1962 – 1967
Palas	2	P&H	1900 ^a L	10-12 YD3	1980
Palas	4	P&H	2100	12-15YD3	1966-1969
Perforadoras	4	BE	40R	9"	1962
Perforadoras	6	BE	50R	9 7/8"	1966 –1967
Camiones	19	Haulpak	LW65	65 TC	1966-1968
Camiones	24	L. Haul	H-100 (700HP)	100 TC	1966-1968
Camiones	8	L. Haul	H-100 (1000HP)	100 TC	1973

Chancado

El mineral se procesa en dos plantas chancadoras que lo reducen a menos de 4 pulgadas de diámetro: la capacidad máxima de las chancadoras es de 1 000 tn/hora y 2 000 tn/hora respectivamente.

Transporte de mineral

El transporte de mineral se realiza desde los stocks de las chancadoras de la mina hasta el stock de crudos en San Nicolás, mediante un sistema de fajas transportadoras que tiene una capacidad de 2000 tn/hora y una longitud de 15.3 Km.

Ilustración N° 4, Carga de un Camión



2.2.2. Planta de Beneficio

La Planta de Beneficio, ubicada en la bahía de San Nicolás, consta de las siguientes etapas

- Chancado
- Molienda y Concentración
- Filtración
- Peletización

Los productos que se obtienen son: Concentrado para Sinterización (HGSE), Concentrado Fino para Peletización Como Torta Filtrada (Pellet Feed), Pélets de Alto Horno y Pélets para Reducción Directa.

Chancado

El mineral crudo de la Mina es transportado a la planta de San Nicolás, a través de una faja de 15.3 kilómetros de longitud, el cual es recepcionado y almacenado en las canchas de stocks de crudos por tipos, cuya capacidad es de aproximadamente 400,000 T.S.

El mineral que llega de la Mina tiene como máximo 4" de diámetro. Las chancadoras tienen que reducirlo a un tamaño $<1/2$ ", que es el tamaño apropiado para lograr la liberación del mineral. Este es recuperado de la

cancha de stock de crudos, por medio de fajas transportadoras y enviado a las plantas de chancado terciario compuestas por dos líneas:

La Línea N° 1 consta de dos chancadoras cónicas de cabeza corta; una de 5.1/2 pies y otra de 7 pies, que trituran mineral transicional en circuito cerrado y mineral primario, en circuito abierto, con una capacidad de 450 toneladas por hora.

La Línea N° 2 consta de dos chancadoras cónicas Nordberg de 7 pies, instaladas en paralelo, trabajan en circuito abierto, con una capacidad de trituración de 1,400 toneladas por hora.

El mineral triturado es enviado a los silos de alimentación de la Planta Magnética.

Ilustración N° 5, Perspectiva de la Mina

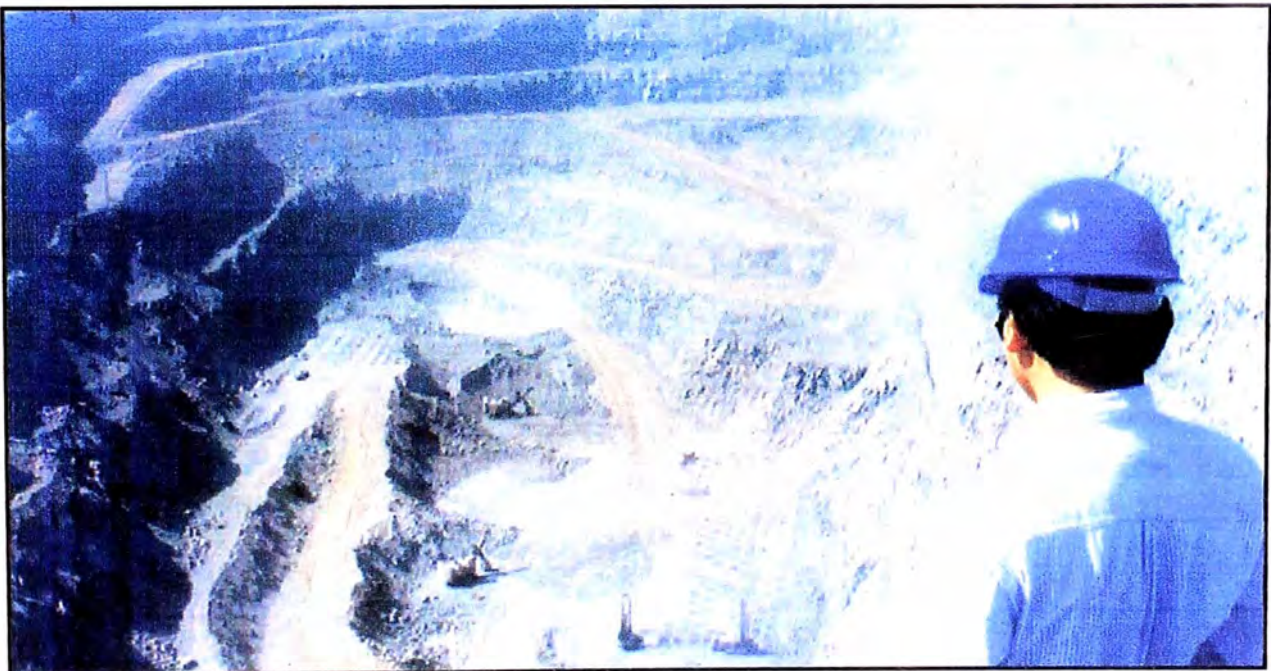


Ilustración N° 6

Plano de la Planta de Beneficio y Muelle

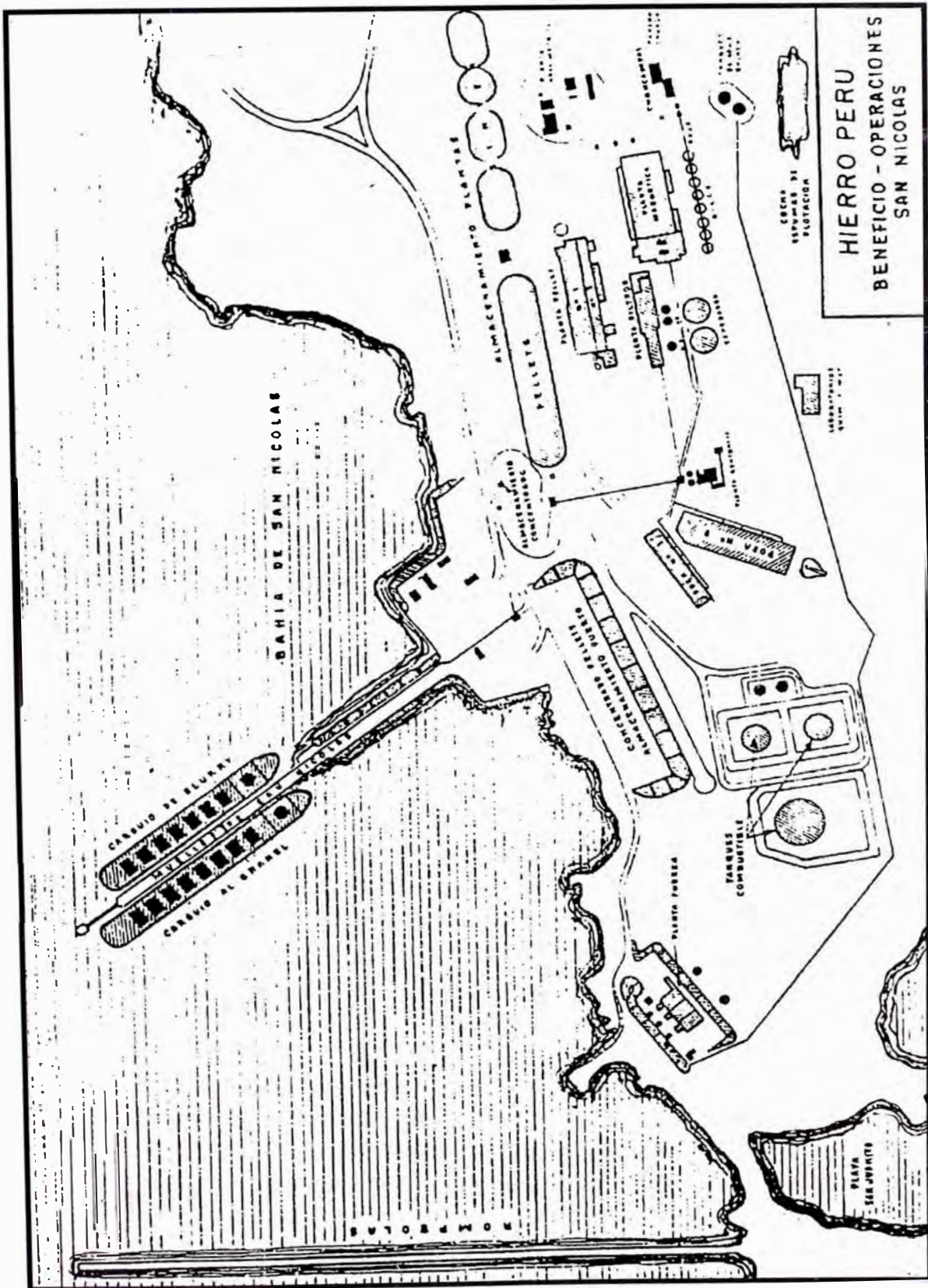
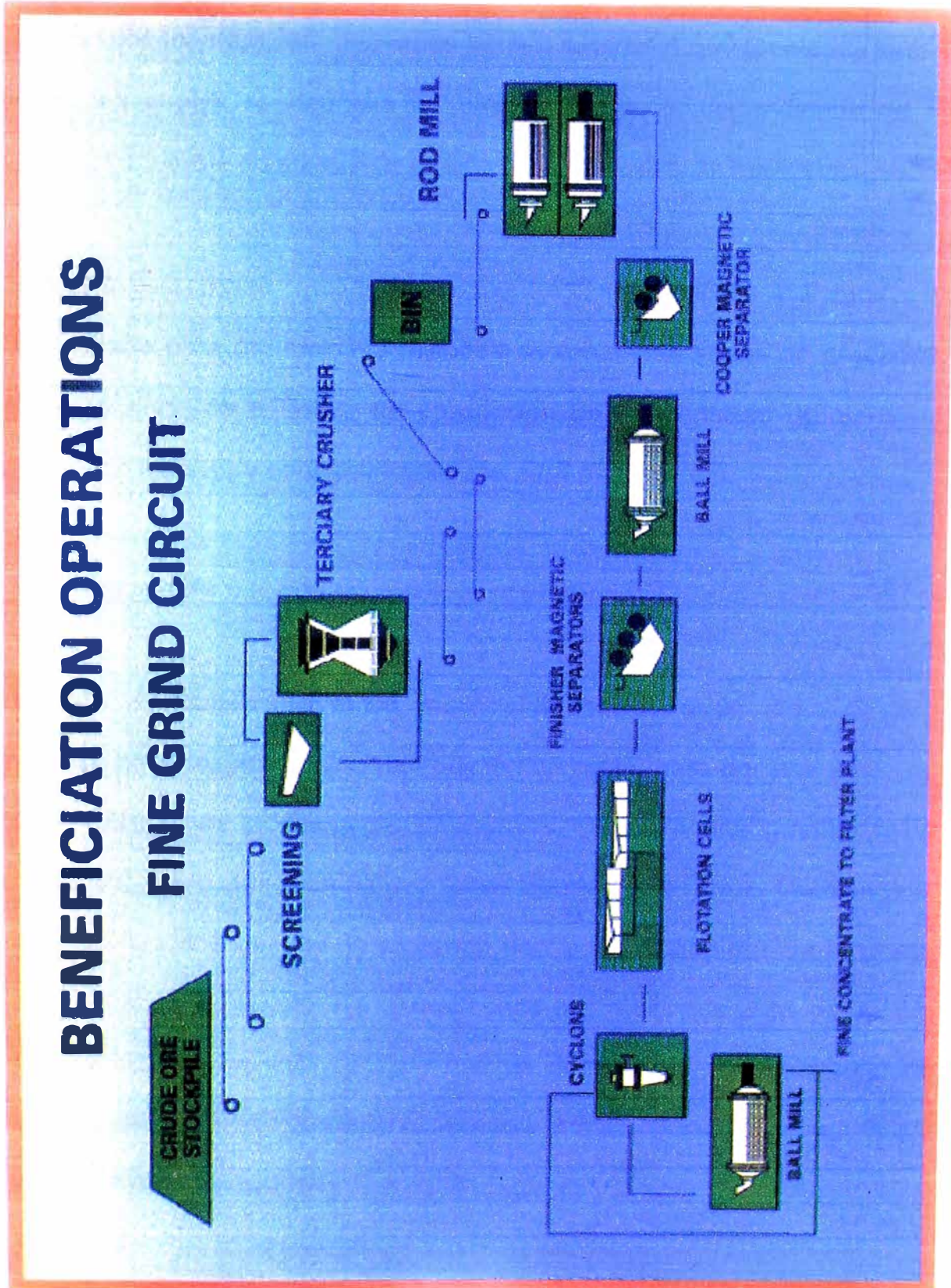


Ilustración N° 7

Flujo Productivo en la Planta de Beneficio



Molienda y Concentración

La planta de concentración magnética tiene 8 silos de 4,600 toneladas secas (TS) en los cuales se deposita el mineral por tipos, dependiendo de la calidad y producto a obtener.

El proceso comprende: molienda, concentración magnética y flotación, y está diseñado para producir 7.3 millones de toneladas secas de productos por año. Consta de 8 líneas de producción de concentrado grueso para sinterización (HGSF) y concentrados finos para peletización.

Procesamiento de mineral primario para sinter

El mineral es alimentado a los molinos de barras a un ritmo de 200 Toneladas por hora por Molino con adición de agua, para dar una pulpa de 80% de sólidos en la descarga. El material molido a una granulometría menor a 1/4", pasa por unos hidrociclones donde se separa la fracción fina, para ser derivado al circuito de molienda fina; y la fracción gruesa pasa por zarandas marca Derrick de 4' x 8' equipadas con mallas de 20M, del cual a su vez se obtiene un sobretamaño que es derivado al mismo circuito de molienda fina, y el material pasante alimenta a los separadores magnéticos de sinter de triple tambor de 30" ø X 72".

El proceso de separación magnética da como producto un concentrado con un Fe > 65% y un contenido de azufre > 1.0%, el cual luego es acondicionado para ser flotado en un banco de 16 celdas Galigher de 50 pies cúbicos de capacidad.

El objetivo de la flotación es eliminar el azufre, contenido en forma de sulfuros, obteniéndose un concentrado con una ley de azufre < 1%; las espumas de flotación son recuperadas para ser procesadas en el circuito de molienda fina.

El concentrado flotado, va a un clasificador donde se separa la fracción muy fina remanente; luego, la fracción gruesa pasa por zarandas desagüadoras antes de pasar por la faja, al stock de almacenamiento.

Producción de concentrado fino

En este circuito se procesa mineral de molienda fina; consiste en molienda primaria y separación magnética, obteniéndose un concentrado con 62% de Fe, que luego es sometido a una segunda molienda, para lograr mayor liberación y el tamaño requerido.

La molienda secundaria se efectúa en molinos de bolas, hasta conseguir una granulometría de 65% a 68% de malla -325M. En éstas condiciones, el material es sometido a una segunda separación magnética, en la que se

obtiene un concentrado magnético con +- 69% de Fe y +- 0.4% de azufre para el mineral F.G.N. y 1.0% para el mineral F.G.R. El concentrado fino en ambos casos, es flotado para eliminar los sulfuros.

El acondicionamiento para la flotación depende del tipo de mineral. Así, para el mineral F.G.N. sólo es necesario una adición de 0.05 Lbs/Tn. de colector Z-6 y 0.035 Lbs/Ton de espumante DF-1012.

El concentrado fino ya flotado con una densidad de 60% de sólidos, es bombeado desde la planta magnética, por medio de cuatro bombas de 8" X 6" a un cajón de recibo: luego es transferido a dos espesadores, uno de 104 pies de diámetro y el otro de 125 pies.

El concentrado acumulado en los espesadores, es remitido a la planta de filtrado, para alimentar a las líneas de peletización y para la producción de torta filtrada.

2.2.3. Planta de Filtros

El concentrado espesado con una densidad de 72-74% de sólidos; es bombeado por dos bombas de arena de 10" X 8" a los tanques agitadores con una capacidad total de 3,600 toneladas de concentrado; la función de éstos es homogenizar la pulpa y mantenerla en agitación.

Posteriormente la pulpa es alimentada a los circuitos para ser filtrada. La planta de filtros consta de tres líneas de producción, con un total de 21 filtros de discos Eimco, cuya capacidad total es de 650 TS/Hora. El vacío requerido es de 25 pulgadas de mercurio, generados por 24 bombas de vacío, 12 de las cuales son Worthington y 12 Nash que operan en un solo sistema de vacío.

Los productos que se obtienen son dos: Torta Filtrada para la producción de pélets, con una humedad de 8.5/9.0%, y Torta Filtrada para ser comercializada como tal.

2.2.4. Planta de Peletización

Constituida por dos líneas de producción:

Línea N° 1, con 5 discos peletizadores de 6 mts. de diámetro y un horno de parrilla recta, Lurgi - Dravo, de 1.3 millones de TS/Año de capacidad.

Línea N° 2, con 6 discos peletizadores, similares a los de línea 1 y un horno de parrilla recta Dravo de 2.2 millones de TS/Año de capacidad.

El proceso de peletización consta de dos etapas: la formación de bolas verdes y el piroendurecimiento mediante el quemado. La formación de las bolas verdes se consigue por medio del proceso de aglomeración, denominado peletización por la forma esférica que obtiene el producto aglomerado. Tanto la aglomeración de las partículas finas de óxido de fierro,

como los silicatos y otros metálicos que constituyen la ganga, se logran gracias a fuerzas físico-químicas y mecánicas, para lo cual se emplean discos que rotan en un plano inclinado de 45° a los que se alimenta de torta filtrada.

Las bolas verdes son colectadas en una faja que transporta toda la producción al eliminador de pélets de sobremedidas. Los pélets 'under-size' son alimentados al transportador de rodillos, que cumple adicionalmente la función de cribado de partículas menores de 1/4" y transporta las bolas verdes sobre la parrilla del horno.

El quemado se efectúa en un horno de parrilla recta, con 5 zonas: secado ascendente, secado descendente, prequemado, quemado y enfriamiento. La temperatura de quemado es de 1 320° C, los pélets son descargados a más o menos 200° C.

La reacción química fundamental que se opera durante el quemado, es la de oxidación de la magnetita a hematita, con adimiento de calor.



Tipos de pélets

Hierro Perú producía principalmente dos tipos de pélets:

1. Pélets de Alto Horno
2. Pélets para Reducción Directa.

Especificaciones

Las especificaciones químicas de los pélets para alto horno (Blast Furnace Pellets) en base seca (105° C) son las siguientes:

- Fe	65,300 %
- S	0,018 %
- Cu	0,020 %
- SiO ₂	4,000 %
- Al ₂ O ₃	0,700 %
- P	0,020 %
- CaO	0,700 %
- MgO	1,000 %
- As	- %
- FeO	1,200 %
- Mn	0,020 %
- Na ₂ O	0,160 %
- K ₂ O	0,090 %
- Zn	0,017 %
- Pb	Trazas
- V ₂ O ₅	0,040 %
- Humedad	0,600 %

Las especificaciones químicas de los pélets de reducción directa

(Direct Reduction Pellets) en base seca (105° C) son las siguientes:

- Fe	67,500 %
- S	0,009 %
- Cu	0,010 %
- SiO ₂	1,700 %
- Al ₂ O ₃	0,350 %
- P	0,020 %
- CaO	0,350 %
- MgO	0,800 %
- As	0,800 %
- FeO	Nada
- Mn	0,020 %
- Na ₂ O	0,080 %
- K ₂ O	0,040 %
- Zn	0,014 %
- Pb	Trazas
- V ₂ O ₅	0,040 %
- Humedad	0,600 %

Granulometría

Al embarque la granulometría de ambos tipos de pélets, es:

Mayor de 5/8"	3.0% máximo.
Menos de 5/8" y mayor de 3/8"	85.0% mínimo.
Menos de 1/4"	5.0% máximo.

2.2.5. Planta de Agua Dulce

Desde el año 1980, Hierro Perú cuenta con 4 unidades desaladoras AQUAPORT 500 de destilación a temperatura ambiente y baja compresión, con una capacidad de 2 000 TM/día de agua dulce, la cual se usa únicamente en el proceso de filtrado y peletización.

Durante la producción de Pélets Alto Horno, el agua fresca se usa para dilución de la pulpa antes del filtrado para enfriamiento de la faja de pélets, a la salida del horno y para eliminar los polvos durante el embarque de pélets.

Los principales componentes de la planta son:

- a.- El evaporador - condensador
- b.- El compresor centrífugo de vapor
- c.- Las bombas
- d.- Los intercambiados de calor de alimentación.

2.2.6. Almacenamiento, Manipuleo y Embarque de Productos

El concentrado para sinter y los pélets son almacenados por separado, en canchas de almacenamiento contiguas a las plantas.

La torta filtrada de embarque directo es almacenada en el Stock Puerto, cuya capacidad es de 200 000 toneladas.

Los pélets y concentrado son transportados a las Canchas de Almacenamiento para embarque en el área del Puerto por medio de una faja transportadora. Estas canchas tienen una capacidad de 200 000 toneladas para pélets y 350 000 toneladas de concentrado para sinterización de alta ley. Los productos son embarcados en naves que atracan en el muelle de 1 000 pies de largo. El material se embarca mediante un puente montado sobre rieles, que permite la distribución del cargamento en las bodegas de los barcos.

El Puerto de San Nicolás

El Puerto cuenta con un rompeolas para facilitar la maniobra de atraque y a la vez reducir daños al muelle por el vaivén de los barcos, lo que permite operar aún bajo condiciones climáticas severas.

Ilustración N° 9

Barco en el Muelle San Nicolás



Características:

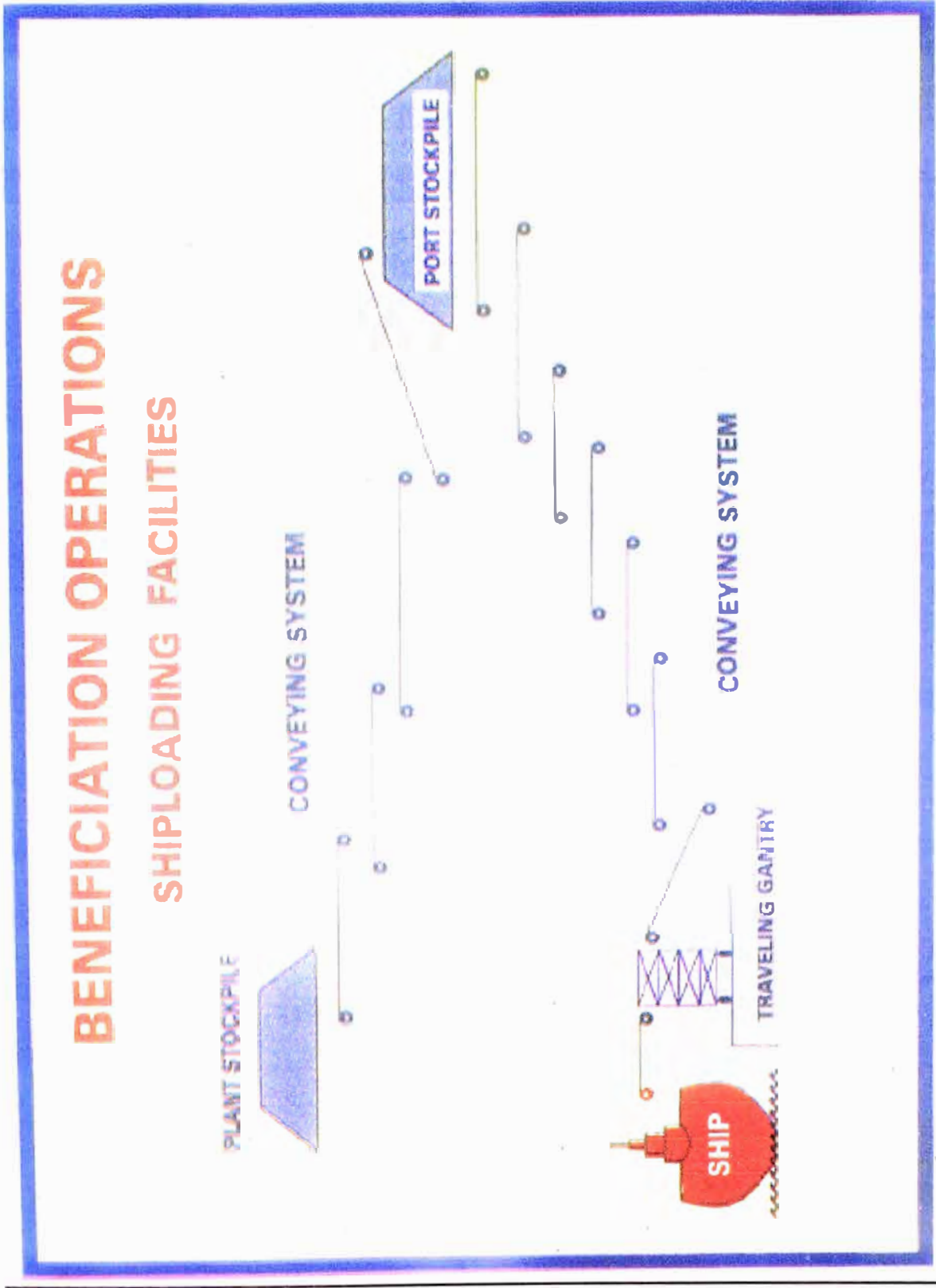
Longitud del muelle	320.04	Mts.
Longitud del Dolphin	54.86	Mts.
Flujo de descarga del Gantry, sólo un lado	3 mil a 4 mil Tn.	
Ancho del muelle incluidas defensas	18.14	Mts.
Altura MLW (Mean Low Water Level)	4.57	Mts.
Profundidad:		
- (Lado Oeste)	18.9 a 21.3	Mts.
- (Lado Este)	13.7 a 17.07	Mts.

Restricciones del Puerto:

Eslora máxima	320.04	Mts.
Manga máxima para OBOS	47.24	Mts.
Manga máxima para O/O	49.07	Mts.
Calado garantizado	17.68	Mts.
Calado máximo permitido	17.98	Mts.

Ilustración N° 10

Flujo de embarque de productos



2.2.7. Planta Térmica

La energía se obtiene mediante tres turbinas a vapor que funcionan a petróleo, estas unidades pueden trabajar en paralelo con energía proveniente de Electro-Perú. Las unidades N° 1 y N° 2 generan 20 MW como promedio y la unidad N° 3 genera un promedio de 28 MW. La generación y distribución primaria es a 13.8 KV y su uso en las plantas es a 4 160 voltios.

Desde la Planta Térmica se hace la distribución de corriente a las diferentes plantas en San Nicolás, Mina y al Campamento de San Juan.

2.3. Talleres

Comprende los siguientes talleres:

2.3.1. Taller de Mecánica Liviana

Presta servicios en las tres áreas de trabajo: San Juan, San Nicolás y Mina. Realiza trabajos de mantenimiento preventivo, correctivo, reparaciones totales, planchado, soldadura y pintura a un promedio de 105 vehículos por área-taller (automóviles, camionetas, camiones convencionales y especiales, microbuses y ómnibuses) de diferentes

potencias y marcas de motor; así como diferentes transmisiones y cajas de cambio.

2.3.2. Taller de Mecánica Pesada San Nicolás

Atiende a camiones de 60 Tn y más, tractores, cargadores frontales, motoniveladoras, grúas, compresoras, máquinas de soldar, ómnibuses de motor Diesel, camiones y tractores y plataformas.

Lleva a cabo los trabajos de mantenimiento preventivo, correctivo, reparaciones, lubricación en el taller y al equipo que se encuentra en el campo.

2.3.3. Taller de Componentes San Nicolás

Atiende la reparación de todos los componentes de los vehículos que trabajan en Hierro Perú, tanto de transporte de mineral, como de transporte de personal y equipo estacionario.

Repara motores Diesel de hasta 1 200 HP, bombas de inyección, inyectores, turbinas, compresores, bombas hidráulicas, diferenciales, transmisiones mecánicas y automáticas, botellas de suspensión y motores a gasolina.

2.2.4. Taller de Máquinas Herramientas

Cuenta con la siguiente maquinaria.

- Una Mandriladora Tos, modelo 130 A
- Siete Tornos horizontales
- Una Fresadora Universal # 3
- Un Cepillo Hidráulico 24 x 24
- Una Rectificadora de superficies
- Un Taladro Radial
- Dos Taladros de columna
- Un detector de rajaduras (Magnaf lux)

Una Prensa de 500 Tons.

- Una Prensa de 100 Tons.
- Tres Pistolas para metalizar con alambre
- Una Pistola para metalizar con polvo
- Una máquina para afilar herramientas

2.2.5. Taller de Soldadura

Cuenta con la siguiente maquinaria.

- Una Cizalla para corte de 5/8" x 10' long.
- Una Plegadora hasta 3/8" x 10' long.
- Tres máquinas de soldar de arco sumergido
- Una máquina de soldar por puntos
- Dos máquinas roladoras

Veinte máquinas de soldar de 300 y 400 amperios

- Dos máquinas de soldar Multy y Micra Wire
- Ocho máquinas automáticas de corte Oxy-Gas
- Un Pantógrafo de corte Oxy-Gas
- Siete máquinas de soldar semiautomáticas
- Una máquina de soldar por puntos manual
- Dos sopletes para soldar y rellenar con polvo

CAPÍTULO 3.

TEORÍA SOBRE RENOVACIÓN DE MAQUINARIA

3.1. Marco Teórico

La vida útil de un equipo no termina de forma brusca, salvo que se trate de un accidente catastrófico. Por lo general sucede que conforme avanza el tiempo las máquinas se vuelven menos eficientes, requieren más horas de mantenimiento, pierden potencia, los costos de reparación y de operación suben, y su rendimiento se va distanciando cada vez más de las nuevas. La máquina puede seguir cumpliendo las mismas funciones, pero cada vez a un mayor costo unitario y también con un mayor grado de incertidumbre en su operatividad. ¿Pero cuándo cambiarla?

Para el cambio de un equipo, sobre todo si es de alto costo, se debe tener en cuenta consideraciones técnicas, como su capacidad, su operatividad, el balance del flujo productivo, los nuevos requerimientos que la introducción de una nueva maquinaria trae consigo; pero también es necesario

considerar las ventajas y desventajas en cuanto a costos operativos y financieros, así como las normas sobre depreciación y tributación a la renta, pues estos aspectos, aunque no intervienen directamente en el proceso productivo, sí influyen en la decisión que deberá tomar el empresario.

En la realidad se da una variedad muy amplia de situaciones, por lo que cabe al consultor, en coordinación con los que requieren el servicio, determinar la metodología más apropiada para arribar a la mejor conclusión.

3.1.1. Mantenimiento y Renovación

Los equipos para trabajo pesado son sistemas complejos integrados por módulos, conjuntos y sistemas, los cuales a su vez se pueden dividir en subconjuntos, componentes y piezas.

Con el uso, estos elementos se desgastan, deterioran o destruyen, siendo preciso realizar operaciones de mantenimiento complejas para que las máquinas mantengan su productividad y den seguridad operativa a la producción. Sobre todo en el trabajo de mina donde a pesar que existan varios equipos similares operando, se requiere mantener en movimiento un volumen determinado de materiales para no afectar otras faces de la producción.

Como es evidente, las reparaciones se necesitan realizar tienen que ser cada vez más completas, complejas, costosas y requieren de mayor número de horas de parada, para mantener operativo el equipo. Llega un momento en que puede resultar más conveniente el cambio ya no de un módulo o un sistema sino de la máquina en sí, por razones de costo y no necesariamente porque no sea posible repararla y dejarla en óptimas condiciones operativas. Siempre llega un momento en que es económicamente preferible no prolongar más el funcionamiento de un equipo sino retirarlo definitivamente de la cadena productiva.

Al retirar del servicio un equipo y poner en su lugar otro, se procede a su renovación, que es una alternativa a su reparación. Una sucesión de operaciones de mantenimiento es equivalente, de hecho, a una renovación progresiva y no necesariamente da los mejores resultados técnicos y económicos. En una operación de mantenimiento profunda o de reconstrucción, la maquinaria reparada se considera, para todos los efectos, como si fuera nueva.

En ocasiones, puede ser necesario retirar del servicio una máquina por haber quedado inservible debido a razones técnicas; por ejemplo la destrucción física por un accidente, máquinas que ya no permiten obtener la precisión requerida, o que no ofrecen suficientes garantías de seguridad para el personal que las opera.

Pero también surgirán momentos en que será necesario, por razones económicas, retirar del servicio a determinadas máquinas. Ello implica tener en cuenta los fenómenos de envejecimiento y obsolescencia, cuyos efectos comprometen la competitividad de los equipos.

En los países industrializados se da mucha importancia a los estudios de renovación o sustitución de equipos. Según una encuesta del Machinery and Allied Products Institute (MAPI), más del 50 % de las grandes empresas norteamericanas tenían en 1956, personal de "staff" dedicado específicamente a realizar estudios de renovación de sus máquinas y equipos. Terborgh (1949) señalaba que las renovaciones prematuras son excepcionales, mientras que las excesivamente tardías son la regla general en las empresas poco conscientes de la importancia del tema.¹

3.1.2. Envejecimiento

Con el tiempo se va deteriorando el rendimiento técnico y económico de los equipos. Aumentan los costos de mantenimiento y el tiempo necesario para ello, afectándose significativamente el tiempo operativo. Es decir, se gasta cada vez más para una disponibilidad cada vez menor. Adicionalmente

¹ J. Figuera Andú y JR Figuera Figuera, *Renovación de equipos Industriales*, Editorial Hispano Europea, 1979.

disminuye su eficiencia, consume más energía, aumenta la imprecisión de los movimientos y se incrementan los riesgos de su operación.

3.1.3. Obsolescencia

El progreso tecnológico causa el fenómeno denominado obsolescencia. Las nuevas máquinas pueden ser más eficientes, mover mayores volúmenes de materiales, tener nuevas funciones, equipos auxiliares que permitan un mejor dominio y control del equipo.

En ocasiones los cambios tecnológicos pueden ser asimilados en una máquina que está en operación, sustituyendo determinados módulos o partes; pero en otras habrá que cambiar íntegramente la máquina.

Las nuevas máquinas son cada vez más perfeccionadas, más eficientes, usan menos energía para obtener los mismos resultados, se reduce el costo de producción; ello acelera la obsolescencia de los equipos antiguos, llevando a que sea antieconómico su uso, independientemente de su condición operativa en sí.

Los cambios tecnológicos a veces aparecen como imprevisibles por lo novedoso que contienen, pero a pesar de ello pueden representarse, con suficiente aproximación, mediante funciones sencillas (de tipo lineal o

exponencial), cuyos parámetros pueden fijarse en base a los datos históricos o a opiniones de expertos.²

3.1.4. Cuándo Renovar una Máquina

El retiro del servicio de una máquina depende de factores adicionales a la obsolescencia y el envejecimiento; puede ser función de:

La capacidad financiera del inversor: su disponibilidad de liquidez.

Las preferencias o el estilo del inversor: la importancia que le concede a los beneficios a corto o a largo plazo, o a la mayor o menor aversión al riesgo.

Las restricciones que puedan existir por disposiciones legales, imperativos tecnológicos, compromisos con clientes, calidad de la mano de obra, ubicación del centro de trabajo.

La sensibilidad del inversor frente a su percepción del progreso técnico y de las modificaciones que puedan producirse en la demanda, cuyas evoluciones a veces son difíciles de prever.

Por ello no existe una teoría que abarque toda la problemática de la renovación de un equipo o máquina. A opinión de J. Figuera Andú y JR

² J. Figuera Andú y JR Figuera Figuera, *Renovación de equipos Industriales*, Editorial Hispano Europea, 1979.

Figuera Figuera, “existe toda una serie de estudios específicos, a veces muy interesantes pero, en su mayoría, de alcance limitado por la dificultad de extrapolarlos a situaciones distintas de la que les sirvió de punto de partida”.

3.1.5. Características de las Decisiones de Renovación

En la gestión de una empresa, resulta muy interesante comparar las características específicas de dos tipos de decisiones:

Las de mantenimiento.

Las de renovación.

Decisiones de Mantenimiento

- Se adoptan casi automáticamente. Cuando una instalación o una máquina se detiene por la rotura de una pieza su sustitución lo antes posible es casi un reflejo de todo servicio de mantenimiento
- Las acciones de mantenimiento son realizados con gran frecuencia.
- Usualmente la toma de decisiones se hace en el mismo taller, y si son significativas pueden involucrar niveles medios en la empresa.
- Salvo los mantenimientos integrales, los costos involucrados en cada oportunidad son relativamente pequeños en comparación con el costo de una nueva máquina o equipo. Aunque si se analiza en conjunto, pueden ser importantes tanto por las sumas globales

gastadas como por sus repercusiones en la cantidad y calidad de la producción.

Decisiones de renovación

Se parte de la premisa que los equipos nuevos han de realizar servicios similares a los que se quiere dar de baja.

Existe margen en cuanto a la fecha en que se realizará el cambio, dado que los equipos antiguos están operativos y deben ser mantenidos como tales, hasta la fecha en que se realice el cambio.

La fecha de Renovación va pareja con las posibilidades concretas de que se pueda realizar la adquisición de la nueva máquina.

El costo involucrado a corto plazo es superior al de mantenimiento, aunque el cambio de un menor costo operativo.

La renovación de maquinaria pesada es significativa por el alto costo de cada nueva unidad, pero su implicancia debe ser evaluada en forma relativa con los volúmenes operativos involucrados.

Por los costos involucrados, los planes de renovación deben ser analizados cuidadosa y correctamente.

Usualmente los estudios se realizan en forma pareja para los parámetros que enmarcan los planes de corto y mediano plazo de la empresa, es decir, tienen un carácter estratégico.

Las decisiones de renovación involucran a los departamentos técnicos y operativos en cuanto a la selección de la maquinaria de

reemplazo, pero la decisión de la oportunidad de adquisición se asume por lo general en los niveles de dirección de la empresa.

Cada empresa o, más generalmente, cada sistema productivo, deberá proceder convenientemente a la retirada del servicio y, en su caso, a la sustitución de sus equipos, para poder mantener su producción al nivel deseado y en condiciones competitivas.

3.2 El Método MAPI

Para este trabajo, en coordinación con el personal especializado de Hierro Perú, se usó los conceptos contenidos en la primera versión del método MAPI³, el cual se basa en la comparación del adverso mínimo⁴ de un equipo nuevo (denominado Retador) y el adverso mínimo del equipo antiguo (denominado Defensor). Dicho método fue seleccionado teniendo en cuenta su solidez técnica y la información disponible en Hierro Perú.

El método presupone que se comparan máquinas que son apropiadas técnicamente para enfrentar y resolver el problema de la producción, es decir, que cualquiera de ellas puede realizar las tareas productivas. Divide

³ Véase: a) George Terborgh: *Dynamic Equipment Policy – A MAPI Study – Machinery and Allied Products Institute*. Mc Graw Hill Book Company Inc. 1949. b) *MAPI Replacement Manual*, Washington DC Machinery and Allied Products Institute, 1950.

⁴ Cuantificaciones de las ventajas operativas y de costos de capital del equipo nuevo alternativo y del antiguo.

los costos relacionados con la operación de la maquinaria en Costos de Capital y en Costos Operativos Totales.

Dado que se trata de comparar dos equipos, el método introduce el concepto de Inferioridad Operativa (IO), que valoriza la brecha entre los Costos Operativos Totales que existe entre el Defensor y el Retador, en un año determinado.

El desarrollo del método requiere precisar los conceptos de Inferioridad Operativa (IO), Adverso Mínimo, Costo Total Operativo.

3.2.1. Inferioridad Operativa (IO)

En toda máquina, conforme pasa el tiempo, se aprecia que su rendimiento técnico y económico decrece con relación a máquinas nuevas. Esta brecha se debe a dos factores técnicos:

Deterioro. Declinación del rendimiento con relación a su capacidad original, y

Obsolescencia. Menor rendimiento en relación con nuevas máquinas existentes en el mercado en el momento de la comparación.

La valorización de ambos factores se denomina Inferioridad Operativa y puede ser cuantificada comparando los Costos Operativos Totales.

Adicionalmente, es necesario considerar la incidencia económica de las normas sobre depreciación y el régimen tributario a las utilidades.

La inferioridad operativa es un concepto relativo, está definida como el mayor costo que significa usar una máquina (defensora) frente a otra (retadora). También puede ser interpretada como la ventaja operativa de la máquina retadora frente la máquina defensora.

3.2.2. Adverso Mínimo

Si las maquinarias y los insumos no tuvieran costo alguno, la política productiva apropiada estaría basada en el reemplazo frecuente para obtener los niveles productivos y los rendimientos más altos posibles. Sin embargo, las máquinas tienen un precio y todo lo relacionado con este factor se denomina Costo de Capital (CC); y por otro lado tenemos el Costo Operativo, compuesto por el Costo de Mantenimiento y el Costo de Operación (insumos, combustibles y mano de obra directa).

El 'Costo de Capital' va decreciendo conforme pasan los años y el Costo Operativo' va incrementándose, es decir, son adversos en el tiempo.

$$\text{Costo Total} = \text{Costo de Capital} + \text{Costo Operativo}$$

Por lo que para tener un costo óptimo se debe encontrar la combinación de ambas que sea mínima: a dicho valor se le denomina 'Adverso Mínimo' (AM).

3.2.3. El Costo Total relativo

Dado que se trata de comparar dos equipos, el Método MAPI no trabaja con el Costo Total sino con un Costo Total_{Relativo}. Para ello usa el concepto de Inferioridad Operativa, es decir:

$$\text{Costo Total}_{\text{Relativo}} = \text{Costo de Capital (CC)} + \text{Inferioridad Operativa (IO)}$$

La IO crece cada año, en cambio el CC decrece cada año, son adversos.

MAPI trabaja con el Adverso Mínimo del Costo Total_{relativo}, que vendría definido por la siguiente fórmula:

$$\text{Adverso Mínimo (AM)} = \text{el mínimo valor de CC+IO}$$

La base del Método MAPI reside en comparar los Adversos Mínimos de dos equipos: el de la unidad actualmente en operación, a la cual denomina el Defensor (AMD); y el de un equipo nuevo y más moderno contra el cual se contrasta ventajas y desventajas, el Retador (AMR).

Para calcular el Adverso Mínimo del Retador (AMR), el Método MAPI presupone que el Retador se enfrenta a un Retador II, aún más moderno, frente al cual éste presenta también una Inferioridad Operativa.

El Método MAPI trabaja con los siguientes supuestos:

Que la IO crece con los años en forma lineal.

Que la IO del Retador frente al Retador II, es aproximadamente el mismo que entre el Defensor y el Retador, o por lo menos son magnitudes muy cercanas.

El Adverso Mínimo de los equipos defensores se halla mediante aproximaciones sucesivas, evaluando el Costo de Capital y la Inferioridad Operativa acumulada.

Como el análisis involucra costos que se dan en el tiempo, para poderlos comparar se ha incluido en el análisis el costo del dinero (la tasa de interés).

3.3. Deducción de modelos matemáticos

Deducción de la fórmula para calcular el Adverso Mínimo, conociendo el valor de la Inferioridad Operativa:

$$\textit{Adverso Mínimo} = \textit{Valor Mínimo de (Costo de Capital + Inferioridad Operativa)}$$

3.3.1. El Costo de Capital

Viene definido por dos componentes:

1. **La pérdida de valor de la maquinaria**, definida por la diferencia entre el Valor al inicio del periodo (**C**) y el Valor al fin de periodo (**S**).

El Costo promedio para **n** años vendría a ser:

$$\text{Costo por perdida de valor del Capital, promedio} = \frac{C - S}{n}$$

donde **n** = número de años.

2. El Costo de oportunidad del Capital (costo financiero), viene definido por el Costo de usar el Capital en **n** años, es decir, el promedio sería:

$$\text{Costo de oportunidad del capital} = \frac{\frac{C + S}{2} \times [(1 + i)^n - 1]}{n}$$

$$\text{pero } \frac{[(1 + i)^n - 1]}{n}, \text{ es } = \frac{\left[(1 + ni + \frac{n(n-1)}{2}i^2 + \dots + i^n) - 1 \right]}{n}$$

de donde, descartando los valores de i^2 y las potencias superiores, ya que son muy pequeños, nos da la siguiente fórmula aproximada:

$$\text{Costo de oportunidad del capital} = \frac{(C + S)i}{2}$$

3.3.2. La Inferioridad Operativa Promedio

Si se denomina g a la Inferioridad Operativa anual y dado que ésta crece en forma lineal, tendremos los siguientes valores para la IO:

Primer año: $IO = 0$

Segundo año: $IO = g$

...

En el año n : $IO = (n-1)g$

El valor promedio de la Inferioridad Operativa será:

$$IO \text{ promedio} = \frac{\sum g + 2g + 3g \dots (n-1)g}{n}$$

de donde $IO \text{ promedio} = \frac{g(n-1)}{2}$

3.3.3. El Adverso

Vendría a ser el Costo Total Relativo y estaría definido por la sumatoria de los 3 componentes ya descritos:

$$\text{Formula (A)} \quad Adverso = \frac{C - S}{n} + \frac{i(C + S)}{2} + \frac{g(n-1)}{2}$$

3.3.4. El Adverso Mínimo, AM

El Adverso Mínimo será cuando la derivada de esta fórmula sea igual a cero, siendo **C**, **S**, **i** y **g** constantes, de donde:

$$\frac{g}{2} - \frac{C - S}{n^2} = 0$$

Despejando **n**, nos resulta que el adverso mínimo será cuando **n** tenga el valor siguiente:

$$\text{Formula (B)} \quad n = \sqrt{\frac{2(C - S)}{g}}$$

Si se reemplaza el valor de **n** en la Fórmula (A) y reduciendo valores, nos da la fórmula para calcular el valor del AM conociendo el valor de la Inferioridad Operativa (**g**):

$$\text{Formula (C)} \quad ADM = \sqrt{2g(C - S)} + \frac{i(C + S) - g}{2}$$

Esta fórmula se puede simplificar si se supone que el valor de **S** es pequeño, entonces se tendría:

$$\text{Formula (B2)} \quad ADM = \sqrt{2gC} + \frac{iC - g}{2}$$

4.

MÉTODO Y PROCEDIMIENTO

4.1. Información Solicitada

Se recolectó información técnica de las dependencias de Hierro Perú relacionadas con la operación y mantenimiento de los equipos, así como de costos. Se solicitó y procesó los siguientes reportes e informes:

3. Organización de la empresa: oficinas y secciones vinculadas a la compra, mantenimiento y uso del equipo móvil.
4. Inventario del Equipo Móvil, indicándose código, denominación, costo, fecha de adquisición, proveedor y depreciación.
5. Documentación sobre políticas y procedimientos de renovación de activos fijos, en especial del equipo móvil.
6. Documentación técnica relacionada con el equipo móvil.
7. Nivel operativo de cada equipo. Inversión necesaria para poner 100% operativas las unidades que se encuentran paralizadas o con desperfectos que afectan su rendimiento y períodos de vida adicional.

8. Horas máquina trabajadas al año por cada equipo desde su adquisición.
9. Horas máquina perdidas por mantenimiento preventivo y desperfectos por cada equipo por año, desde su adquisición.
10. Costo anual del mantenimiento preventivo programado y de emergencia: mano de obra, materiales y repuestos por cada equipo.
11. Utilización de capacidad operativa por equipo.
12. Costo operativo: mano de obra, combustibles aceites y otros por cada equipo.

Además, se entrevistó a funcionarios y técnicos responsables de la supervisión, operación y mantenimiento de los equipos móviles y de aquellos encargados de procesar la información técnica y de costos.

Asimismo, se estableció contacto con los siguientes proveedores de equipo pesado con el fin de obtener información técnica, seleccionar los retadores para cada equipo y establecer criterios para valores de desecho: E. Ferreyros y Cía. SA, Jay Manufacturing Co. (Perú) SA, CIPSA Comercial Peruana SA, Somerin SA, Harnischfeger P & M, Chrysler Perú SA y Motor Perú SA.

Dado que los equipos fueron adquiridos por flota, se trabajó con la información de cada equipo, pero al mismo tiempo se analizó los resultados por flota.

Cuadro N° 2
Camiones de Producción
Horas Anuales de Trabajo Acumuladas

HAULPAK LW 65		LECTRA 700		LECTRA 1000	
Equipos	Horas Acumuladas	Equipos	Horas Acumuladas	Equipos	Horas Acumuladas
004-032	62 501	004-100	58 823	004-150	24 853
004-033	66 303	004-101	63 331	004-151	26 199
004-034	55 252	004-102	54 843	004-152	26 705
004-035	57 305	004-103	63 943	004-153	25 507
004-037	49 955	004-104	57 227	004-154	24 757
004-038	53 767	004-105	61 385	004-555	24 570
004-039	49 126	004-106	61 372	004-156	20 815
004-040	56 789	004-107	55 124	004-157	30 009
004-041	56 701	004-108	51 777		
004-042	59 529	004-109	53 914		
004-043	54 657	004-110	55 338		
004-044	56 440	004-112	59 953		
004-045	47 280	004-113	55 739		
004-046	46 979	004-114	49 639		
004-047	46 573	004-115	55 807		
004-048	53 459	004-116	55 578		
004-049	54 145	004-117	50 471		
004-050	49 037	004-118	51 189		
		004-119	43 794		
		004-120	51 234		
		004-121	42 310		
		004-122	40 102		
		004-123	43 636		

Horas de vida útil teórica, según el fabricante: 50,000

Fuente: Control Diario de Horas Operadas.

Cuadro N° 3
Performance de las Flotas por Año
(Toneladas Anuales Acarreadas)

AÑO	HAULPAK LW 65	LECTRA 700	LECTRA 1000	TOTAL
1968	10 272 000	22 500 000		32 772 000
1969	9 394 110	23 457 100		32 851 210
1970	8 918 530	25 826 810		34 745 340
1971	7 557 288	20 005 572		27 562 860
1972	10 084 220	21 013 890		31 098 110
1973	6 196 390	19 848 360	7 279 512	33 324 262
1974	6 419 840	19 105 030	6 240 150	31 765 020
1975	4 966 151	17 666 299	6 009 110	28 641 560
1976	1 013 710	14 310 160	3 975 560	19 299 430
1977	4 530 760	16 747 860	4 780 280	26 058 900
1978	3 678 210	15 682 810	4 488 380	23 849 400
1979	4 859 776	16 118 160	6 554 370	27 532 306

Fuente: Reporte de Costos de Operación

4.2. Procedimiento de Cálculo

En base al Marco Teórico expuesto en el Capítulo 3 y la información disponible ya señalada, se diseñó la siguiente secuencia de cálculo, que consta de 7 etapas que agrupan a 15 procedimientos de cálculo. Las etapas son:

- a. Cálculo del Costo Operativo total de Equipos Defensores
- b. Cálculos del Valor Unitario de Producción
- c. Cálculos relacionados con el Equipo Retador
- d. Cálculos de la Inferioridad Operativa
- e. Cálculos para obtener el Adverso Mínimo del Defensor
- f. Cálculos para obtener el Adverso Mínimo del Retador
- g. Cálculo de la Oportunidad de Reemplazo

a. Cálculo del Costo Operativo Total de Equipos Defensores

1. Costo Operativo Total (COT) por cada equipo

Con la información proporcionada por Hierro Perú: costos directos de cada equipo, horas operadas por cada equipo, y el Costo Operativo Total Cargado a la flota, se calculó el Costo Operativo Total, COT, de cada

equipo, para cada año, y se prepararon cuadros resúmenes con los resultados.

2. Horas operadas anualmente

Se preparó un cuadro con las horas operativas anuales y el acumulado desde su adquisición hasta fines de 1979, para tomarlo como referencia en los cálculos.

3. Proyección del Costo Operativo Total (COT) del Defensor

Se analizó la variación del COT de cada equipo y el Costo Operativo Total de la flota para poder identificar con mayor claridad la tendencia y realizar la proyección del COT de cada equipo para el año 1980 y sucesivos, en caso sean necesarios. Como se puede observar en los Gráficos N° 2 y N° 13, los resultados se ajustan más a una recta, que a una curva logarítmica.

4. Cálculo del Costo Operativo por unidad de producción (pies perforados y Tn acarreadas)

Se calculó los Costos Operativos Unitarios, por cada equipo y para la flota a fin de analizar la variación de su tendencia.

5. Proyección del volumen de trabajo

Se sistematizó la información sobre el volumen de trabajo anual de cada equipo y de la Flota, a fin de proyectar el volumen de producción de cada

equipo para el año 1980 y siguientes. Como se puede observar aquí también, los resultados por lo general se ajustan más a una recta, que a una curva logarítmica, por lo que en todos los casos se ha trabajado con una tendencia lineal. Ver Gráficos N° 6 al N° 9.

b. Cálculos del Valor Unitario de Producción

Se usa el mismo valor para el Defensor y el Retador.

6. Cálculo del Valor Unitario de Producción

Sobre la base de los Costos Operativos Unitarios del último año, se le adicionó el 40% por costos administrativos (ratio determinado por el Departamento de Contabilidad de Hierro Perú) obteniendo con ello el Valor por Unidad de Producción (US\$ por pies perforados o Tn transportadas).

7. Calculo del Valor de Producción del Defensor

Sobre la base de las proyecciones del paso 5 y el valor unitario de la producción que se calcula en el paso 6, se obtienen el valor de la producción de cada equipo defensor.

c. Cálculos relacionados con el Equipo Retador

8. Selección del Equipo y volumen de producción

Teniéndose en cuenta los requerimientos técnicos, el volumen de trabajo actual y los planes de Hierro Perú, se seleccionó el Equipo Retador. Los representantes de los fabricantes proporcionaron información teórica sobre rendimiento horario, la cual fue reajustada sobre la base de la experiencia del personal de Hierro Perú, y con esa información se estableció el volumen de producción probable para cada equipo Retador.

9. Estimación del COT del Equipo Retador

Sobre la base de nuestra propuesta, en coordinación con Hierro Perú, para el caso de las Perforadoras, de conformidad con el historial de costos, se consideró que el costo de mantenimiento de la nueva maquinaria sería equivalente al 20% del costo de mantenimiento unitario de 1979 y el costo de producción sería equivalente al 90% del costo de 1979. Sobre la base de estos ratios se calculó el Costo Operativo Unitario del Retador, y teniendo en cuenta el Volumen de Producción ya determinado (paso 8) se obtiene el COT anual del Retador.

Para el caso de los camiones se usó un criterio diferente. Dado que se tenía el Costo Operativo de una máquina muy similar, Letra 1000, se prefirió usar el costo operativo unitario correspondiente al año 1973.

10. Valorización de la producción del Retador

Con la proyección del Volumen de Producción y el Valor por Unidad de Producción se valorizó la producción proyectada de cada equipo.

d. Cálculos de la Inferioridad Operativa

11. Cálculo de la IO

Se calculó la Inferioridad Operativa del Defensor⁵ (superioridad operativa del retador) para el año 1980, con los siguientes 3 sumandos:

- **IO en cuanto a Mantenimiento y Operación:**

COT del Defensor (paso 3) menos el COT del Retador (paso 9)

- **IO en cuanto a Valor del trabajo:**

Valorización de la Producción realizada por el Retador (paso 10) menos la Valorización de la Producción realizado por el Defensor (paso 6).

- **IO por Incidencia del Impuesto a la Renta (IR):**

IR favorable al defensor menos el IR favorable al Retador.

El IR favorable al Defensor es igual a la tasa de Impuesto a la Renta (30%) aplicada a la sumatoria de la IO por Mantenimiento + la IO por

⁵ Por ejemplo, si se tiene en operación una máquina cuyo costo operativo total es de S/. 2 500 000 y si la máquina nueva tendrá un costo total de operación de S/. 1 200 000. En

Valor de la Producción. La mayor producción, ventaja del Retador, redundará en mayores utilidades, las cuales están sujetas al pago de Impuesto a la Renta, lo cual constituye una ventaja para el Defensor.

El IR favorable al Retador, está determinado por el monto a depreciar, ya que la depreciación disminuye las utilidades. La depreciación para la actividad minera puede realizarse en 5 años. Por eso se usará la siguiente fórmula:

$$IRR = PC \times TDep \times IR$$

Donde:

IRR= Impuesto a la renta favorable al retador.

PC= precio de compra de la maquinaria.

TDep= tasa de depreciación, en este caso 20%.

IR= tasa de impuesto a la renta.

éste caso la I. O. del defensor es S/. 1'300,000 (igual a la superioridad operativa del retador).

e. Cálculos para obtener el Adverso Mínimo del Defensor

12. Cálculo del Adverso del Defensor (AD)

Viene definido por la fórmula

$$AD=IO+CCD$$

Donde

IO = Inferioridad Operativa (ya definida en el punto 11)

CCD = Costo de capital del defensor, que viene a ser:

$$CCD = (S_0 - S_1) + iS_0$$

S_0 = Valor Residual en el año 0

S_1 = Valor Residual en el año 1

i = Tasa de interés (10%)

La suma de ambos factores constituye el Adverso del Defensor.

Cabe resaltar que por lo general para los equipos que ya completaron su vida teórica, el Adverso para el año 1 (año 1980 en este caso), constituye su Adverso Mínimo, ya que su Adverso en el año 2 será mayor porque la inferioridad operativa aumenta con mayor rapidez que la disminución del Costo de Capital.

Para aquellos equipos que aún no llegan a su vida económica se debe proceder a hallar el adverso para años posteriores, hasta que se obtenga el mínimo. Así se procedió en el caso de los Camiones Lectra 1000 adquiridos en el año 1973, en que se calculó el adverso para el año 1981 (ver Cuadro 22), que mostró que el adverso del año 1981

era mayor, en todos los casos, que el adverso correspondiente al año 1980, por lo que el ADM será el valor correspondiente al año 1980.

f. Cálculos para obtener el Adverso Mínimo del Retador

13. Cálculo de la gradiente promedio, g

Con los valores de la gradiente logrados en el punto 11 se procede a calcular el promedio anual para cada flota.

14. Cálculo del AM del Retador, AMR

Para analizar en forma detallada la variación del Adverso del Retador se preparó un cuadro aplicando la fórmula (A), en la cual n varía desde 1 hasta 25.

$$\text{Formula (A) } Adverso = \frac{C - S}{n} + \frac{i(C + S)}{2} + \frac{g(n - 1)}{2}$$

Donde:

C = precio proporcionado por el fabricante

S = valor residual al fin de cada año, varía en función de tabla proporcionada por el fabricante, ver Cuadro N° 27.

i = tasa de interés, se usó 10%, que es una tasa para grandes empresas

n = número de años, desde $n=1$ hasta $n=25$.

La construcción de la tabla permite que se pueda preparar un gráfico sobre la variación del Adverso del Retador, así como hallar su Adverso Mínimo, AMR.

g. Cálculos para determinar la Oportunidad de Reemplazo

15. Determinación de la oportunidad de reemplazo

Se compara los AMD y el AMR. Existen dos posibilidades:

- a. Si el $AMD > AMR$ se recomienda que se renueve el equipo
- b. Si el $AMD < AMR$ se recomienda que el equipo siga operando

En los casos que el $AMD < AMR$, se puede estimar los años que faltan para que el AMD sea mayor que el AMR mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{AMR - AMD}{g}$$

5.

ANÁLISIS DE RENOVACIÓN

Para este análisis se siguió los pasos señalados en el Capítulo 4 Método y Procedimiento.

5.1. Situación de los equipos

Este grupo de equipos está constituido por 18 camiones Haulpak LW 65, 23 camiones Lectra 700 y 8 camiones Lectra 1000. Respecto a su antigüedad, la flota Haulpak data en su mayor parte de los años 1964 y 1965, la flota Lectra 700 del año 1966 y los Lectra 1000, del año 1973.

La mayor parte de los equipos de las dos primeras flotas ya han sobrepasado la vida útil teórica (50,000 hs.), mientras que en el caso de la flota Lectra 1000, los equipos se encuentran alrededor del 50% de la vida teórica (Cuadro N° 2).

El deterioro causado por el uso de los equipos ha determinado la disminución de la capacidad operativa de las flotas, siendo actualmente del orden del 50% de la máxima alcanzada anteriormente en el caso de la flota de Haulpak LW 65, del 70% en el caso de la flota de Lectra 700 y de 66% en el caso de la flota Lectra 1000. Cuadro N° 3.

5.2. Costos de Mantenimiento y Operación

5.2.1. Costo Total de los Equipos Defensores

El Costo Operativo Total es = Costo de Mantenimiento + Costo de Operación.

Hierro Perú no tenía un reporte con el Costo Operativo Total por cada equipo, por lo que se usó los reportes WMTC-302E, que contienen el Costo Operativo Total de la flota, que incluía los Costos Directos cargados a cada equipo más los Costos no individualizados.

CUADRO N° 3
PERFORMANCE DE LAS FLOTAS POR AÑO
(Toneladas Anuales Acarreadas)

AÑO	HAULPAK LW 65	LECTRA 700	LECTRA 1000	TOTAL
1968	10,272,000	22,500,000		32,772,000
1969	9,394,110	23,457,100		32,851,210
1970	8,918,530	25,826,810		34,745,340
1971	7,557,288	20,005,572		27,562,860
1972	10,084,220	21,013,890		31,098,110
1973	6,196,390	19,848,360	7,279,512	33,324,262
1974	6,419,840	19,105,030	6,240,150	31,765,020
1975	4,966,151	17,666,299	6,009,110	28,641,560
1976	1,013,710	14,310,160	3,975,560	19,299,430
1977	4,530,760	16,747,860	4,780,280	26,058,900
1978	3,678,210	15,682,810	4,488,380	23,849,400
1979	4,859,776	16,118,160	6,554,370	27,532,306

Fuente: Reporte de Costos de Operación

Adicionalmente, en reportes auxiliares tenía el Costo Directo cargado a cada equipo y se contaba con reportes de producción con las Horas Operadas por cada equipo.

Sobre la base de esta información se calculó el Costo Operativo Total para cada equipo. Para ello se distribuyó el Costo Indirecto en forma proporcional al número de horas operada por cada equipo. Ver Cuadro N° 4, para los Camiones Haulpak LW-65, el N° 6 para los camiones Lectra 700 y el N° 8 para los camiones Lectra 1000.

Con los resultados obtenidos se procedió a proyectar los costos correspondientes a 1980, usando para ello una curva de tendencia lineal. Los resultados se muestran en los Cuadros N° 5, 7 y 9 y en las Gráficas N° 1, 2 y 3.

En el Cuadro N° 10 se muestra un resumen de los Costos Operativos Totales (Costos de Mantenimiento +Costo de Operación) para cada equipo para el año 1980.

Cuadro N° 4
Camiones Haulpak - LW-65
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

AÑO 1970

Costo total cargado a la flota: 727 575

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-032	37 895	2 895	5 610	43 505
004-033	38 495	3 306	6 407	44 902
004-034	55 309	2 195	4 254	59 563
004-035	53 562	3 257	6 312	59 874
004-036	33 076	703	1 362	34 438
004-037	30 609	3 463	6 711	37 320
004-038	19 176	2 958	5 732	24 908
004-039	37 927	3 413	6 614	44 541
004-040	21 008	3 937	7 630	28 638
004-041	19 717	4 178	8 097	27 814
004-042	22 676	3 445	6 676	29 352
004-043	27 510	3 184	6 170	33 680
004-044	24 910	3 616	7 007	31 917
004-045	59 491	1 352	2 620	62 111
004-046	24 190	3 513	6 808	30 998
004-047	24 350	3 922	7 600	31 950
004-048	31 128	2 805	5 436	36 564
004-049	31 387	3 624	7 023	38 410
004-050	19 429	3 953	7 661	27 090
Total	611 845	59 719	115 730	727 575

(continúa)

Cuadro N° 4
Camiones Haulpak - LW-65
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

AÑO 1971

Costo total cargado a la flota: 895 068

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-032	31 161	1 127	9 595	40 756
004-033	18 043	2 736	23 294	41 337
004-034	35 833	2 384	20 297	56 130
004-035	36 221	2 956	25 167	61 388
004-036	17 166	0	-	17 166
004-037	34 014	3 205	27 286	61 300
004-038	35 440	404	3 440	38 880
004-039	28 092	3 077	26 197	54 289
004-040	19 503	2 975	25 328	44 831
004-041	31 248	3 221	27 423	58 671
004-042	22 933	3 336	28 402	51 335
004-043	14 081	2 569	21 872	35 953
004-044	23 995	2 507	21 344	45 339
004-045	26 136	3 228	27 482	53 618
004-046	19 527	2 391	20 356	39 883
004-047	26 319	2 484	21 148	47 467
004-048	17 723	3 435	29 245	46 968
004-049	43 289	2 260	19 241	62 530
004-050	25 506	1 377	11 723	37 229
Total	506 230	45 672	388 838	895 068

(continúa)

Cuadro N° 4
Camiones Haulpak - LW-65
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

AÑO 1972

Costo total cargado a la flota: 864 352

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-032	26 622	3 708	23 105	49 727
004-033	32 399	3 584	22 332	54 731
004-034	23 293	3 267	20 357	43 650
004-035	16 932	3 818	23 790	40 722
004-036	-	-	-	-
004-037	38 987	2 602	16 213	55 200
004-038	29 523	3 252	20 260	49 783
004-039	45 502	2 513	15 659	61 161
004-040	25 032	3 241	20 192	45 224
004-041	14 435	3 137	19 547	33 982
004-042	34 781	3 587	22 351	57 132
004-043	22 264	3 478	21 672	43 936
004-044	22 701	2 901	18 076	40 777
004-045	22 513	3 902	24 314	46 827
004-046	27 885	3 861	24 058	51 943
004-047	14 302	4 338	27 031	41 333
004-048	38 358	3 483	21 703	60 061
004-049	24 974	2 983	18 587	43 561
004-050	19 906	3 963	24 694	44 600
Total	480 409	61 617	383 943	864 352

(continúa)

Cuadro N° 4
Camiones Haulpak - LW-65
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

AÑO 1973

Costo total cargado a la flota: 721 493

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-032	10 168	1 220	13 878	24 046
004-033	16 963	1 202	13 673	30 636
004-034	8 630	1 148	13 059	21 689
004-035	11 633	768	8 736	20 369
004-036	-		-	-
004-037	8 233	978	11 125	19 358
004-038	12 026	1 697	19 304	31 330
004-039	22 958	1 728	19 656	42 614
004-040	12 473	2 699	30 702	43 175
004-041	12 477	2 828	32 169	44 646
004-042	10 387	2 936	33 398	43 785
004-043	19 346	2 425	27 585	46 931
004-044	13 371	2 115	24 059	37 430
004-045	22 857	2 376	27 028	49 885
004-046	9 590	3 063	34 842	44 432
004-047	21 432	2 903	33 022	54 454
004-048	22 112	2 851	32 431	54 543
004-049	14 091	3 546	40 337	54 428
004-050	21 615	3 176	36 128	57 743
Total	270 362	39 659	451 131	721 493

(continúa)

Cuadro N° 4
Camiones Haulpak - LW-65
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

AÑO 1974

Costo total cargado a la flota: 931 706

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-032	27 060	2 230	27 874	54 934
004-033	22 211	2 368	29 599	51 810
004-034	11 107	2 498	31 224	42 331
004-035	19 954	-	-	19 954
004-036	-	-	-	-
004-037	14 413	-	-	14 413
004-038	29 607	1 812	22 649	52 256
004-039	21 137	1 753	21 912	43 049
004-040	14 217	3 278	40 973	55 190
004-041	42 292	2 119	26 486	68 778
004-042	12 347	3 551	44 386	56 733
004-043	26 045	3 094	38 673	64 718
004-044	11 817	3 248	40 598	52 415
004-045	16 291	3 279	40 986	57 277
004-046	24 734	3 328	41 598	66 332
004-047	29 976	2 693	33 661	63 637
004-048	17 883	2 925	36 561	54 444
004-049	16 531	3 431	42 886	59 417
004-050	17 870	2 892	36 148	54 018
Total	375 492	44 499	556 214	931 706

(continúa)

Cuadro Nº 4
Camiones Haulpak - LW-65
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

AÑO 1975

Costo total cargado a la flota: 1 273 222				
Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-032	31 641	806	11 888	43 529
004-033	32 946	2 534	37 376	70 322
004-034	55 232	259	3 820	59 052
004-035	51 939	1 312	19 352	71 291
004-036	-	-	-	-
004-037	44 496	2	24	44 520
004-038	41 475	2 250	33 187	74 662
004-039	62 474	1 425	21 018	83 492
004-040	34 828	1 917	28 275	63 103
004-041	27 165	2 681	39 544	66 709
004-042	33 761	2 924	43 128	76 889
004-043	16 807	2 724	40 178	56 985
004-044	16 811	3 269	48 217	65 028
004-045	36 695	3 304	48 733	85 428
004-046	52 670	2 320	34 219	86 889
004-047	28 944	2 610	38 497	67 441
004-048	42 474	3 036	44 780	87 254
004-049	65 929	3 014	44 456	110 385
004-050	31 420	1 954	28 821	60 241
Total	707 707	38 341	565 515	1 273 222

(continúa)

Cuadro N° 4
Camiones Haulpak - LW-65
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

AÑO 1976

Costo total cargado a la flota: 1 094 809

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-032	32 382	923	20 460	52 842
004-033	30 233	2 158	47 836	78 069
004-034	22 873	403	8 933	31 806
004-035	43 310	922	20 438	63 748
004-036	-	-	-	-
004-037	27 526	187	4 145	31 671
004-038	25 811	2 682	59 452	85 263
004-039	20 795	-	-	20 795
004-040	23 802	2 397	53 134	76 936
004-041	27 218	2 782	61 668	88 886
004-042	39 990	1 050	23 275	63 265
004-043	14 774	1 381	30 613	45 387
004-044	37 563	2 468	54 708	92 271
004-045	19 772	1 591	35 268	55 040
004-046	33 714	-	-	33 714
004-047	44 376	2 039	45 198	89 574
004-048	13 000	2 237	49 587	62 587
004-049	20 441	2 317	51 361	71 802
004-050	18 123	1 490	33 029	51 152
Total	495 703	27 027	599 106	1 094 809

(continúa)

Cuadro Nº 4
Camiones Haulpak - LW-65
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

AÑO 1977

Costo total cargado a la flota: 1 166 595

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-032	39 149	2 257	33 903	73 052
004-033	30 130	1 763	26 483	56 613
004-034	27 480	87	1 307	28 787
004-035	39 656	1 613	24 230	63 886
004-036	-	-	-	-
004-037	52 414	1 017	15 277	67 691
004-038	53 593	1 939	29 127	82 720
004-039	23 882	-	-	23 882
004-040	29 757	2 392	35 931	65 688
004-041	25 157	2 473	37 148	62 305
004-042	53 816	2 457	36 908	90 724
004-043	37 063	2 304	34 609	71 672
004-044	23 991	3 211	48 234	72 225
004-045	47 854	606	9 103	56 957
004-046	39 826	-	-	39 826
004-047	46 278	2 372	35 631	81 909
004-048	25 203	1 540	23 133	48 336
004-049	44 869	3 170	47 618	92 487
004-050	43 508	2 951	44 328	87 836
Total	683 626	32 152	482 969	1 166 595

(continúa)

Cuadro N° 4
Camiones Haulpak - LW-65
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

AÑO 1978

Costo total cargado a la flota: 1 059 341

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-032	48 259	1 505	27 146	75 405
004-033	45 110	1 731	31 223	76 333
004-034	28 208	840	15 151	43 359
004-035	41 056	1 430	25 793	66 849
004-036	-	-	-	-
004-037	22 511	-	-	22 511
004-038	51 709	1 940	34 992	86 701
004-039	16 746	-	-	16 746
004-040	23 637	2 123	38 293	61 930
004-041	60 427	2 231	40 241	100 668
004-042	37 775	2 076	37 445	75 220
004-043	35 892	2 014	36 327	72 219
004-044	37 223	1 937	34 938	72 161
004-045	9 309	-	-	9 309
004-046	15 954	-	-	15 954
004-047	30 212	1 921	34 650	64 862
004-048	23 231	1 411	25 451	48 682
004-049	33 933	2 324	41 919	75 852
004-050	32 426	2 337	42 153	74 579
Total	593 618	25 820	465 723	1 059 341

(continúa)

Cuadro N° 4
Camiones Haulpak - LW-65
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

AÑO 1979

Costo total cargado a la flota: 1 191 730

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-032	23 423	2 466	47 644	71 067
004-033	22 779	1 229	23 745	46 524
004-034	24 543	1 758	33 965	58 508
004-035	21 131	2 341	45 229	66 360
004-036	-	-	-	-
004-037	33 623	1 424	27 512	61 135
004-038	55 665	1 069	20 654	76 319
004-039	14 907	-	-	14 907
004-040	30 618	2 710	52 359	82 977
004-041	1 884	3 114	60 164	62 048
004-042	43 320	1 616	31 222	74 542
004-043	75 977	1 819	35 144	111 121
004-044	45 976	2 915	56 319	102 295
004-045	24 989	-	-	24 989
004-046	22 081	-	-	22 081
004-047	16 775	2 412	46 601	63 376
004-048	47 740	2 126	41 075	88 815
004-049	44 200	2 581	49 866	94 066
004-050	15 225	2 866	55 373	70 598
Total	564 856	32 446	626 874	1 191 730

Cuadro Nº 5
Resumen de los Costos Totales Anuales y su Proyección para 1980
Camiones Haulpak - LW-65, US\$

Equipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980*
004-032	43 505	40 756	49 727	24 046	54 934	43 529	52 842	73 052	75 405	71 067	61 033
004-033	44 902	41 337	54 731	30 636	51 810	70 322	78 069	56 613	76 333	46 524	57 534
004-034	59 563	56 130	43 650	21 689	42 331	59 052	31 806	28 787	43 359	58 508	69 041
004-035	59 874	61 388	40 722	20 369	19 954	71 291	63 748	63 886	66 849	66 360	66 567
004-036					-	-	-	-	-	-	-
004-037	37 320	61 300	55 200	19 358	14 413	44 520	31 671	67 691	22 511	61 135	76 362
004-038	24 908	38 880	49 783	31 330	52 256	74 662	85 263	82 720	86 701	76 319	70 948
004-039	44 541	54 289	61 161	42 614	43 049	83 492	20 795	23 882	16 746	14 907	77 650
004-040	28 638	44 831	45 224	43 175	55 190	63 103	76 936	65 688	61 930	82 977	67 172
004-041	27 814	58 671	33 982	44 646	68 778	66 709	88 886	62 305	100 668	62 048	67 277
004-042	29 352	51 335	57 132	43 785	56 733	76 889	63 265	90 724	75 220	74 542	64 080
004-043	33 680	35 953	43 936	46 931	64 718	56 985	45 387	71 672	72 219	111 121	69 792
004-044	31 917	45 339	40 777	37 430	52 415	65 028	92 271	72 225	72 161	102 295	67 588
004-045	62 111	53 618	46 827	49 885	57 277	85 428	55 040	56 957	9 309	24 989	80 682
004-046	30 998	39 883	51 943	44 432	66 332	86 889	33 714	39 826	15 954	22 081	81 199
004-047	31 950	47 467	41 333	54 454	63 637	67 441	89 574	81 909	64 862	63 376	81 907
004-048	36 564	46 968	60 061	54 543	54 444	87 254	62 587	48 336	48 682	88 815	71 356
004-049	38 410	62 530	43 561	54 428	59 417	110 385	71 802	92 487	75 852	94 066	70 452
004-050	27 090	37 229	44 600	57 743	54 018	60 241	51 152	87 836	74 579	70 598	77 791
Total	693 137	877 902	864 352	721 493	931 706	1 273 222	1 094 809	1 166 595	1 059 341	1 191 730	1 278 432

El 004-036 dado de baja en 1971

Análisis de la tendencia de los costos totales de la flota Haulpak LW-65

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Total	693 137	877 902	864 352	721 493	931 706	1 273 222	1 094 809	1 166 595	1 059 341	1 191 730	
Tendenc	749 335	802 245	855 155	908 064	960 974	1 013 883	1 066 793	1 119 703	1 172 612	1 225 522	1 278 432
Crecimie	752 424	795 835	841 751	890 315	941 682	996 012	1 053 476	1 114 256	1 178 543	1 246 538	1 318 457

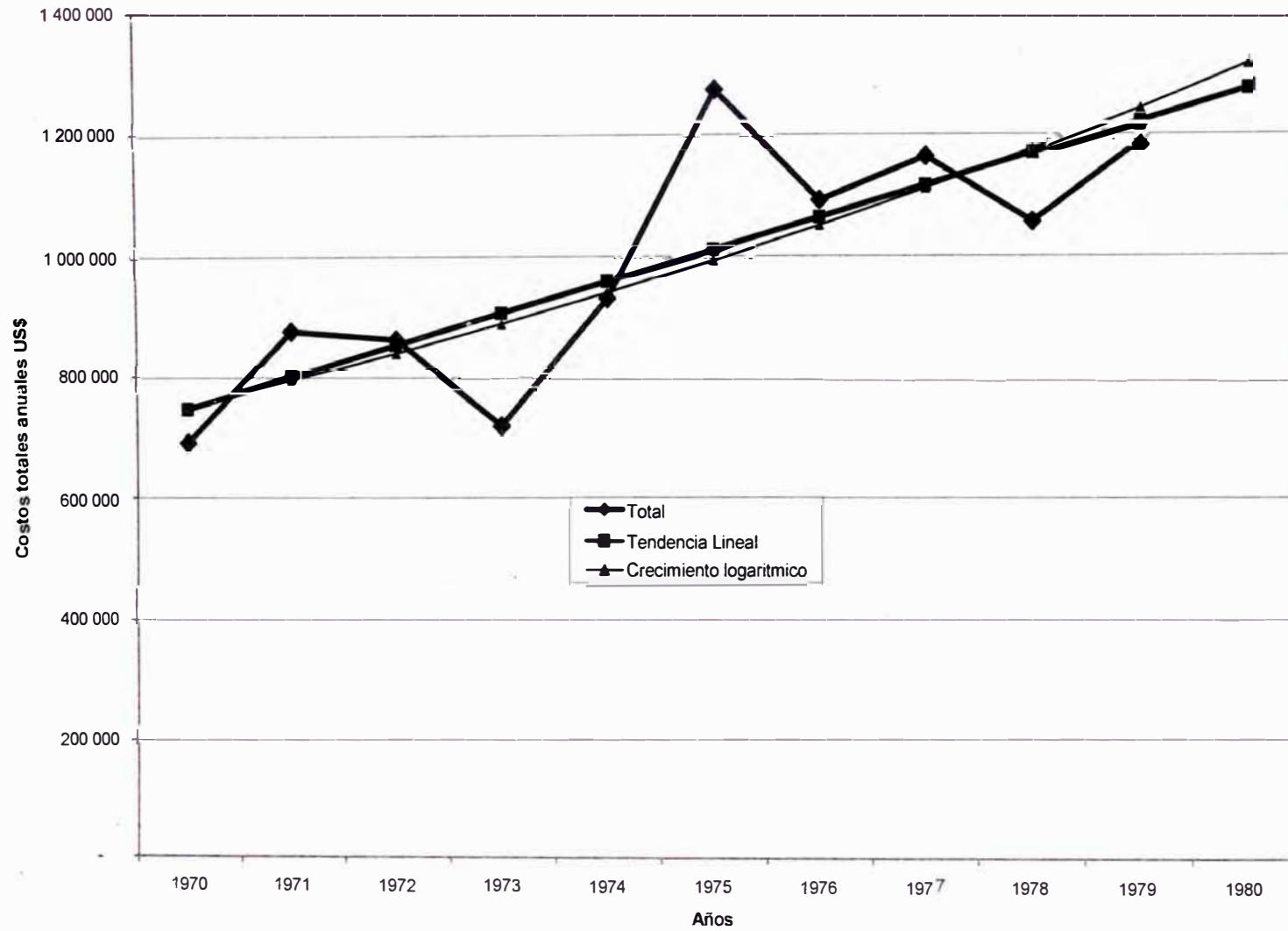
Parámetros proyección lineal $y = a + bx$

b	52 910	696 426	a
et-b	13 972	86 695	et-a
r ²	0,642	126 908	et-y

Parámetros proyección logarítmica $y = ax^b$

b	1,058	711 382	a
et-b	0,014	0,090	et-a
r ²	0,652	0,132	et-y

Gráfico N° 1
Tendencia de los Costos Totales. Flota de Camiones Haulpak - LW-65, US\$



Cuadro N° 6
Camiones Lectra 700
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

AÑO 1970

Costo total cargado a la flota: 1 376 477

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-100	78 819	3 839	14 303	93 122
004-101	73 791	3 555	13 244	87 035
004-102	39 575	2 506	9 336	48 911
004-103	46 966	3 784	14 098	61 064
004-104	63 598	3 158	11 765	75 363
004-105	24 350	4 004	14 917	39 267
004-106	63 982	3 759	14 004	77 986
004-107	47 852	3 983	14 839	62 691
004-108	41 845	3 772	14 053	55 898
004-109	51 861	3 760	14 008	65 869
004-110	43 443	3 675	13 692	57 135
004-111	18 548	545	2 030	20 578
004-112	39 869	4 132	15 394	55 263
004-113	24 072	4 295	16 001	40 073
004-114	30 650	4 245	15 815	46 465
004-115	35 232	3 067	11 426	46 658
004-116	46 863	4 057	15 115	61 978
004-117	41 063	3 891	14 496	55 559
004-118	38 526	3 413	12 715	51 241
004-119	59 614	2 049	7 634	67 248
004-120	43 532	4 038	15 044	58 576
004-121	29 984	3 953	14 727	44 711
004-122	41 964	4 009	14 936	56 900
004-123	32 667	3 816	14 217	46 884
Total	1 058 666	85 305	317 811	1 376 477

(continúa)

Cuadro N° 6
Camiones Lectra 700
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

AÑO 1971

Costo total cargado a la flota: 1 423 644

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-100	35 081	3 697	41 152	76 233
004-101	18 819	3 216	35 798	54 617
004-102	15 059	3 187	35 475	50 534
004-103	28 502	3 088	34 373	62 875
004-104	37 702	3 298	36 711	74 413
004-105	22 633	2 914	32 436	55 069
004-106	21 067	3 206	35 687	56 754
004-107	17 336	3 188	35 486	52 822
004-108	34 871	2 375	26 437	61 308
004-109	20 643	3 302	36 755	57 398
004-110	23 247	3 156	35 130	58 377
004-111	5 261	-	-	5 261
004-112	37 087	3 468	38 603	75 690
004-113	37 053	2 632	29 297	66 350
004-114	43 503	2 303	25 635	69 138
004-115	39 880	3 301	36 744	76 624
004-116	30 071	3 033	33 761	63 832
004-117	12 489	3 332	37 089	49 578
004-118	20 740	3 332	37 089	57 829
004-119	32 263	3 332	37 089	69 352
004-120	35 338	2 664	29 654	64 992
004-121	27 173	2 973	33 093	60 266
004-122	14 100	3 526	39 249	53 349
004-123	12 009	3 501	38 970	50 979
Total	621 927	72 024	801 717	1 423 644

(continúa)

Cuadro N° 6
Camiones Lectra 700
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

AÑO 1972

Costo total cargado a la flota: 1 724 229

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-100	40 777	3 499	49 219	89 996
004-101	20 349	4 170	58 658	79 007
004-102	37 732	3 724	52 384	90 116
004-103	24 797	3 294	46 336	71 133
004-104	36 891	3 990	56 126	93 017
004-105	13 734	4 111	57 828	71 562
004-106	24 011	3 738	52 581	76 592
004-107	27 341	3 457	48 628	75 969
004-108	19 720	3 881	54 593	74 313
004-109	40 831	3 516	49 458	90 289
004-110	31 089	3 596	50 584	81 673
004-111	509	-	-	509
004-112	17 729	3 259	45 843	63 572
004-113	10 030	3 704	52 103	62 133
004-114	21 009	3 454	-	21 009
004-115	25 718	3 743	52 651	78 369
004-116	22 419	3 909	54 987	77 406
004-117	27 808	3 752	52 778	80 586
004-118	16 565	3 795	53 383	69 948
004-119	19 334	3 554	49 993	69 327
004-120	16 431	3 187	44 830	61 261
004-121	9 985	3 725	52 398	62 383
004-122	32 057	3 020	42 481	74 538
004-123	6 397	3 877	54 536	60 933
Total	543 263	83 955	1 132 380	1 675 643

(continúa)

Cuadro N° 6
Camiones Lectra 700
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

AÑO 1973

Costo total cargado a la flota: 1 453 188

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-100	24 975	3 387	40 124	65 099
004-101	13 844	3 928	46 533	60 377
004-102	11 839	3 557	42 138	53 977
004-103	15 379	2 879	34 106	49 485
004-104	19 357	3 752	44 448	63 805
004-105	20 947	3 707	43 915	64 862
004-106	11 544	3 782	44 804	56 348
004-107	15 795	3 864	45 775	61 570
004-108	26 115	3 590	42 529	68 644
004-109	14 214	3 671	43 489	57 703
004-110	18 120	3 982	47 173	65 293
004-111	-	-	-	-
004-112	32 870	2 824	33 455	66 325
004-113	16 533	3 375	39 982	56 515
004-114	27 036	3 541	41 949	68 985
004-115	18 570	3 675	43 536	62 106
004-116	18 449	3 804	45 064	63 513
004-117	33 077	3 868	45 822	78 899
004-118	26 431	3 434	40 681	67 112
004-119	25 385	3 296	39 046	64 431
004-120	20 317	3 724	44 116	64 433
004-121	24 062	3 258	38 596	62 658
004-122	18 628	3 842	45 514	64 142
004-123	20 266	3 937	46 640	66 906
Total	473 753	82 677	979 435	1 453 188

(continúa)

Cuadro N° 6
Camiones Lectra 700
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

AÑO 1974

Costo total cargado a la flota: 1 970 114

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-100	15 799	3 268	54 970	70 769
004-101	26 653	3 713	62 455	89 108
004-102	9 251	4 354	73 237	82 488
004-103	32 746	4 174	70 209	102 955
004-104	24 390	4 232	71 185	95 575
004-105	25 441	3 825	64 339	89 780
004-106	33 906	3 813	64 137	98 043
004-107	29 334	2 277	38 300	67 634
004-108	5 795	4 425	74 431	80 226
004-109	21 673	4 108	69 099	90 772
004-110	19 727	3 136	52 749	72 476
004-111	-	-	-	-
004-112	34 137	4 250	71 487	105 624
004-113	13 747	4 085	68 712	82 459
004-114	27 067	3 852	64 793	91 860
004-115	16 982	3 401	57 207	74 189
004-116	18 072	3 487	58 653	76 725
004-117	18 191	3 910	65 768	83 959
004-118	28 597	3 939	66 256	94 853
004-119	18 655	3 679	61 883	80 538
004-120	15 181	4 026	67 720	82 901
004-121	8 181	3 688	62 034	70 215
004-122	17 200	4 010	67 450	84 650
004-123	32 072	4 176	70 243	102 315
Total	492 797	87 828	1 477 317	1 970 114

(continúa)

Cuadro N° 6
Camiones Lectra 700
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

AÑO 1975

Costo total cargado a la flota: 2 257 975

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-100	18 086	3 497	72 014	90 100
004-101	22 543	3 827	78 809	101 352
004-102	39 857	3 208	66 062	105 919
004-103	12 600	4 534	93 369	105 969
004-104	26 845	3 919	80 704	107 549
004-105	48 509	3 268	67 298	115 807
004-106	22 843	4 153	85 523	108 366
004-107	15 924	4 027	82 928	98 852
004-108	29 557	1 224	25 206	54 763
004-109	27 671	2 957	60 893	88 564
004-110	11 659	3 402	70 057	81 716
004-111	-	-	-	-
004-112	18 979	4 027	82 928	101 907
004-113	25 121	2 639	54 345	79 466
004-114	15 907	4 051	83 422	99 329
004-115	19 581	4 062	83 649	103 230
004-116	18 206	3 724	76 688	94 894
004-117	8 677	2 858	58 855	67 532
004-118	40 106	3 475	71 561	111 667
004-119	20 227	4 141	85 276	105 503
004-120	32 654	3 536	72 817	105 471
004-121	32 266	3 439	70 819	103 085
004-122	31 957	4 200	86 490	118 447
004-123	14 399	4 569	94 089	108 488
Total	554 174	82 737	1 703 801	2 257 975

(continúa)

Cuadro Nº 6
Camiones Lectra 700
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

AÑO 1976

Costo total cargado a la flota: 2 043 234

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-100	29 573	3 047	74 521	104 094
004-101	10 463	3 880	94 893	105 356
004-102	27 161	669	16 362	43 523
004-103	45 705	3 499	85 575	131 280
004-104	26 064	4 019	98 293	124 357
004-105	57 546	3 616	88 437	145 983
004-106	14 758	3 178	77 725	92 483
004-107	7 474	717	17 536	25 010
004-108	20 188	-	-	20 188
004-109	25 284	3 738	91 420	116 704
004-110	39 743	2 721	66 548	106 291
004-111	-	-	-	-
004-112	13 407	3 502	85 649	99 056
004-113	10 518	3 658	89 464	99 982
004-114	20 886	1 353	33 090	53 976
004-115	14 370	3 207	78 434	92 804
004-116	19 425	3 001	73 396	92 821
004-117	16 860	-	-	16 860
004-118	24 443	2 800	68 480	92 923
004-119	19 738	2 789	68 211	87 949
004-120	55 464	4 814	117 736	173 200
004-121	37 663	3 339	81 662	119 325
004-122	8 154	1 660	40 599	48 753
004-123	11 138	1 602	39 180	50 318
Total	556 025	60 809	1 487 209	2 043 234

(continúa)

Cuadro N° 6
Camiones Lectra 700
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

1977

Costo total cargado a la flota: 2 398 446

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-100	44 391	3 432	61 236	105 627
004-101	49 082	3 483	62 146	111 228
004-102	44 015	3 696	65 946	109 961
004-103	31 317	3 311	59 077	90 394
004-104	53 003	3 388	60 451	113 454
004-105	66 928	3 456	61 664	128 592
004-106	183 196	3 056	54 527	237 723
004-107	83 308	3 336	59 523	142 831
004-108	72 755	2 429	43 340	116 095
004-109	38 254	3 014	53 778	92 032
004-110	71 736	3 028	54 028	125 764
004-111	-	-	-	-
004-112	42 023	3 107	55 437	97 460
004-113	39 485	3 298	58 845	98 330
004-114	88 323	3 386	60 415	148 738
004-115	62 533	3 846	68 623	131 156
004-116	41 643	3 818	68 123	109 766
004-117	18 129	3 464	61 807	79 936
004-118	52 742	3 192	56 954	109 696
004-119	23 006	3 633	64 822	87 828
004-120	13 901	4 193	74 814	88 715
004-121	49 393	3 131	55 865	105 258
004-122	30 675	3 152	56 240	86 915
004-123	28 753	3 337	59 541	88 294
Total	1 228 591	77 186	1 377 203	2 605 794

(continúa)

Cuadro N° 6
Camiones Lectra 700
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

AÑO 1978

Costo total cargado a la flota: 2 102 797

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-100	19 097	3 091	55 152	74 249
004-101	44 237	3 316	59 166	103 403
004-102	25 069	2 853	50 905	75 974
004-103	37 230	3 321	59 255	96 485
004-104	39 324	3 289	58 684	98 008
004-105	98 439	3 413	60 897	159 336
004-106	33 637	3 184	56 811	90 448
004-107	38 666	3 042	54 277	92 943
004-108	22 579	3 006	53 635	76 214
004-109	92 474	2 222	39 646	132 120
004-110	24 489	2 364	42 180	66 669
004-111	-	-	-	-
004-112	33 540	3 593	64 109	97 649
004-113	26 612	2 632	46 962	73 574
004-114	26 436	3 354	59 844	86 280
004-115	25 224	3 265	58 256	83 480
004-116	23 724	3 373	60 183	83 907
004-117	23 407	3 068	54 741	78 148
004-118	18 201	3 155	56 294	74 495
004-119	37 476	3 304	58 952	96 428
004-120	46 090	3 128	55 812	101 902
004-121	24 481	3 687	65 786	90 267
004-122	33 202	3 208	57 239	90 441
004-123	22 048	3 269	58 328	80 376
Total	815 682	72 137	1 287 115	2 102 797

(continúa)

AÑO 1979**Cuadro N° 6**

Costo total cargado a la flota: 2 734 467

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-100	53 890	2 824	63 108	116 998
004-101	39 682	3 240	72 405	112 087
004-102	61 243	3 484	77 857	139 100
004-103	30 579	3 816	85 276	115 855
004-104	66 730	3 194	71 377	138 107
004-105	33 283	3 764	84 114	117 397
004-106	35 889	3 646	81 477	117 366
004-107	49 492	3 276	73 209	122 701
004-108	17 059	3 164	70 706	87 765
004-109	26 836	2 919	65 231	92 067
004-110	39 058	2 820	63 019	102 077
004-111	-	-	-	-
004-112	73 461	4 093	91 467	164 928
004-113	38 883	4 107	91 779	130 662
004-114	36 112	3 693	82 528	118 640
004-115	89 122	3 684	82 327	171 449
004-116	45 082	2 542	56 806	101 888
004-117	25 651	3 676	82 148	107 799
004-118	39 523	3 813	85 209	124 732
004-119	35 136	2 650	59 220	94 356
004-120	38 779	3 130	69 946	108 725
004-121	32 398	3 765	84 137	116 535
004-122	38 766	3 382	75 578	114 344
004-123	53 121	2 943	65 767	118 888
Total	999 775	77 625	1 734 692	2 734 467

Camiones Lectra 700
Costos Anuales Totales por Equipo
US\$

Cuadro Nº 7
Camiones Lectra 700
Costos Anuales y su Proyección para 1980, US\$

Equipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980*
004-100	93 122	76 233	89 996	65 099	70 769	90 100	104 094	105 627	74 249	116 998	107 895
004-101	87 035	54 617	79 007	60 377	89 108	101 352	105 356	111 228	103 403	112 087	100 215
004-102	48 911	50 534	90 116	53 977	82 488	105 919	43 523	109 961	75 974	139 100	115 725
004-103	61 064	62 875	71 133	49 485	102 955	105 969	131 280	90 394	96 485	115 855	99 256
004-104	75 363	74 413	93 017	63 805	95 575	107 549	124 357	113 454	98 008	138 107	110 904
004-105	39 267	55 069	71 562	64 862	89 780	115 807	145 983	128 592	159 336	117 397	103 392
004-106	77 986	56 754	76 592	56 348	98 043	108 366	92 483	237 723	90 448	117 366	103 414
004-107	62 691	52 822	75 969	61 570	67 634	98 852	25 010	142 831	92 943	122 701	115 135
004-108	55 898	61 308	74 313	68 644	80 226	54 763	20 188	116 095	76 214	87 765	122 578
004-109	65 869	57 398	90 289	57 703	90 772	88 564	116 704	92 032	132 120	92 067	117 719
004-110	57 135	58 377	81 673	65 293	72 476	81 716	106 291	125 764	66 669	102 077	114 690
004-111				Dado de baja		-	-	-	-	-	-
004-112	55 263	75 690	63 572	66 325	105 624	101 907	99 056	97 460	97 649	164 928	105 861
004-113	40 073	66 350	62 133	56 515	82 459	79 466	99 982	98 330	73 574	130 662	113 865
004-114	46 465	69 138	21 009	68 985	91 860	99 329	53 976	148 738	86 280	118 640	127 857
004-115	46 658	76 624	78 369	62 106	74 189	103 230	92 804	131 156	83 480	171 449	113 726
004-116	61 978	63 832	77 406	63 513	76 725	94 894	92 821	109 766	83 907	101 888	114 195
004-117	55 559	49 578	80 586	78 899	83 959	67 532	16 860	79 936	78 148	107 799	125 750
004-118	51 241	57 829	69 948	67 112	94 853	111 667	92 923	109 696	74 495	124 732	123 986
004-119	67 248	69 352	69 327	64 431	80 538	105 503	87 949	87 828	96 428	94 356	144 922
004-120	58 576	64 992	61 261	64 433	82 901	105 471	173 200	88 715	101 902	108 725	123 877
004-121	44 711	60 266	62 383	62 658	70 215	103 085	119 325	105 258	90 267	116 535	150 005
004-122	56 900	53 349	74 538	64 142	84 650	118 447	48 753	86 915	90 441	114 344	158 264
004-123	46 884	50 979	60 933	66 906	102 315	108 488	50 318	88 294	80 376	118 888	145 447
Total	1 355 899	1 418 383	1 675 134	1 453 188	1 970 114	2 257 975	2 043 234	2 605 794	2 102 797	2 734 467	2 758 675

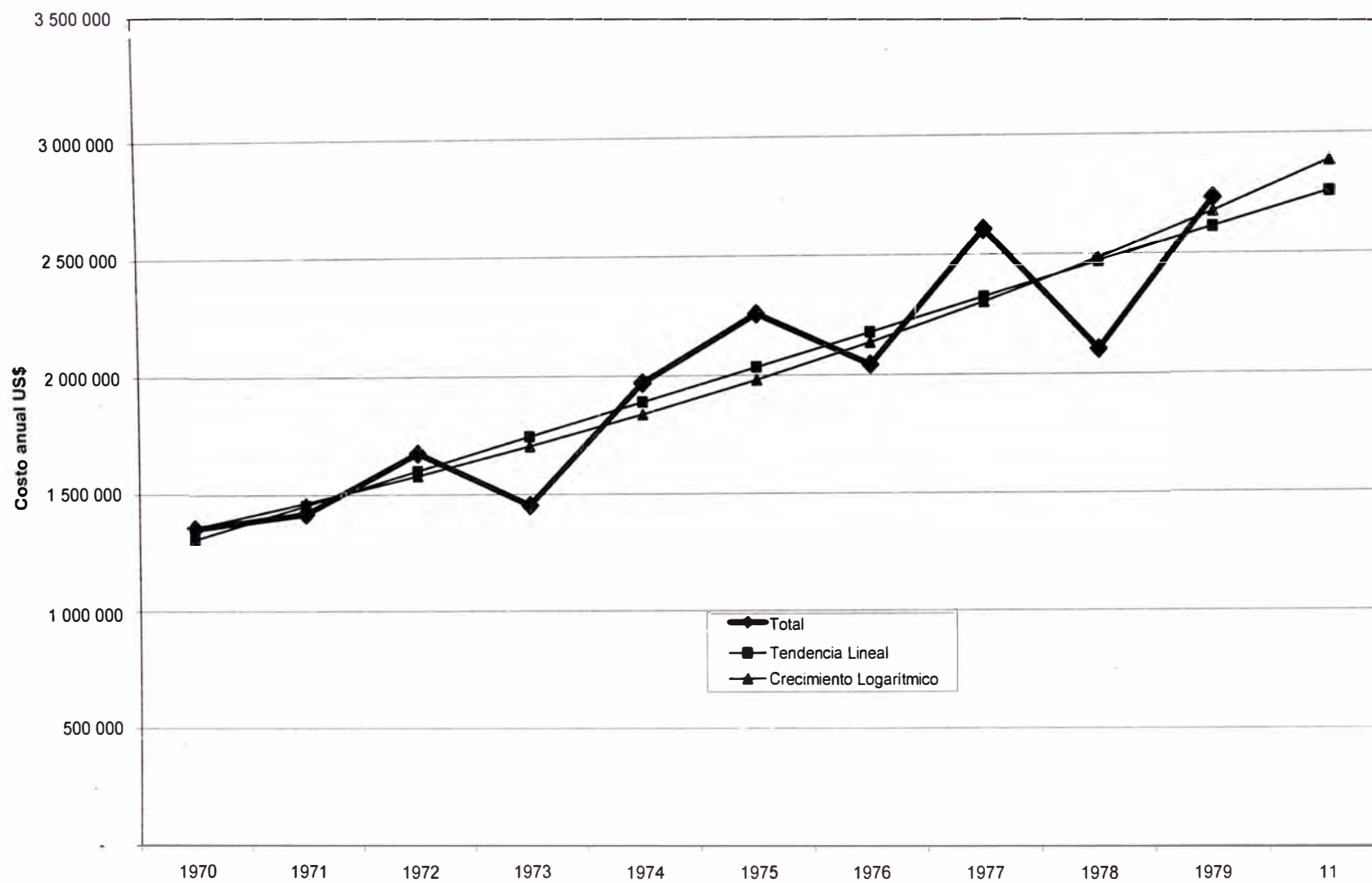
* Proyección

004-011 dado de baja en 1972

Análisis de la tendencia de los costos de la flota

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	11
Total	1 355 899	1 418 383	1 675 134	1 453 188	1 970 114	2 257 975	2 043 234	2 605 794	2 102 797	2 734 467	
Tendencia	1 309 626	1 454 531	1 599 436	1 744 341	1 889 246	2 034 151	2 179 056	2 323 961	2 468 866	2 613 771	2 758 675
Crecimien	1 358 749	1 465 128	1 579 836	1 703 525	1 836 897	1 980 712	2 135 786	2 303 001	2 483 307	2 677 730	2 887 375

Gráfico N° 2
Tendencia de los Costos Totales. Flota de Camiones Lectra 700



Cuadro N° 8
Camiones Lectra 1000
Costos Totales Anuales por Equipo en US\$

AÑO 1973

Costo total cargado a la flota: 176 592

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-150	9 105	3 251	22 361	31 466
004-151	1 707	2 677	18 413	20 120
004-152	3 246	2 646	18 200	21 446
004-153	2 011	2 781	19 129	21 140
004-154	3 948	2 552	17 553	21 501
004-155	2 486	2 493	17 148	19 634
004-156	3 467	2 534	17 430	20 897
004-157	2 071	2 663	18 317	20 388
Total	28 041	21 597	148 551	176 592

AÑO 1974

Costo total cargado a la flota: 543 673

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-150	11 200	4 056	46 465	57 665
004-151	32 457	3 234	37 049	69 506
004-152	5 578	4 322	49 513	55 091
004-153	9 363	4 006	45 893	55 256
004-154	15 061	3 543	40 588	55 649
004-155	27 211	1 503	17 218	44 429
004-156	27 574	3 695	42 330	69 904
004-157	90 716	3 968	45 457	136 173
Total	219 160	28 327	324 513	543 673

AÑO 1975

Costo total cargado a la flota: 703 119

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-150	25 636	3 636	58 735	84 371
004-151	27 367	4 008	64 745	92 112
004-152	30 036	4 034	65 165	95 201
004-153	20 454	4 451	71 901	92 355
004-154	29 366	3 019	48 768	78 134
004-155	15 581	2 774	44 811	60 392
004-156	29 947	4 383	70 802	100 749
004-157	30 602	4 284	69 203	99 805
Total	208 989	30 589	494 130	703 119

(continúa)

Cuadro N° 8
Camiones Lectra 1000
Costos Totales Anuales por Equipo en US\$

AÑO 1976

Costo total cargado a la flota: 673 691

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-150	7 943	474	10 852	18 795
004-151	23 202	2 977	68 159	91 361
004-152	42 712	848	19 415	62 127
004-153	10 148	636	14 561	24 709
004-154	57 418	3 868	88 559	145 977
004-155	85 779	3 380	77 386	163 165
004-156	16 590	850	19 461	36 051
004-157	35 505	4 193	96 000	131 505
Total	279 297	17 226	394 394	673 691

AÑO 1977

Costo total cargado a la flota: 769 077

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-150	40 746	2 495	32 202	72 948
004-151	122 451	1 911	24 665	147 116
004-152	19 714	3 668	47 342	67 056
004-153	34 022	3 181	41 056	75 078
004-154	24 560	2 325	30 008	54 568
004-155	113 530	3 535	45 625	159 155
004-156	46 561	2 824	36 449	83 010
004-157	71 478	2 996	38 668	110 146
Total	473 062	22 935	296 015	769 077

AÑO 1978

Costo total cargado a la flota: 565 684

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-150	11 424	3 404	55 206	66 630
004-151	47 009	3 346	54 265	101 274
004-152	14 783	3 051	49 481	64 264
004-153	17 009	2 953	47 891	64 900
004-154	44 337	1 450	23 516	67 853
004-155	52 195	3 290	53 357	105 552
004-156	14 524	596	9 666	24 190
004-157	21 930	3 027	49 092	71 022
Total	223 211	21 117	342 473	565 684

(continúa)

Cuadro N° 8
Camiones Lectra 1000
Costos Totales Anuales por Equipo en US\$

AÑO 1979

Costo total cargado a la flota: 912 915

Equipo	Costo directo	Horas operadas	Costo indirecto	Costo Total
004-150	18 235	3 843	82 872	101 107
004-151	15 759	4 074	87 853	103 612
004-152	44 592	3 855	83 131	127 723
004-153	32 886	3 729	80 414	113 300
004-154	18 388	4 491	96 846	115 234
004-155	24 073	3 870	83 454	107 527
004-156	35 106	3 435	74 074	109 180
004-157	56 415	3 655	78 818	135 233
Total	245 454	30 952	667 461	912 915

Cuadro N° 9
Camiones Lectra 1000
Costos Totales Anuales y su Proyección para 1980 y 1981, US\$

Equipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980*	1981*
004-150	31 466	57 665	84 371	18 795	72 948	66 630	101 107	120 635	131 130
004-151	20 120	69 506	92 112	91 361	147 116	101 274	103 612	114 437	124 393
004-152	21 446	55 091	95 201	62 127	67 056	64 264	127 723	112 269	122 036
004-153	21 140	55 256	92 355	24 709	75 078	64 900	113 300	117 542	127 768
004-154	21 501	55 649	78 134	145 977	54 568	67 853	115 234	121 103	131 639
004-155	19 634	44 429	60 392	163 165	159 155	105 552	107 527	122 025	132 641
004-156	20 897	69 904	100 749	36 051	83 010	24 190	109 180	144 038	156 569
004-157	20 388	136 173	99 805	131 505	110 146	71 022	135 233	99 908	108 600
Total	176 592	543 673	703 119	673 691	769 077	565 684	912 915	951 957	1 034 777

* Proyección

Análisis de la tendencia de los costos de la flota

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Total	176 592	543 673	703 119	673 691	769 077	565 684	912 915		
Tendencia	372 220	455 040	537 859	620 679	703 498	786 318	869 138	951 957	1 034 777
Crecimier	326 419	391 597	469 790	563 595	676 132	811 139	973 104	1 167 410	1 400 514

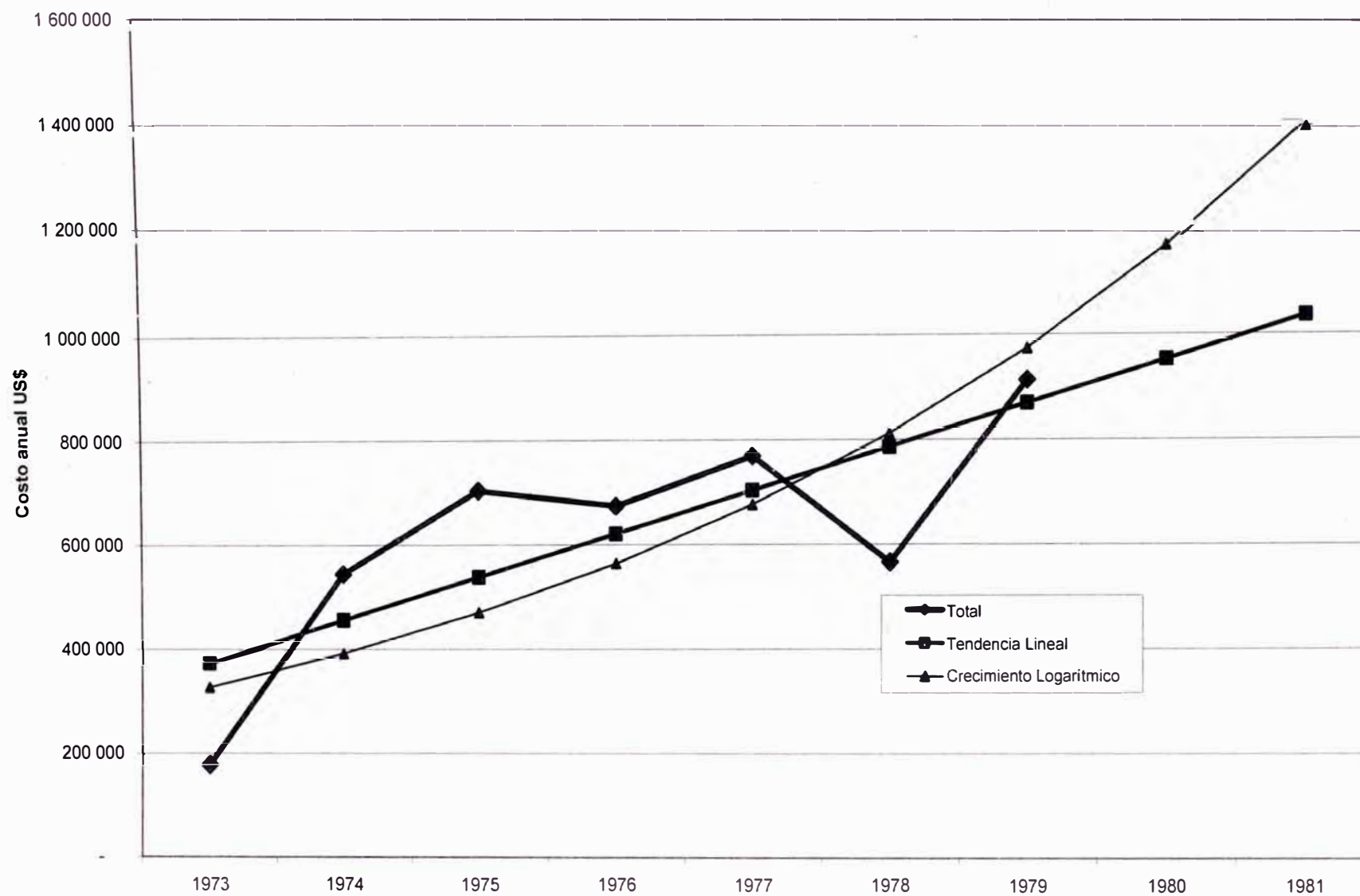
Parámetros proyección lineal $y=a+bx$

b	82 820	289 400	a
et-b	30 606	136 875	et-a
r ²	0,59423	161 953	et-y

Parámetros proyección logaritmica $y=ax^b$

b	1,19968	272 089	a
et-b	0,07700	0,34436	et-a
r ²	0,52785	0,40745	et-y

Gráfico N° 3
Tendencia de los Costos Totales. Flota de Camiones Lectra 1000, US\$



Cuadro N° 10
Camiones de Producción
Costos Totales Anuales por Equipo Estimados para 1980, US\$

HAULPAK LW 65		LECTRA 700		LECTRA 1000	
Equipos	Costos	Equipos	Costos	Equipos	Costos
004-032	61 033	004-100	107 895	004-150	120 635
004-033	57 534	004-101	100 215	004-151	114 437
004-034	69 041	004-102	115 725	004-152	112 269
004-035	66 567	004-103	99 256	004-153	117 542
004-037	0	004-104	110 904	004-154	121 103
004-038	76 362	004-105	103 392	004-555	122 025
004-039	70 948	004-106	103 414	004-156	144 038
004-040	77 650	004-107	115 135	004-157	99 908
004-041	67 172	004-108	122 578		
004-042	67 277	004-109	117 719		
004-043	64 080	004-110	114 690		
004-044	69 792	004-112	0		
004-045	67 588	004-113	105 861		
004-046	80 682	004-114	113 865		
004-047	81 199	004-115	127 857		
004-048	81 907	004-116	113 726		
004-049	71 356	004-117	114 195		
004-050	70 452	004-118	125 750		
		004-119	123 986		
		004-120	144 922		
		004-121	123 877		
		004-122	150 005		
		004-123	158 264		

5.2.2. Costo Estimado del equipo Retador

Para efectos de este análisis se escogió, en coordinación con los técnicos de Hierro Perú, el camión Lectra 1000 nuevo de 120 tn. Se procedió de la siguiente manera: Se calculó el costo total unitario de los Lectra 1000 para los años 1973 al 1979, Cuadro N° 17 y se asumió que el equipo nuevo Lectra 1000 de 120 Tn. Tendría el costo unitario promedio de la flota Lectra 1000 en el primer año de funcionamiento, es decir, 0.03428 US\$ por Tn:

El Costo Total Anual resultaría ser $1\ 000\ 000 \times 0.03428 = 34\ 280$ US\$

5.3. Valor de la Producción

En el caso de los camiones se consideró que al Costo Operativo Unitario Promedio del año 1979, para toda la flota de camiones US\$/Tn 0,18375, Cuadro N° 17, era necesario agregarle los Gastos Administrativos, los cuales ascienden al 40% según el promedio histórico de Hierro Perú; lo que nos da un **Valor de US\$ 0,25725/Tn**, que se utilizó para valorizar el trabajo tanto de los equipos Defensores como del Retador. Ver Cuadro N° 22.

5.3.1. Perfomance de los Equipos Defensores

La información estadística referente al volumen de trabajo anual por equipo se presenta en los cuadros N° 11, 13 y 15 y las proyecciones para el año

1980 se muestran en los cuadros N° 12, 14 y 16 Para el Caso de los Lectra 1000 también se estimó la producción para el año 1981. Los resultados también se pueden apreciar en las Gráficas N° 4 a N° 8.

5.3.2. Performance del Equipo Retador

De acuerdo a información proporcionada por los proveedores así como a la experiencia de Hierro Perú, se estima que este equipo tendrá un rendimiento de 1'000,000 ton durante el primer año de operación.

5.4. Impuestos

5.4.1. A favor de los equipos defensores

De usarse el equipo Retador se obtendrían mayores utilidades que están representadas por sus ventajas en menores Costos de Mantenimiento y Operación y en un mayor Valor del Trabajo, sobre las cuales se tendría que aplicar la tasa del Impuesto a la Renta que es de 30%.

5.4.2. A favor del equipo Retador

El Costo de adquisición de toda maquinaria contablemente se deprecia, lo cual disminuye utilidades, es decir, que es una ventaja económica a favor del equipo Defensor, cuyo costo de adquisición es 878,400 US\$. La depreciación para la actividad minera puede realizarse en 5 años. Por eso se usará la siguiente fórmula:

$$IRR = PC \times TDep \times IR, \quad \text{Donde:}$$

IRR= Impuesto a la renta favorable al Retador.

PC= precio de compra de la maquinaria.

TDep= tasa de depreciación, en este caso 20%.

IR= tasa de impuesto a la renta.

Cuadro N° 11
Camiones Haulpak LW 65. Volumen de Trabajo por Año (Ton. Acarreadas)

Equipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1 976	1977	1978	1979
004-032	404 960	188 850	649 930	194 870	330 470	99 990	129 780	312 000	215 150	375 870
004-033	468 310	470 460	595 610	190 820	340 380	327 110	326 430	251 130	245 330	183 360
004-034	315 270	398 790	554 530	181 160	348 950	33 530	61 880	11 450	112 080	250 740
004-035	462 170	500 540	644 050	120 550	0	160 120	133 160	223 570	203 520	334 800
004-036										
004-037	484 330	532 300	430 470	154 030	0	200	25 320	140 870	0	199 305
004-038	416 690	60 060	540 790	260 690	262 230	291 100	402 880	268 040	267 140	159 555
004-039	482 350	519 730	409 580	271 800	250 460	181 530	0	0	0	0
004-040	549 520	481 660	525 100	418 070	474 350	251 890	366 520	337 130	308 740	410 805
004-041	582 570	533 310	517 870	445 050	299 600	344 770	422 650	352 260	315 440	460 050
004-042	477 350	547 830	575 030	458 360	515 860	379 310	150 610	346 940	294 130	390 315
004-043	442 530	418 760	557 860	399 270	449 840	350 820	194 550	325 420	276 200	255 840
004-044	500 650	412 940	457 440	324 400	458 350	428 390	374 390	447 780	279 870	426 465
004-045	197 470	524 710	620 200	378 880	475 890	431 060	224 760	84 710	0	0
004-046	470 040	385 420	617 860	462 480	486 130	299 260	0	0	0	0
004-047	531 480	408 530	697 950	457 080	387 700	340 420	296 490	339 310	278 630	344 550
004-048	376 890	558 360	551 220	446 400	422 320	396 540	353 540	223 210	202 990	314 415
004-049	490 130	331 990	479 760	551 300	491 460	393 281	338 210	445 640	339 670	330 265
004-050	529 870	231 050	635 680	486 340	425 850	256 830	211 740	421 300	339 320	421 890
Total	8 182 580	7 505 290	10 060 930	6 201 550	6 419 840	4 966 151	4 012 910	4 530 760	3 678 210	4 858 225

Fuente: Reporte ERPT 304

Cuadro Nº 12
Camiones Haulpak LW 65. Estimación del Volumen de Trabajo para 1980, Tn. Tendencia de promedios móviles de 3 Años

Equipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
004-032	332 923	414 580	344 550	391 757	208 443	186 747	180 590	218 977	301 007	322 297	249 454
004-033	469 027	511 460	418 963	375 603	286 103	331 307	301 557	274 297	226 607	204 017	212 973
004-034	343 110	422 863	378 160	361 547	187 880	148 120	35 620	61 803	124 757	204 520	319 119
004-035	474 960	535 587	421 713	254 867	93 557	97 760	172 283	186 750	253 963	291 040	260 158
004-037	500 320	482 367	372 267	194 833	51 410	8 507	55 463	55 397	113 392	132 870	368 046
004-038	297 813	339 180	287 180	354 570	271 340	318 737	320 673	312 687	231 578	195 417	247 129
004-040	526 900	518 760	474 943	472 507	381 437	364 253	318 513	337 463	352 225	376 783	175 539
004-041	566 150	544 583	498 743	420 840	363 140	355 673	373 227	363 450	375 917	411 847	169 386
004-042	500 843	533 403	527 073	516 417	451 177	348 593	292 287	263 893	343 795	358 253	175 031
004-043	434 607	473 050	458 630	468 990	399 977	331 737	290 263	265 390	285 820	262 627	197 185
004-044	471 413	457 010	398 260	413 397	403 713	420 377	416 853	367 347	384 705	377 600	176 098
004-047	490 497	545 987	521 187	514 243	395 067	341 537	325 407	304 810	320 830	322 577	177 329
004-048	437 380	495 490	518 660	473 313	421 753	390 800	324 430	259 913	246 872	277 273	188 223
004-049	437 417	433 960	454 350	507 507	478 680	407 650	392 377	374 507	371 858	333 400	172 694
004-050	430 263	465 533	451 023	515 957	389 673	298 140	296 623	324 120	394 170	394 367	182 805
Total	6 713 623	7 173 813	6 525 703	6 236 347	4 783 350	4 349 937	4 096 167	3 970 803	4 327 495	4 464 887	3 271 169

Los equipos 004-036, 004-039, 004-045, 004-046 fueron dados de baja

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Total	6 713 623	7 173 813	6 525 703	6 236 347	4 783 350	4 349 937	4 096 167	3 970 803	4 327 495	4 464 887	
Tendenc	6 894 885	6 532 513	6 170 142	5 807 770	5 445 398	5 083 027	4 720 655	4 358 284	3 995 912	3 633 541	3 271 169
Crecimie	6 944 616	6 494 804	6 074 126	5 680 697	5 312 750	4 968 636	4 646 811	4 345 830	4 064 345	3 801 092	3 554 890

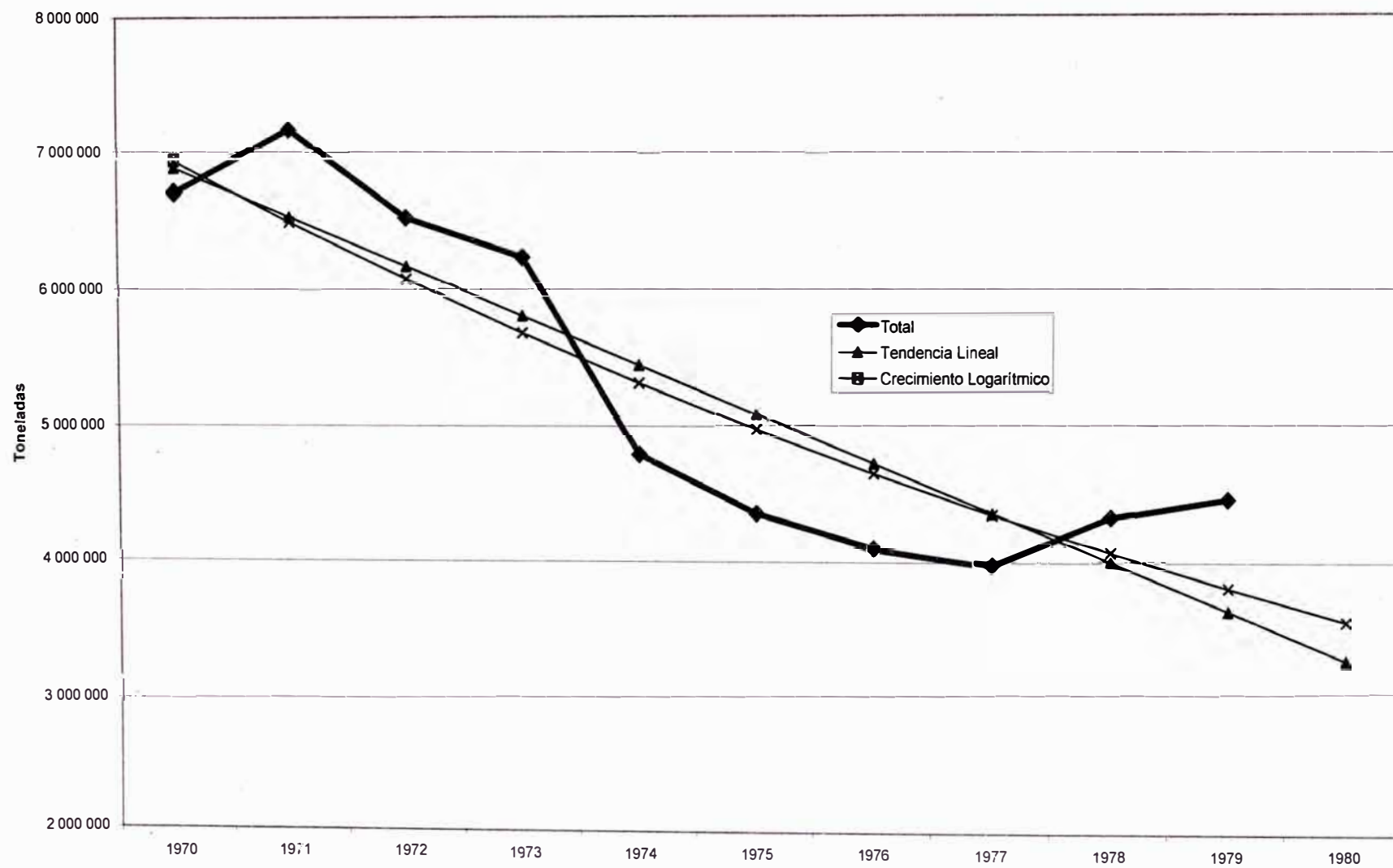
Parámetros de la proyección lineal $y = a + bx$

(362 372) 7 257 256
68 215 423 262
0,779 619 593

Parámetros de la proyección logarítmica $y = ax^b$

0,9352 7 425 581
0,0128 0,0792
0,7749 0,1159

Gráfico N° 5
Producción Anual de la Flota de Camiones Haulpak LW 65, en Tn.



Cuadro N° 13
Camiones Lectra 700. Volumen de Trabajo por Año, Tn

Equipo	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
004-100	1 029 970	1 026 950	868 650	809 830	747 360	770 750	766 910	747 780	661 660	592 950
004-101	915 870	903 320	983 980	940 590	849 990	843 560	931 850	773 080	714 460	673 965
004-102	636 280	936 880	930 820	854 100	992 700	712 170	152 150	809 630	615 320	734 310
004-103	935 750	876 890	829 080	912 540	912 150	1 022 140	873 270	709 700	697 460	790 710
004-104	780 920	884400	1012660	882060	630 030	861 840	985 670	735 070	708 590	664 650
004-105	1 000 860	810 240	1 055 850	862 170	832 930	733 300	885 100	766 310	744 140	72 285
004-106	898 680	889 190	948 080	884 810	816 200	903 640	781 270	651 660	686 770	740 655
004-107	973 240	852 220	881 810	899 020	525 280	863 600	160 140	723 340	656 460	678 600
004-108	974 480	684 440	936 150	836 760	949 840	263 350	-	611 630	644 270	651 990
004-109	971 320	940 500	850 780	857 780	890 200	662 250	906 640	658 160	483 790	614 145
004-110	937 800	922 020	882 670	941 560	669 260	726 920	667 760	656 400	510 530	570 450
004-112	1 026 140	922 490	488 580	648 400	900 050	864 340	823 280	679 790	787 750	84 420
004-113	1 106 420	740 840	942 540	801 550	889 670	542 540	890 900	717 690	581 940	855 165
004-114	1 060 000	636 620	850 840	835 710	829 530	861 110	296 500	738 270	436 620	797 790
004-115	788 200	935 160	928 490	884 070	721 070	847 930	765 760	837 680	708 520	760 245
004-116	986 830	857 340	951 760	915 460	738 960	779 520	720 080	837 120	737 550	559 025
004-117	964 000	923 060	911 530	899 880	840 840	550 550	-	738 110	656 570	774 015
004-118	807 170	944 640	944 280	801 840	843 890	733 430	674 410	688 160	693 390	797 310
004-119	472 650	849 710	894 560	782 080	801 570	854 170	661 080	781 180	742 040	586 615
004-120	970 110	886 760	830 960	887 130	875 240	740 200	898 090	906 590	682 100	682 455
004-121	953 240	801 620	952 340	769 670	788 070	714 380	761 040	683 570	801 710	818 070
004-122	989 590	986 590	772 710	919 170	861 880	876 749	358 370	677 500	703 840	726 015
004-123	950 020	996 690	981 620	966 030	898 320	937 850	349 890	729 380	727 330	638 040
Total	21 129 540	19 324 170	19 618 080	18 910 150	18 805 030	17 666 289	14 310 160	16 857 800	15 382 810	14 863 875

Fuente: Reporte ERPT 304

Cuadro N° 14
Camiones Lectra 700
Estimado del Volumen de Trabajo para el año 1980, (Ton. acarreadas)
Método: Tendencia de los promedios móviles de 3 Años

Equipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980*
004-100	1 028 963	975 190	901 810	808 613	775 980	761 673	761 813	725 450	667 463	615 853	585 286
004-101	911 687	934 390	942 630	924 853	878 047	875 133	849 497	806 463	720 502	687 463	550 442
004-102	736 480	834 660	907 267	925 873	852 990	619 007	557 983	525 700	719 753	694 647	636 752
004-103	916 130	880 573	872 837	884 590	948 943	935 853	868 370	760 143	732 623	759 627	548 576
004-104	815 413	892 660	926 373	841 583	791 310	825 847	860 860	809 777	702 770	679 297	576 442
004-105	937 320	955 650	909 420	916 983	809 467	817 110	794 903	798 517	527 578	296 237	604 860
004-106	895 517	911 983	907 360	883 030	868 217	833 703	778 857	706 567	693 028	722 693	572 572
004-107	932 900	902 423	877 683	768 703	762 633	516 340	582 360	513 313	686 133	671 220	650 932
004-108	877 800	865 023	819 117	907 583	683 317	404 397	291 660	418 633	635 963	649 417	716 573
004-109	961 047	920 867	883 020	866 253	803 410	819 697	742 350	682 863	585 365	570 693	599 272
004-110	932 540	914 163	915 417	831 163	779 247	687 980	683 693	611 563	579 127	550 477	627 309
004-112	991 590	812 403	686 490	679 010	804 263	862 557	789 137	763 607	517 320	318 863	649 894
004-113	984 560	929 933	828 310	877 920	744 587	774 370	717 043	730 177	718 265	764 090	581 917
004-114	918 873	849 153	774 390	838 693	842 117	662 380	631 960	490 463	657 560	677 400	639 472
004-115	837 187	883 950	915 907	844 543	817 690	778 253	817 123	770 653	768 815	743 003	574 241
004-116	943 667	931 977	908 187	868 727	811 313	746 187	778 907	764 917	711 232	618 533	580 881
004-117	950 353	932 863	911 490	884 083	763 757	463 797	429 553	464 893	722 898	734 867	646 911
004-118	852 993	898 697	896 920	863 337	793 053	750 577	698 667	685 320	726 287	762 670	592 246
004-119	598 337	738 973	842 117	826 070	812 607	772 273	765 477	728 100	703 278	638 423	632 353
004-120	942 327	895 943	868 283	864 443	834 190	837 843	848 293	828 927	757 048	682 337	561 704
004-121	902 700	902 400	841 210	836 693	757 373	754 497	719 663	748 773	767 783	812 617	583 765
004-122	988 590	916 297	892 823	851 253	885 933	699 000	637 540	579 903	702 452	718 623	596 467
004-123	965 577	976 110	981 447	948 657	934 067	728 687	672 373	602 200	698 250	667 803	574 378
Total	20 822 550	20 656 283	20 210 507	19 742 660	18 754 510	16 927 160	16 278 083	15 516 923	15 701 495	15 036 853	13 883 243

Análisis de la tendencia de los costos de la flota

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	11
Total	20 822 550	20 656 283	20 210 507	19 742 660	18 754 510	16 927 160	16 278 083	15 516 923	15 701 495	15 036 853	
Tendenc	21 304 078	20 561 995	19 819 911	19 077 828	18 335 744	17 593 661	16 851 577	16 109 494	15 367 410	14 625 326	13 883 243
Crecimie	21 495 079	20 620 678	19 781 846	18 977 138	18 205 165	17 464 595	16 754 150	16 072 606	15 418 786	14 791 563	14 189 856

Parámetros proyección lineal $y=a+bx$

b	(742 084)	22 046 162	a
et-b	60 502	375 404	et-a
r2	0,9495	549 536	et-y

Parámetros proyección logarítmica $y=ax^b$

b	0,959	22 406 558	a
et-b	0,003	0,021	et-a
r2	0,9495	0,031	et-y

Gráfico N° 6
Volumen de Trabajo Anual de Camiones Lectra 700

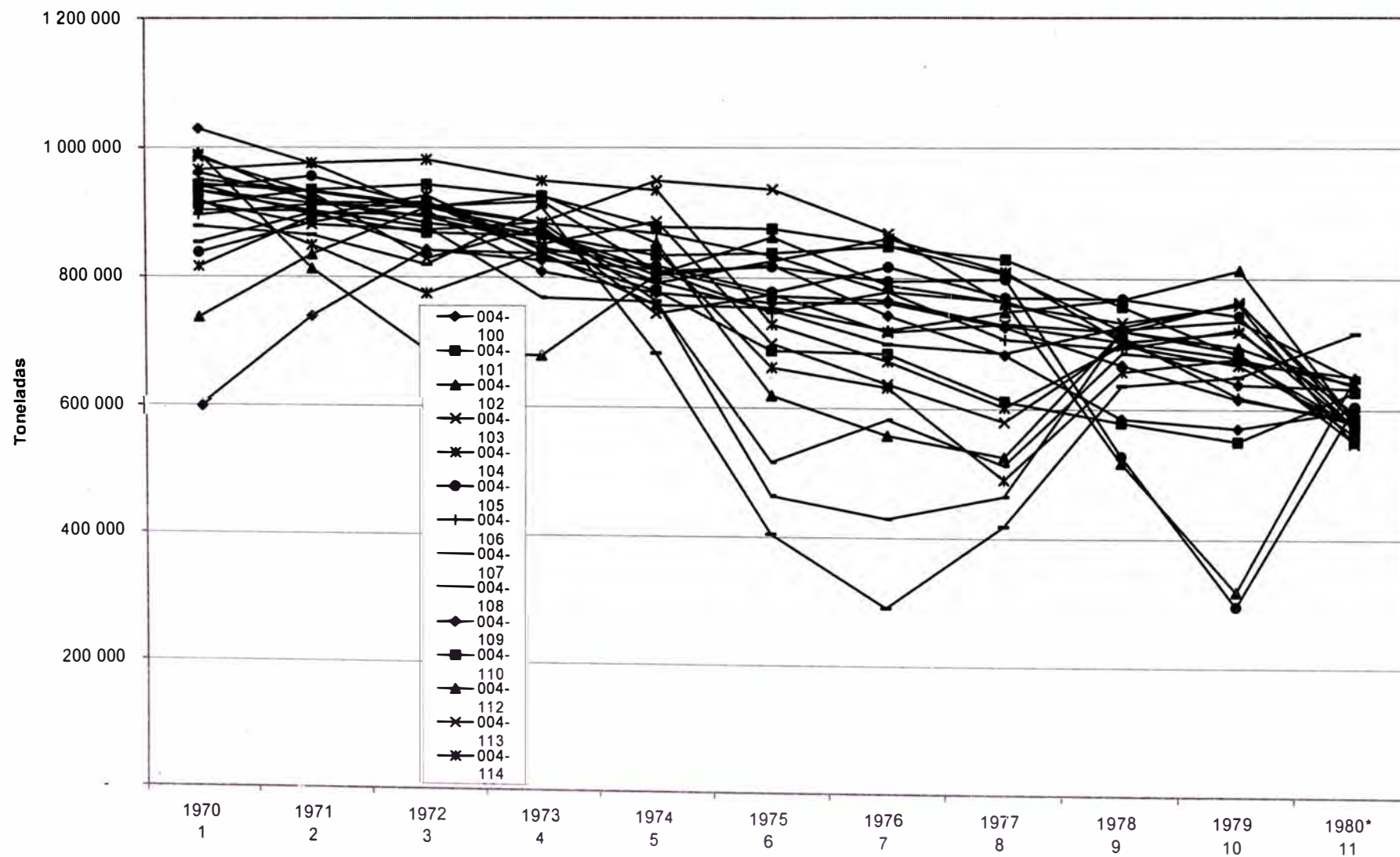
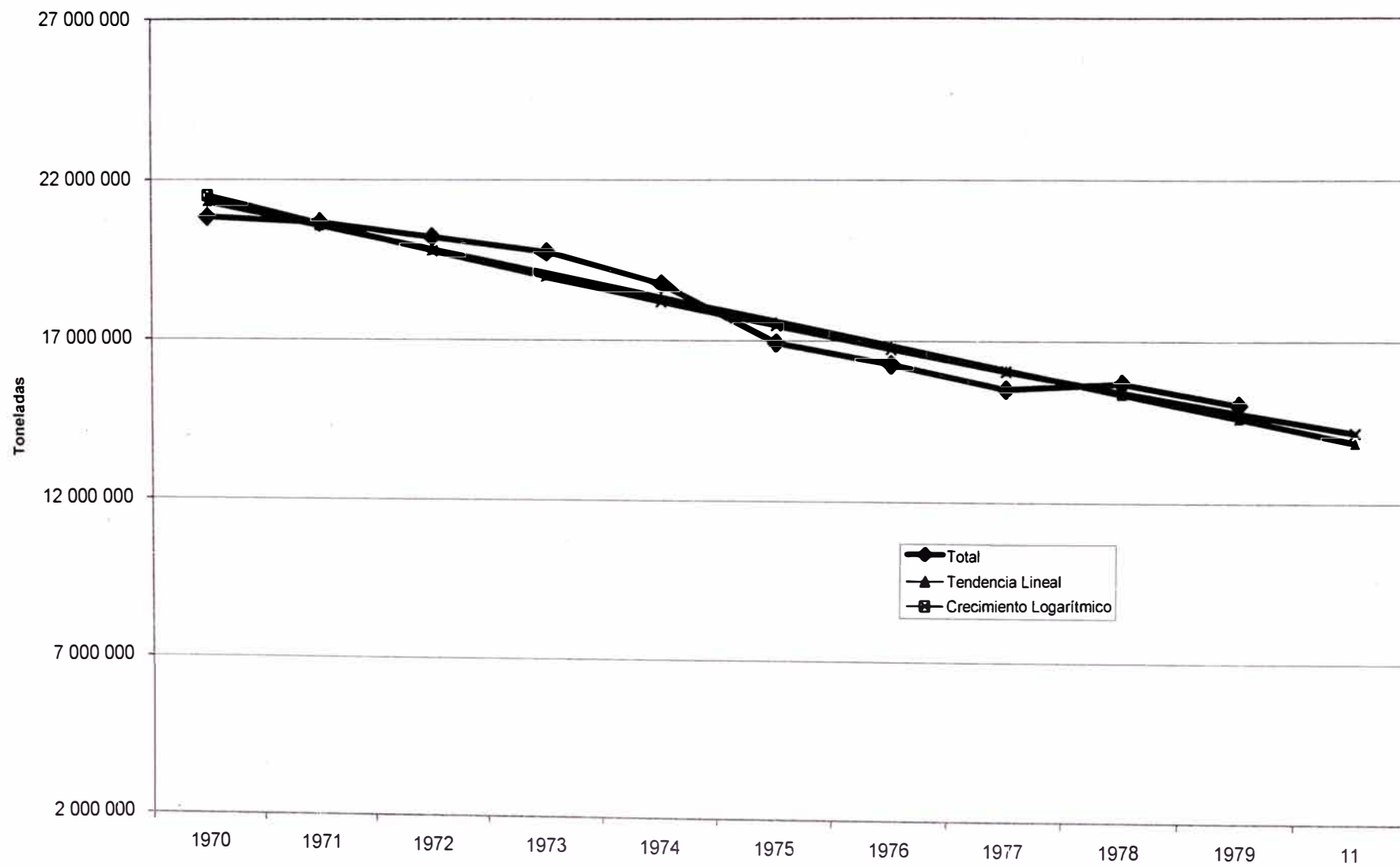


Gráfico N° 7
Tendencia de la Producción Anual de la Flota de Camiones Lectra 700



Cuadro N° 15
Camión Lectra 1000
Volumen de Trabajo por Año
(Ton. Acarreadas)

Equipo	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
004-150	779 650	893 040	719 190	110 130	522 550	723 550	823 245
004-151	634 630	724 560	795 690	696 170	418 180	727 090	885 960
004-152	633 150	950 110	788 580	210 750	759 140	651 250	814 455
004-153	671 540	885 710	875 360	161 550	654 120	634 300	798 570
004-154	608 680	770 080	580 380	871 810	490 870	295 740	953 635
004-155	588 320	342 390	558 680	778 430	741 840	693 840	836 580
004-156	606 293	805 920	851 410	199 020	622 840	119 560	723 225
004-157	629 880	868 340	839 820	948 500	57 974	642 650	786 090
Total	5 152 143	6 240 150	6 009 110	3 976 360	4 267 514	4 487 980	6 621 760

Fuente: Reporte ERPT 304

Cuadro N° 16
Camiones Lectra 1000
Estimación del Volumen de Trabajo para los Años 1980 y 1981, Tn

Equipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980*	1981*
004-150	779 650	893 040	719 190	110 130	522 550	723 550	823 245	950 000	950 000
004-151	634 630	724 560	795 690	696 170	418 180	727 090	885 960	950 000	950 000
004-152	633 150	950 110	788 580	210 750	759 140	651 250	814 455	950 000	950 000
004-153	671 540	885 710	875 360	161 550	654 120	634 300	798 570	950 000	950 000
004-154	608 680	770 080	580 380	871 810	490 870	295 740	953 635	950 000	950 000
004-155	588 320	342 390	558 680	778 430	741 840	693 840	836 580	950 000	950 000
004-156	606 293	805 920	851 410	199 020	622 840	119 560	723 225	950 000	950 000
004-157	629 880	868 340	839 820	948 500	57 974	642 650	786 090	950 000	950 000
	5 152 143	6 240 150	6 009 110	3 976 360	4 267 514	4 487 980	6 621 760	7 600 000	7 600 000

Gráfico N° 8
Volumen de Trabajo de Camiones Lectra 1000, Tn

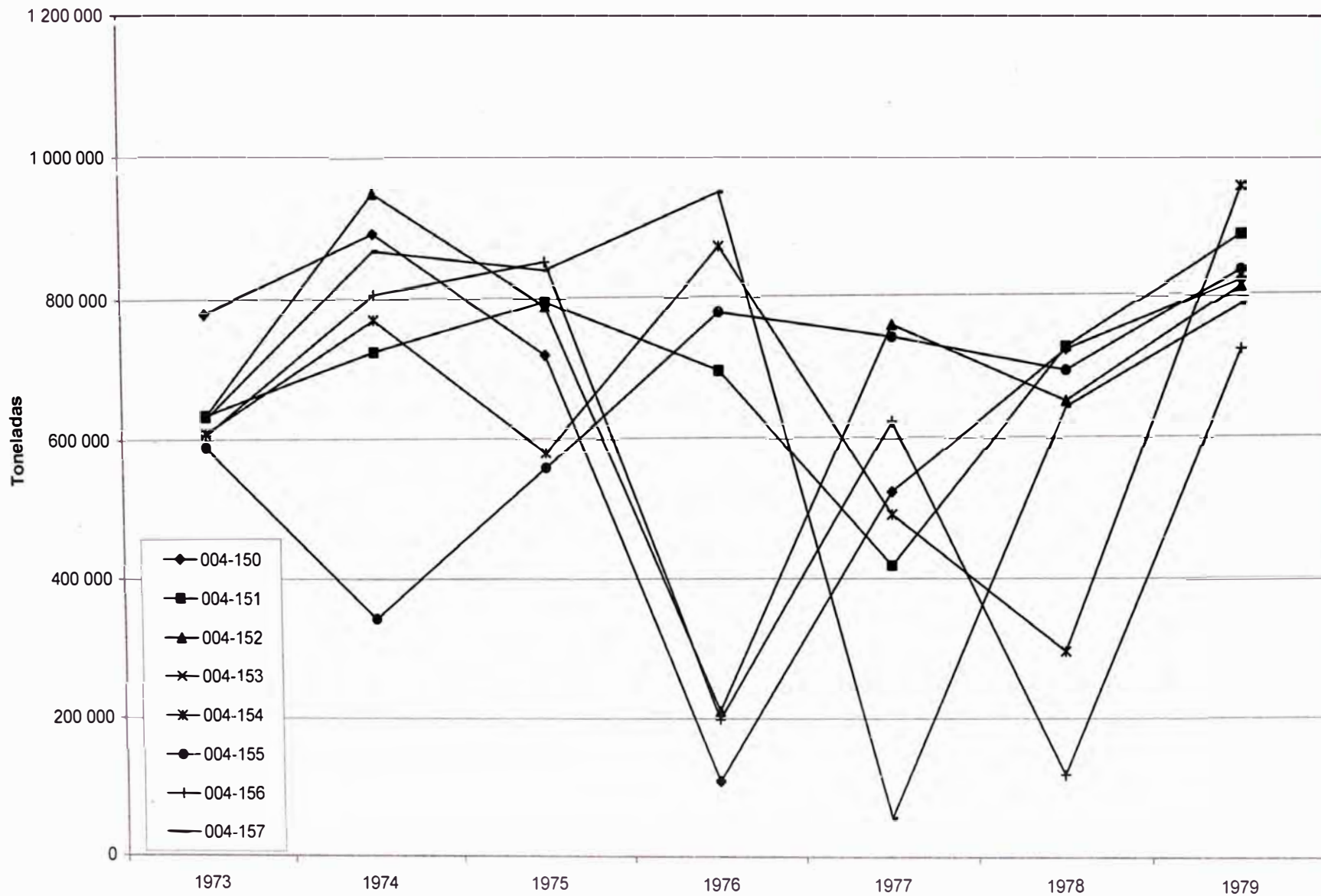
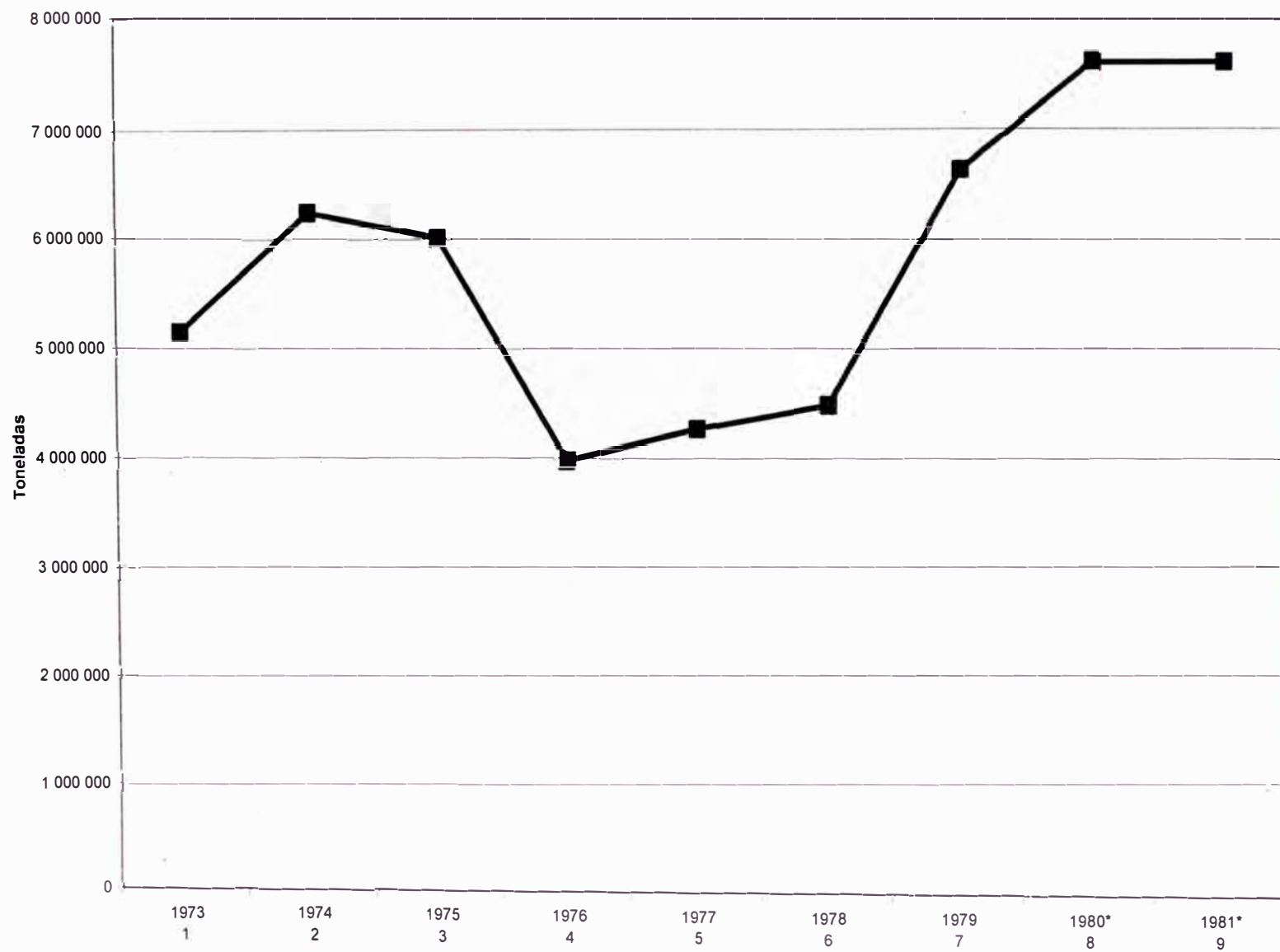


Gráfico N° 9
Volumen de Trabajo Total de la Flota Lectra 1000, Tn.



Cuadro N° 17
Cálculo del Costo Unitario de la Producción, US\$/Tn

Equipos	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
LW65	693 137	877 902	864 352	721 493	931 706	1 273 222	1 094 809	1 166 595	1 059 341	1 191 730
L700	1 355 899	1 418 383	1 675 134	1 453 188	1 970 114	2 257 975	2 043 234	2 605 794	2 102 797	2 734 467
L1000				176 592	543 673	703 119	673 691	769 077	565 684	912 915
Total	2 051 005	2 298 256	2 541 458	2 353 246	3 447 467	4 236 291	3 813 710	4 543 443	3 729 800	4 841 091

Producción anual Tn

Equipos	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
LW65	8 182 580	7 505 290	10 060 930	6 201 550	6 419 840	4 966 151	4 012 910	4 530 760	3 678 210	4 858 225
L700	21 129 540	19 324 170	19 618 080	18 910 150	18 805 030	17 666 289	14 310 160	16 857 800	15 382 810	14 863 875
L1000				5 152 143	6 240 150	6 009 110	3 976 360	4 267 514	4 487 980	6 621 760
	29 314 090	26 831 431	29 680 982	30 265 816	31 466 994	28 643 525	22 301 406	25 658 051	23 550 978	26 345 839

Costo Total unitario US\$/Tn.

Equipos	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
LW65	0,08471	0,11697	0,08591	0,11634	0,14513	0,25638	0,27282	0,25748	0,28800	0,24530
L700	0,06417	0,07340	0,08539	0,07685	0,10477	0,12781	0,14278	0,15457	0,13670	0,18397
L1000				0,03428	0,08712	0,11701	0,16942	0,18022	0,12604	0,13787
Promedio	0,06997	0,08566	0,08563	0,07775	0,10956	0,14790	0,17101	0,17708	0,15837	0,18375

Costo unitario del Retador

0,03428

Cálculo del valor unitario de la producción

Costo promedio

0,18375

Gatos administrativos 40%

0,07350

Total

0,25725

Gráfico N° 10
Camiones de Producción, Costo Unitario US\$/Tn



Cuadro N° 18
Camiones de Producción. Valor Residual, US\$

Equipos	Antigüedad años	Valor de reposición* en US\$	% valorización*			Valor Residual				
			1979	1980	1981	1979 (C) en US\$	1980 (So) en US\$	1981 (S1) en US\$		
Haulpak LW 65	004-032	17	320 000	16	15	14	51 200	48 000	44 800	
	004-033	17	320 000	16	15	14	51 200	48 000	44 800	
	004-034	17	320 000	16	15	14	51 200	48 000	44 800	
	004-035	16	320 000	17	16	15	54 400	51 200	48 000	
	004-036	-	320 000				-	-	-	
	004-037	16	320 000	17	16	15	54 400	51 200	48 000	
	004-038	16	320 000	17	16	15	54 400	51 200	48 000	
	004-039	-	320 000				-	-	-	
	004-040	15	320 000	18	17	16	57 600	54 400	51 200	
	004-041	15	320 000	18	17	16	57 600	54 400	51 200	
	004-042	15	320 000	18	17	16	57 600	54 400	51 200	
	004-043	15	320 000	18	17	16	57 600	54 400	51 200	
	004-044	15	320 000	18	17	16	57 600	54 400	51 200	
	004-045	-	320 000				-	-	-	
	004-046	-	320 000				-	-	-	
	004-047	14	320 000	20	18	17	64 000	57 600	54 400	
	004-048	14	320 000	20	18	17	64 000	57 600	54 400	
	004-049	14	320 000	20	18	17	64 000	57 600	54 400	
	004-050	14	320 000	20	18	17	64 000	57 600	54 400	
	Lectra 700	004-100	13	600 000	22	20	18	132 000	120 000	108 000
		004-101	13	600 000	22	20	18	132 000	120 000	108 000
		004-102	13	600 000	22	20	18	132 000	120 000	108 000
		004-103	13	600 000	22	20	18	132 000	120 000	108 000
		004-104	13	600 000	22	20	18	132 000	120 000	108 000
		004-105	13	600 000	22	20	18	132 000	120 000	108 000
		004-106	13	600 000	22	20	18	132 000	120 000	108 000
004-107		13	600 000	22	20	18	132 000	120 000	108 000	
004-108		13	600 000	22	20	18	132 000	120 000	108 000	
004-109		13	600 000	22	20	18	132 000	120 000	108 000	
004-110		13	600 000	22	20	18	132 000	120 000	108 000	
004-112		12	600 000	24	22	20	144 000	132 000	120 000	
004-113		12	600 000	24	22	20	144 000	132 000	120 000	
004-114		12	600 000	24	22	20	144 000	132 000	120 000	
004-115		12	600 000	24	22	20	144 000	132 000	120 000	
004-116		12	600 000	24	22	20	144 000	132 000	120 000	
004-117		12	600 000	24	22	20	144 000	132 000	120 000	
004-118		11	600 000	27	24	22	162 000	144 000	132 000	
004-119		11	600 000	27	24	22	162 000	144 000	132 000	
004-120		11	600 000	27	24	22	162 000	144 000	132 000	
004-121		9	600 000	33	30	27	198 000	180 000	162 000	
004-122		9	600 000	33	30	27	198 000	180 000	162 000	
004-123		9	600 000	33	30	27	198 000	180 000	162 000	
Lectra 1000		004-150	6	837 000	45	41	37	376 650	343 170	309 690
		004-151	6	837 000	45	41	37	376 650	343 170	309 690
		004-152	6	837 000	45	41	37	376 650	343 170	309 690
		004-153	6	837 000	45	41	37	376 650	343 170	309 690
	004-154	6	837 000	45	41	37	376 650	343 170	309 690	
	004-155	6	837 000	45	41	37	376 650	343 170	309 690	
004-156	6	837 000	45	41	37	376 650	343 170	309 690		
004-157	6	837 000	45	41	37	376 650	343 170	309 690		

Cuadro N° 19
Camiones de Producción. Valor del Trabajo para 1980

Valor unitario	0,2573	US\$/tn
Equipos	Volumen de trabajo, toneladas	Valor de trabajo US\$
004-032	249 454	64 173
004-033	212 973	54 788
004-034	319 119	82 094
004-035	260 158	66 926
004-036	-	-
004-037	368 046	94 681
004-038	247 129	63 574
004-039	-	-
004-040	175 539	45 158
004-041	169 386	43 575
004-042	175 031	45 027
004-043	197 185	50 726
004-044	176 098	45 302
004-045	-	-
004-046	-	-
004-047	177 329	45 618
004-048	188 223	48 421
004-049	172 694	44 426
004-050	182 805	47 027
004-100	585 286	150 566
004-101	550 442	141 602
004-102	636 752	163 806
004-103	548 576	141 122
004-104	576 442	148 291
004-105	604 860	155 602
004-106	572 572	147 295
004-107	650 932	167 454
004-108	716 573	184 340
004-109	599 272	154 164
004-110	627 309	161 377
004-112	649 894	167 187
004-113	581 917	149 699
004-114	639 472	164 506
004-115	574 241	147 725
004-116	580 881	149 433
004-117	646 911	166 419
004-118	592 246	152 357
004-119	632 353	162 674
004-120	561 704	144 500
004-121	583 765	150 175
004-122	596 467	153 443
004-123	574 378	147 760
004-150	950 000	244 390
004-151	950 000	244 390
004-152	950 000	244 390
004-153	950 000	244 390
004-154	950 000	244 390
004-155	950 000	244 390
004-156	950 000	244 390
004-157	950 000	244 390
	24 754 412	6 368 129

Cuadro N° 20
Valores Estimado para el Retador

Datos básicos

Volumen de trabajo	Tn/año	1 000 000
Precio de compra	US\$	878 400
Costo Total unitario, ver cuadro 40	US\$/Tn	0,034275
Costo Anual Total	US\$	34 275
Valor unitario de la producción, ver cuadro 40	US\$/Tn	0,257252
Valor de la producción anual	US\$	257 252

5.5. Cálculo de la Inferioridad Operativa

La Inferioridad Operativa viene definida por la sumatoria de las 3 diferencias siguientes.

a. Referente al Costo de Mantenimiento y Operación:

+ Del Defensor

- Del Retador

b. Referente al Valor de la Producción

- Del Defensor

+ Del Retador

c. Referente al Impuesto a la Renta

- Favorables al Defensor

+ Favorables al Retador

$$IO = a+b+c$$

Los resultados se muestran en los Cuadro N° 21 (correspondiente al año 1980) y Cuadro N° 22 (correspondiente al año 1981), que contienen una hoja de cálculo para cada equipo, tal como se muestra a continuación:

Cuadro N° 21 / 032
Cálculo de la IO y del Adverso para el año 1980
Para el Camión 004-032
(Datos en US\$)

CONCEPTOS	Referencia	Ventaja del Retador
a. Costo de Mantenimiento y Operación		26 758
+ Del Defensor (Cuadro N° 9)	61 023	
- Del Retador (Cuadro N° 20)	34 275	
b. Valor de la Producción (US\$/tn =0.2573, ver C. N° 38)		193 000
- Del Defensor (Cuadro N° 16) 249,454 tn	64 173	
+ Del Retador (Cuadro N° 20) 1'000,000 tn	253 122	
c. Impuestos (tasa de IR = 30%)		-13 245
+ Favorables al Defensor = $IR \times (a+b)$	65 951	
- Favorables al Retador	52 704	
INFERIORIDAD OPERATIVA (a+b+c)		206 590
COSTO DEL CAPITAL DEL DEFENSOR $[i \cdot S_0 + (S_0 - S_1)]$		8 320
. S_0 =Valor Residual inicial /Cuadro 18	51 200	
. S_1 =Valor Residual fin período /Cuadro 18, año N+1	48 000	
ADVERSO (IO+CC)		214,910

5.6. Cálculo del Adverso del Defensor

Dado que la mayoría de los camiones Haulpak LW 65 y Lectra 700 ya han superado su vida económica, el adverso mínimo corresponde al año 0 (1980), dado que el adverso para el año 1 será mayor.

En cambio para los camiones Lectra 1000 se calculará tanto el adverso para el año 1980 como para el año 1981, lo que nos permitirá comprobar si es que el adverso para el año 1980 es el mínimo o es que aún se encuentra en la parte descendente de la curva del adverso.

La fórmula general para el adverso será entonces:

$$AM = IO + CCD \text{ (Costo de Capital del Defensor)}$$

$$\text{El CCD viene definido por } (S_0 - S_1) + iS_0$$

$$S_0 = \text{valor residual al año 0}$$

$$S_1 = \text{valor residual año 1}$$

$$i = \text{tasa de interés (10\%)}$$

Para el cálculo de los Adversos para el año 1981 se sigue el mismo procedimiento.

Valor residual de los equipos defensores

Para encontrar el Valor al inicio y término del período de análisis, se hizo uso de la tabla “Valor residual al fin de período para equipo pesado” proporcionada por los proveedores, que figura en el Cuadro N° 27.

Cuadro N° 21
Flota Haulpak LW65: IO y Adverso para 1980 del Equipo Defensor, US\$

CONCEPTOS	004-032	004-033	004-034	004-035	004-037	004-038	004-040	004-041	004-042	004-043	004-044	004-047	004-048	004-049	004-050
a. Costo Mantenimiento y Operación	26 758	23 258	34 765	32 292	42 086	36 672	32 897	33 001	29 805	35 517	33 312	47 631	37 081	36 177	43 516
+ Del Defensor / Cuadro 5	61 033	57 534	69 041	66 567	76 362	70 948	67 172	67 277	64 080	69 792	67 588	81 907	71 356	70 452	77 791
- Del Retador / Cuadro 20	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275
b. Valorización del trabajo	193 080	202 464	175 158	190 326	162 571	193 678	212 095	213 677	212 225	206 526	211 951	211 634	208 832	212 826	210 225
- Del Defensor /Cuadro 12	64 173	54 788	82 094	66 926	94 681	63 574	45 158	43 575	45 027	50 726	45 302	45 618	48 421	44 426	47 027
+ Del Retador /Cuadro 20	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252
c. Impuestos	-13 247	-15 013	-10 273	-14 081	-8 693	-16 401	-20 793	-21 300	-19 905	-19 909	-20 875	-25 076	-21 070	-21 997	-23 418
+ Favorables al Defensor	65 951	67 717	62 977	66 785	61 397	69 105	73 497	74 004	72 609	72 613	73 579	77 780	73 774	74 701	76 122
- Favorables al Retador	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704
INFERIORIDAD OPERATIVA (a+b+c)	206 590	210 710	199 651	208 537	195 964	213 949	224 198	225 379	222 125	222 134	224 388	234 190	224 843	227 006	230 323
COSTO DEL CAPITAL [i*So+(So-S1)]	8 320	8 320	8 320	8 640	8 640	8 640	8 960	8 960	8 960	8 960	8 960	12 800	12 800	12 800	12 800
- So= Valor Residual inicial/C.18	51 200	51 200	51 200	54 400	54 400	54 400	57 600	57 600	57 600	57 600	57 600	64 000	64 000	64 000	64 000
-S1=Valor Residual fin de periodo/C.18	48 000	48 000	48 000	51 200	51 200	51 200	54 400	54 400	54 400	54 400	54 400	57 600	57 600	57 600	57 600
ADVERSO (d+e)	214 910	219 030	207 971	217 177	204 604	222 589	233 158	234 339	231 085	231 094	233 348	246 990	237 643	239 806	243 123

Cuadro N° 21
Flota Lectra 700: IO y Adverso para 1980 del Equipo Defensor, US\$)

CONCEPTOS	004-100	004-101	004-102	004-103	004-104	004-105	004-106	004-107	004-108	004-109	004-110	004-112
a. Costo de Mantenimiento y Operación	73 620	65 939	81 450	64 980	76 629	69 116	69 138	80 860	88 302	83 444	80 414	71 586
+ Del Defensor / Cuadro 5	107 895	100 215	115 725	99 256	110 904	103 392	103 414	115 135	122 578	117 719	114 690	105 861
- Del Retador / Cuadro 20	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275
b. Valorización del trabajo	106 686	115 650	93 446	116 130	108 961	101 651	109 957	89 798	72 912	103 088	95 876	90 066
- Del Defensor /Cuadro 12	150 566	141 602	163 806	141 122	148 291	155 602	147 295	167 454	184 340	154 164	161 377	167 187
+ Del Retador /Cuadro 20	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252
c. Impuestos	-1 388	-1 773	235	-1 629	-2 973	1 474	-1 025	1 507	4 340	-3 256	-183	4 209
+ Favorables al Defensor	54 092	54 477	52 469	54 333	55 677	51 230	53 729	51 197	48 364	55 960	52 887	48 495
- Favorables al Retador	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704
INFERIORIDAD OPERATIVA (a+b+c)	178 918	179 816	175 131	179 481	182 617	172 241	178 071	172 165	165 554	183 276	176 107	165 860
COSTO DEL CAPITAL [i*So+(So-S1)]	25 200	25 200	25 200	25 200	25 200	25 200	25 200	25 200	25 200	25 200	25 200	26 400
- So= Valor Residual inicial/C.18	132 000	132 000	132 000	132 000	132 000	132 000	132 000	132 000	132 000	132 000	132 000	144 000
-S1=Valor Residual fin de periodo/C.18	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	132 000
ADVERSO (d+e)	204 118	205 016	200 331	204 681	207 817	197 441	203 271	197 365	190 754	208 476	201 307	192 260
CONCEPTOS	004-113	004-114	004-115	004-116	004-117	004-118	004-119	004-120	004-121	004-122	004-123	
a. Costo de Mantenimiento y Operación	79 589	93 582	79 451	79 919	91 474	89 710	110 646	89 601	115 729	123 989	111 171	
+ Del Defensor / Cuadro 5	113 865	127 857	113 726	114 195	125 750	123 986	144 922	123 877	150 005	158 264	145 447	
- Del Retador / Cuadro 20	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	
b. Valorización del trabajo	107 553	92 747	109 528	107 819	90 833	104 896	94 578	112 753	107 077	103 810	109 492	
- Del Defensor /Cuadro 12	149 699	164 506	147 725	149 433	166 419	152 357	162 674	144 500	150 175	153 443	147 760	
+ Del Retador /Cuadro 20	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	
c. Impuestos												
+ Favorables al Defensor	56 143	55 899	56 693	56 322	54 692	58 382	61 567	60 706	66 842	68 340	66 199	
- Favorables al Retador	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	
INFERIORIDAD OPERATIVA (a+b+c)	183 703	183 134	184 989	184 121	180 319	188 928	196 361	194 352	208 669	212 163	207 168	
COSTO DEL CAPITAL [i*So+(So-S1)]	26 400	26 400	26 400	26 400	26 400	34 200	34 200	34 200	37 800	37 800	37 800	
- So= Valor Residual inicial/C.18	144 000	144 000	144 000	144 000	144 000	162 000	162 000	162 000	198 000	198 000	198 000	
-S1=Valor Residual fin de periodo/C.18	132 000	132 000	132 000	132 000	132 000	144 000	144 000	144 000	180 000	180 000	180 000	
ADVERSO (d+e)	210 103	209 534	211 389	210 521	206 719	223 128	230 561	228 552	246 469	249 963	244 968	

Cuadro N° 21
Flota Lectra 1000: IO y Adverso para 1980 del Equipo Defensor, US\$

CONCEPTOS	004-150	004-151	004-152	004-153	004-154	004-155	004-156	004-157
a. Costo de Mantenimiento y Operación	86 360	80 162	77 994	83 267	86 827	87 749	109 762	65 633
+ Del Defensor / Cuadro 30	120 635	114 437	112 269	117 542	121 103	122 025	144 038	99 908
- Del Retador / Cuadro 20	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275
b. Valorización del trabajo	12 863	12 863	12 863	12 863	12 863	12 863	12 863	12 863
- Del Defensor /Cuadro 16	244 390	244 390	244 390	244 390	244 390	244 390	244 390	244 390
+ Del Retador /Cuadro 20	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252
c. Impuestos	22 937	24 797	25 447	23 865	22 797	22 520	15 917	29 155
+ Favorables al Defensor	29 767	27 907	27 257	28 839	29 907	30 184	36 787	23 549
- Favorables al Retador	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704
INFERIORIDAD OPERATIVA (a+b+c)	122 160	117 821	116 303	119 994	122 487	123 132	138 541	107 651
COSTO DEL CAPITAL [i*So+(So-S1)]	71 145	71 145	71 145	71 145	71 145	71 145	71 145	71 145
- So= Valor Residual inicial/C.18	376 650	376 650	376 650	376 650	376 650	376 650	376 650	376 650
-S1=Valor Residual fin de período/C.18	343 170	343 170	343 170	343 170	343 170	343 170	343 170	343 170
ADVERSO (d+e)	193 305	188 966	187 448	191 139	193 632	194 277	209 686	178 796

Cuadro N° 22
Flota Lectra 1000: IO y Adverso para 1981 del Equipo Defensor, US\$

CONCEPTOS	004-150	004-151	004-152	004-153	004-154	004-155	004-156	004-157
a. Costo Mantenimiento y Operación	96 855	90 118	87 761	93 493	97 363	98 365	122 293	74 325
+ Del Defensor / Cuadro 9	131 130	124 393	122 036	127 768	131 639	132 641	156 569	108 600
- Del Retador / Cuadro 20	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275	34 275
b. Valorización del trabajo	12 863	12 863	12 863	12 863	12 863	12 863	12 863	12 863
- Del Defensor /Cuadro 16	244 390	244 390	244 390	244 390	244 390	244 390	244 390	244 390
+ Del Retador /Cuadro 20	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252	257 252
c. Impuestos	19 789	21 810	22 517	20 797	19 636	19 336	12 157	26 548
+ Favorables al Defensor	32 915	30 894	30 187	31 907	33 068	33 368	40 547	26 156
- Favorables al Retador	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704	52 704
INFERIORIDAD OPERATIVA (a+b+c)	129 506	124 790	123 140	127 153	129 862	130 564	147 313	113 735
COSTO DEL CAPITAL [i*So+(So-S1)]	67 797	67 797	67 797	67 797	67 797	67 797	67 797	67 797
-So=Valor Residual inicial/C.18	343 170	343 170	343 170	343 170	343 170	343 170	343 170	343 170
-S1=Valor Residual fin de período/ C.18	309 690	309 690	309 690	309 690	309 690	309 690	309 690	309 690
ADVERSO (d+e)	197 303	192 587	190 937	194 950	197 659	198 361	215 110	181 532

Los resultados del Adverso para el año 1980 de los camiones se muestran en el Cuadro N° 21 y para el año 1981 se muestran en el cuadro N° 22.

5.7. Adverso Mínimo del Equipo Retador

Tal como se explicó en el Capítulo 3, en primer lugar se calculó la IO promedio y luego con este valor y los datos se procedió a usar la Fórmula A.

Se ha considerado como Costo de Adquisición el Valor del Camión Lectra 1000 de 120 Tn, ascendente a US\$ 878 400, según cotización de los proveedores.

5.7.1. Estimación de la gradiente promedio

La gradiente (g) de deterioro y obsolescencia se obtiene dividiendo la inferioridad operativa de los equipos, entre el número de años de servicio; los cálculos se muestran en el Cuadro N° 23.

Para los cálculos posteriores se ha usado la gradiente promedio de los Camiones Lectra 1000, que es de 24 020 US\$ anuales.

Cuadro N° 23 Gradiente por Flota, US\$

Flota Haulpack LW65

Equipo	A		g (US\$) A/B
	I.O. US\$	Años de Servicios	
004-032	206 590	17	12 152
004-033	210 710	17	12 395
004-034	199 651	17	11 744
004-035	208 537	16	13 034
004-037	195 964	16	12 248
004-038	213 949	16	13 372
004-040	224 198	15	14 947
004-041	225 379	15	15 025
004-042	222 125	15	14 808
004-043	222 134	15	14 809
004-044	224 388	15	14 959
004-047	234 190	14	16 728
004-048	224 843	14	16 060
004-049	227 006	14	16 215
004-050	230 323	14	16 452
Gradiente Promedio			14 330

Flota Lectra 700

004-100	178 918	13	13 763
004-101	179 816	13	13 832
004-102	175 131	13	13 472
004-103	179 481	13	13 806
004-104	182 617	13	14 047
004-105	172 241	13	13 249
004-106	178 071	13	13 698
004-107	172 165	13	13 243
004-108	165 554	13	12 735
004-109	183 276	13	14 098
004-110	176 107	13	13 547
004-112	165 860	12	13 822
004-113	183 703	12	15 309
004-114	183 134	12	15 261
004-115	184 989	12	15 416
004-116	184 121	12	15 343
004-117	180 319	12	15 027
004-118	188 928	11	17 175
004-119	196 361	11	17 851
004-120	194 352	11	17 668
004-121	208 669	9	23 185
004-122	212 163	9	23 574
004-123	207 168	9	23 019
Gradiente Promedio			15 745

Flota Lectra 1000

004-150	193 305	8	24 163
004-151	188 966	8	23 621
004-152	187 448	8	23 431
004-153	191 139	8	23 892
004-154	193 632	8	24 204
004-155	194 277	8	24 285
004-156	209 686	8	26 211
004-157	178 796	8	22 349
Gradiente Promedio			24 020

5.7.2. Cálculo del Adverso Mínimo del Retador, AMR

Para analizar en forma detallada la variación del Adverso del Retador se preparó el Cuadro N° 25 aplicando la fórmula (A), en la cual n varía desde 1 hasta 25.

$$\text{Formula (A) } Adverso = \frac{C - S}{n} + \frac{i(C + S)}{2} + \frac{g(n - 1)}{2}$$

Donde:

C = precio proporcionado por el fabricante: US\$ 878 400

S = valor de desecho, que varía cada año en función de tabla proporcionada por el fabricante (Cuadro N° 27).

i = tasa de interés, 10%.

g = gradiente, US\$ 24 020 anuales

n = es el número de años, varía $n=1$ hasta $n=25$.

Los resultados se muestran en el Cuadro N° 25, donde se aprecia que el Adverso Mínimo del Retador resulta ser:

$$AMR = 186\,213 \text{ US\$}$$

La construcción de este cuadro permite presentar gráficamente los resultados referente al Adverso del Retador, ver Gráfica N° 11.

Cuadro N° 24
Comparación de los Adversos de los Camiones Lectra 1000
Correspondiente a los años 1980 Y 1981
US\$"

<u>[Equipo]</u>	<u>1980]</u>	<u>1981]</u>
004-150	193 305	197 303
004-151	188 966	192 587
004-152	187 448	190 937
004-153	191 139	194 950
004-154	193 632	197 659
004-155	194 277	198 361
004-156	209 686	215 110
004-157	178 796	181 532

Como Puede Verse los Adversos Del Año 1981 Son Mayores Que los de 1980, Es Decir Estos Valores Son El Adverso Mínimo.

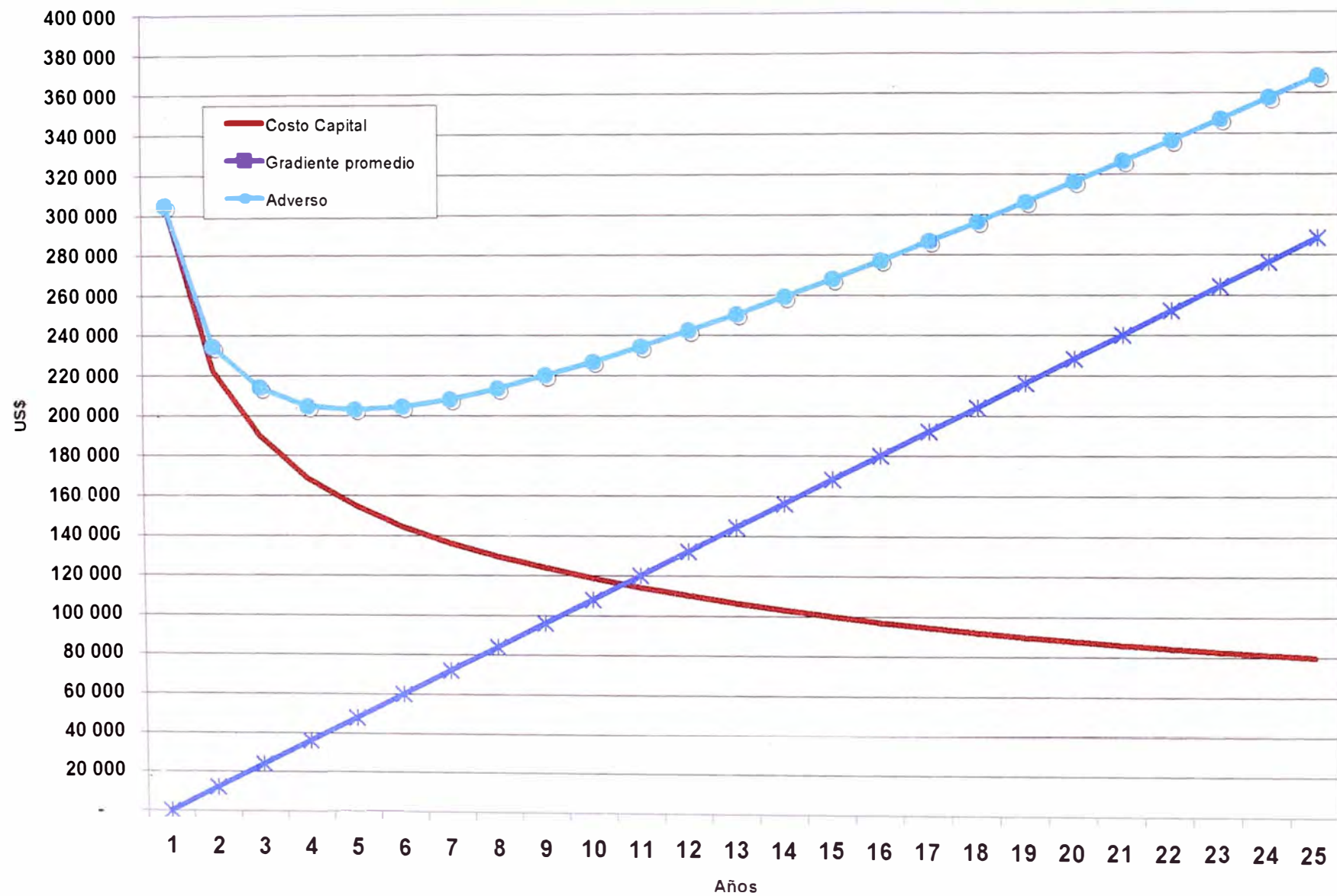
Cuadro N° 25
Adverso Mínimo del Retador, en US\$
Precio de Adquisición = 878 400

n	C	S	(C-S)/n	i(C+S)2	(3)+(4)	g	g(n-1)/2	Adverso
	Capital	Valor Residual	(C-S)/n	i(C+S)2	Costo Capital	Gradiente anual	Gradiente promedio	Adverso
1	878 400	650 016	228 384	76 421	304 805	0	0	304 805
2	878 400	579 744	149 328	72 907	222 235	24 020	12 010	234 245
3	878 400	518 256	120 048	69 833	189 881	24 020	24 020	213 900
4	878 400	474 336	101 016	67 637	168 653	24 020	36 029	204 682
5	878 400	430 416	89 597	65 441	155 038	24 020	48 039	203 077
6	878 400	395 280	80 520	63 684	144 204	24 020	60 049	204 253
7	878 400	360 144	74 037	61 927	135 964	24 020	72 059	208 022
8	878 400	325 008	69 174	60 170	129 344	24 020	84 068	213 413
9	878 400	289 872	65 392	58 414	123 806	24 020	96 078	219 884
10	878 400	263 520	61 488	57 096	118 584	24 020	108 088	226 672
11	878 400	237 168	58 294	55 778	114 072	24 020	120 098	234 170
12	878 400	210 816	55 632	54 461	110 093	24 020	132 107	242 200
13	878 400	193 248	52 704	53 582	106 286	24 020	144 117	250 404
14	878 400	175 680	50 194	52 704	102 898	24 020	156 127	259 025
15	878 400	158 112	48 019	51 826	99 845	24 020	168 137	267 982
16	878 400	149 328	45 567	51 386	96 953	24 020	180 147	277 100
17	878 400	140 544	43 403	50 947	94 350	24 020	192 156	286 507
18	878 400	131 760	41 480	50 508	91 988	24 020	204 166	296 154
19	878 400	122 976	39 759	50 069	89 828	24 020	216 176	306 004
20	878 400	114 192	38 210	49 630	87 840	24 020	228 186	316 026
21	878 400	105 408	36 809	49 190	86 000	24 020	240 195	326 195
22	878 400	101 016	35 336	48 971	84 306	24 020	252 205	336 512
23	878 400	96 624	33 990	48 751	82 741	24 020	264 215	346 956
24	878 400	92 232	32 757	48 532	81 289	24 020	276 225	357 513
25	878 400	87 840	31 622	48 312	79 934	24 020	288 234	368 169

AMR

203 077

Gráfico N° 11
Camiones de Producción, Gráfico del Adverso del Retador



5.8. Cálculo de la Oportunidad de Reemplazo

Los cálculos para la oportunidad de reemplazo se muestran en el Cuadro N° 26. Se parte de comparar el AMD con el ADR, según ellos se dan las posibilidades:

Sí $ADD > AMR$ reemplazo inmediato

Si $ADD+IO > AMR$ reemplazo en el año

y así sucesivamente.

Cuadro N° 26
Análisis de Reemplazo de Camiones
Adverso Mínimo del Retador, AMR =203 077

Equipo	Adverso mínimo del defensor AMD, US\$	AMR-AMD, US\$	Gradiente US\$	Valor Residual a 1980, US\$	Año de reemplazo (1981=1)
004-032	214 910	-11 834	14 330	48 000	reemplazar
004-033	219 030	-15 953	14 330	48 000	reemplazar
004-034	207 971	-4 894	14 330	48 000	reemplazar
004-035	217 177	-14 100	14 330	51 200	reemplazar
004-037	204 604	-1 528	14 330	51 200	reemplazar
004-038	222 589	-19 512	14 330	51 200	reemplazar
004-040	233 158	-30 081	14 330	54 400	reemplazar
004-041	234 339	-31 262	14 330	54 400	reemplazar
004-042	231 085	-28 008	14 330	54 400	reemplazar
004-043	231 094	-28 017	14 330	54 400	reemplazar
004-044	233 348	-30 271	14 330	54 400	reemplazar
004-047	246 990	-43 913	14 330	57 600	reemplazar
004-048	237 643	-34 566	14 330	57 600	reemplazar
004-049	239 806	-36 730	14 330	57 600	reemplazar
004-050	243 123	-40 046	14 330	57 600	reemplazar
004-100	204 118	-1 041	15 745	120 000	reemplazar
004-101	205 016	-1 940	15 745	120 000	reemplazar
004-102	200 331	2 745	15 745	120 000	0,17
004-103	204 681	-1 604	15 745	120 000	reemplazar
004-104	207 817	-4 740	15 745	120 000	reemplazar
004-105	197 441	5 636	15 745	120 000	0,36
004-106	203 271	-194	15 745	120 000	reemplazar
004-107	197 365	5 712	15 745	120 000	0,36
004-108	190 754	12 322	15 745	120 000	0,78
004-109	208 476	-5 400	15 745	120 000	reemplazar
004-110	201 307	1 770	15 745	120 000	0,11
004-112	192 260	10 817	15 745	132 000	0,69
004-113	210 103	-7 027	15 745	132 000	reemplazar
004-114	209 534	-6 457	15 745	132 000	reemplazar
004-115	211 389	-8 312	15 745	132 000	reemplazar
004-116	210 521	-7 444	15 745	132 000	reemplazar
004-117	206 719	-3 642	15 745	132 000	reemplazar
004-118	223 128	-20 051	15 745	144 000	reemplazar
004-119	230 561	-27 484	15 745	144 000	reemplazar
004-120	228 552	-25 475	15 745	144 000	reemplazar
004-121	246 469	-43 392	15 745	180 000	reemplazar
004-122	249 963	-46 886	15 745	180 000	reemplazar
004-123	244 968	-41 892	15 745	180 000	reemplazar
004-150	193 305	9 772	24 020	343 170	0,41
004-151	188 966	14 110	24 020	343 170	0,59
004-152	187 448	15 628	24 020	343 170	0,65
004-153	191 139	11 937	24 020	343 170	0,50
004-154	193 632	9 445	24 020	343 170	0,39
004-155	194 277	8 799	24 020	343 170	0,37
004-156	209 686	-6 610	24 020	343 170	reemplazar
004-157	178 796	24 281	24 020	343 170	1,01

Cuadro N° 27
Valor Residual A Fin de Periodo para Equipo Pesado

Años	% del valor
1	74,0
2	66,0
3	59,0
4	54,0
5	49,0
6	45,0
7	41,0
8	37,0
9	33,0
10	30,0
11	27,0
12	24,0
13	22,0
14	20,0
15	18,0
16	17,0
17	16,0
18	15,0
19	14,0
20	13,0
21	12,0
22	11,5
23	11,0
24	10,5
25	10,0

6.

CONCLUSIONES

1. El método MAPI es un procedimiento adecuado para analizar flotas de equipos similares, ya que requiere calcular adecuadamente la Inferioridad Operativa y ésta no se puede estimar con el estudio de un solo equipo. Su valor práctico se debe hallar como un promedio de los resultados obtenidos por varios equipos.
2. La aplicación del método MAPI a la flota de camiones pesados de Hierro Perú permitió corroborar la urgencia de reemplazar una parte significativa de la flota.

En el Cuadro N° 26 se presentan los resultados de los cálculos, los cuales indican la necesidad de cambiar en forma urgente las Flotas de camiones Haulpak y Lectra 700, cuya operación significa un sobre costo de hasta 40 000 US\$ anuales. Estos equipos deben ser dados de baja lo antes posible.

También se recomendó a Hierro Perú que prevea el reemplazo de la Flota Lectra 1000 dentro de los próximos 3 años.

3. Dado que Hierro Perú requiere mover 30 millones de toneladas anuales, lo conveniente es que la renovación de las 48 unidades actuales se realice en tres años, adquiriendo en cada vez 10 unidades nuevas, con una capacidad de 1 millón de toneladas anuales.

La renovación debe empezar lo antes posible.

En base a los resultados se preparó el siguiente cuadro resumen:

OPORTUNIDAD DE REEMPLAZO DE CAMIONES		
	Número de la Unidad	Fecha de reemplazo recomendada
1	004-032	Dar de baja lo antes posible
2	004-033	Dar de baja lo antes posible
3	004-034	Dar de baja lo antes posible
4	004-035	Dar de baja lo antes posible
5	004-037	Dar de baja lo antes posible
6	004-038	Dar de baja lo antes posible
7	004-040	Dar de baja lo antes posible
8	004-041	Dar de baja lo antes posible
9	004-042	Dar de baja lo antes posible
10	004-043	Dar de baja lo antes posible
11	004-044	Dar de baja lo antes posible
12	004-047	Dar de baja lo antes posible
13	004-048	Dar de baja lo antes posible
14	004-049	Dar de baja lo antes posible
15	004-050	Dar de baja lo antes posible
16	004-100	Dar de baja lo antes posible
17	004-101	Dar de baja lo antes posible
18	004-102	Segunda prioridad para dar de baja
19	004-103	Dar de baja lo antes posible
20	004-104	Dar de baja lo antes posible
221	004-105	Segunda prioridad para dar de baja
22	004-106	Dar de baja lo antes posible
23	004-107	Segunda prioridad para dar de baja
24	004-108	Tercera prioridad para dar de baja
25	004-109	Dar de baja lo antes posible

OPORTUNIDAD DE REEMPLAZO DE CAMIONES		
	Número de la Unidad	Fecha de reemplazo recomendada
26	004-110	Segunda prioridad para dar de baja
27	004-112	Tercera prioridad para dar de baja
28	004-113	Dar de baja lo antes posible
29	004-114	Dar de baja lo antes posible
30	004-115	Dar de baja lo antes posible
31	004-116	Dar de baja lo antes posible
32	004-117	Dar de baja lo antes posible
33	004-118	Dar de baja lo antes posible
34	004-119	Dar de baja lo antes posible
35	004-120	Dar de baja lo antes posible
36	004-121	Dar de baja lo antes posible
37	004-122	Dar de baja lo antes posible
38	004-123	Dar de baja lo antes posible
39	004-150	Tercera prioridad para dar de baja
40	004-151	Tercera prioridad para dar de baja
41	004-152	Tercera prioridad para dar de baja
42	004-153	Tercera prioridad para dar de baja
43	004-154	Tercera prioridad para dar de baja
44	004-155	Tercera prioridad para dar de baja
45	004-156	Tercera prioridad para dar de baja
46	004-157	Tercera prioridad para dar de baja

7

BIBLIOGRAFÍA

AGR Business Management, Washington State University & US Department of Agriculture Cooperating.

FRANCISCO TARRAGO, Decisiones de Inversión en la Empresa, Cálculo de economicidad de los proyectos, Editorial Hispano Europea.

GEORGE TERBORGH. Dynamic Equipment Policy – A MAPI Study – Machinery and Allied Products Institute. Mc Graw Hill Book Company Inc. 1949.

MAPI, Machinery and Allied Products Institute. Replacement Manual, Washington DC, Machinery and Allied Products Institute, 1950.

J. FIGUERA ANDÚ, JR FIGUERA FIGUERA, Renovación de Equipos Industriales, Editorial Hispano Europea, Barcelona, 1979.