



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

Dist. RESERVADA

SPAD/BR.A/30
20 febrero 1976
Lima
Original: Inglés

07099

DESARROLLO DE LAS INDUSTRIAS METALMECANICAS Y ELECTRICAS

1975/1980

PERU.

IMPRESO EN:
FABRICA DE EMPALMADO EN EL COMPLEJO
METAL MECANICO DEL SUR

El presente estudio fue elaborado por el
Departamento de la Industria y Comercio del
Ministerio de Industrias y Comercio Exterior
del Gobierno de la Republica del Peru.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

DESARROLLO DE LAS INDUSTRIAS METALMECANICAS Y ELECTRICAS

DP/PER/72/030

PERU

Informe técnico: Fábrica de engranajes en el Complejo
Metal Mecánico del Sur

Preparado para el Gobierno del Perú
por la
Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial,
en calidad de organismo de ejecución del
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Basado en la labor realizada por el
Sr. Carlos Proenza,
experto en manufactura de transmisiones por engranajes

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Viena, 1976

Notas explicativas

El término toneladas (t) se refiere a toneladas métricas.

El término dólares (\$) se refiere a dólares de los EE.UU.

La unidad monetaria del Perú es el sol (S).

Para facilitar los cálculos, el tipo de cambio empleado en este informe es de 50 S por dólar.

En el presente informe se utilizan las siguientes abreviaturas:

CMMS Complejo Metal Mecánico del Sur

GRAN Grupo Andino

SIMAC Servicio Industrial de la Marina (Comercial)

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o regiones citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

La mención de empresas comerciales, industriales o de otra índole en el presente documento no entraña juicio alguno sobre ellas ni sobre sus productos por parte de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

INDICE

<u>Capítulo</u>	<u>Página</u>
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	4
I. FABRICA DE ENGRANAJES	5
A. Comercialización	5
B. Máquinas para fabricar engranajes y equipo conexo que necesita el CMMS	7
C. Resumen de costos y reducción de pérdidas de tiempo en las compañías mineras	8
II. ANALISIS DE COSTOS	10
A. Modelo típico de análisis de costos	10
B. Aplicación numérica del modelo de análisis de costos	14
C. Análisis de costos modificados	16

Anexos

I. Número de transmisiones por engranajes que forman parte del equipo mencionado en el análisis de mercado que aparece en el volumen I del estudio de previabilidad del complejo metal mecánico del Sur (Núcleo del Complejo)	19
II. Equipo para fabricar engranajes instalado ya en el Perú o pedido por este país y pendiente de entrega	21
III. Contaminación del aire y control de la contaminación	26

Quadros

1. Número de engranajes de tamaño grande, mediano y pequeño, a que se refiere la fuente i)	5
2. Capacidad de fabricación de engranajes	7
3. Plan quinquenal de producción de transmisiones por engranajes (1976-1981)	11

Página

Cuadros (cont.)

4.	Producción media mensual de transmisiones por engranajes (1976-1981)	11
5.	Tiempos de fabricación de las transmisiones por engranajes (fabricación continua en tres turnos)	11
6.	Equipo para tallar engranajes necesario para la producción de transmisiones por engranajes, según el estudio de previabilidad del núcleo del CMMS	12
7.	Equipo conexo para la producción de transmisiones por engranajes en el CMMS	12
8.	Peso del acero de engranajes utilizado en transmisiones (kg)	12
9.	Precio unitario del acero de engranaje	13
10.	Costos de inversión de talladoras de engranajes	14
11.	Costos de inversión del equipo conexo	14
12.	Costos anuales del material	15
13.	Costo anual de la mano de obra	15
14.	Resumen de los costos medios unitarios de producción de engranajes o piñones (como porcentajes de base a \$2,32/kg = 100%)	18
15.	Estación meteorológica de Punta Isla y velocidades del viento registradas en 1974	26
16.	Estación meteorológica de San Isidro, velocidades del viento registradas en 1974	27

RESUMEN

Este informe sobre la posibilidad de establecer una fábrica de transmisiones por engranajes en un complejo industrial del Sur del Perú, forma parte de un proyecto cuatrienal del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que se está llevando a cabo en el Perú y se conoce con el nombre de "Desarrollo de las industrias metalmecánicas y eléctricas" (DP/PER/72/030). El proyecto quedó aprobado en agosto de 1973 y entró en la fase operacional en mayo de 1974. La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) es el organismo de ejecución de ese proyecto.

En el informe se procura determinar sobre todo si en el Sur del Perú se dan las circunstancias apropiadas para el establecimiento de una fábrica de transmisiones por engranajes. Parece ser que esas circunstancias sólo se presentan en la costa. También se analizan las razones aducidas en apoyo de la construcción de esa fábrica, que se agrega a las que ya existen en el Perú y que no parecen estar en condiciones de satisfacer la demanda de engranajes de tamaño mediano y grande. Por último, se examina si la industria peruana puede producir engranajes a precio competitivo en comparación con los importados, y se muestra que ese objetivo se puede alcanzar mediante la concesión de beneficios de exportación y la adquisición de equipo para tallar engranajes y equipo conexo originarios de naciones industriales con un nivel de vida moderado o bajo. Habría que señalar, sin embargo, que para la economía peruana resulta más barato ampliar con ayuda gubernamental las fábricas de engranajes ya existentes que construir una nueva en un complejo industrial situado en la región desértica del Sur del Perú.

INTRODUCCION

El proyecto "Desarrollo de las industrias metalmeccánicas y eléctricas" (DP/PER/72/030) tuvo su origen en la gran prioridad que el Gobierno del Perú atribuye al desarrollo de la industria de construcciones metálicas con miras a colocar a la industria nacional, en su conjunto, en condiciones de competir eficazmente dentro del Grupo Andino a que pertenece. El Gobierno del Perú hizo la solicitud correspondiente en 1972, la que fue aprobada por el PNUD en agosto de 1973 y entró en la fase operacional en mayo de 1974, actuando la ONUDI como organismo de ejecución. El proyecto abarca una amplia gama de actividades industriales entre las que figuran la construcción naval, la ingeniería mecánica, la electrónica y la industria automotriz.

En este informe se trata de un solo aspecto del proyecto, a saber, la viabilidad del establecimiento de una fábrica de transmisiones por engranajes en el Complejo Metal Mecánico del Sur (CMMS). Se supone que la fábrica de engranajes formará parte de la instalación central de montaje del complejo metalúrgico, y que la totalidad del equipo se instalará sobre bases concebidas de forma que impidan la transmisión de vibraciones y de ondas de choque de grúas móviles, vehículos en tránsito, etc., que pueden alterar la precisión del proceso de fabricación. Esto significa que habrá de prestarse gran atención a las condiciones del suelo y al diseño de las bases, con objeto de evitar que se instale equipo delicado para tallar engranajes sobre un suelo de mala calidad, como parece ha sucedido ya una vez en Lima.

Se dará información, de manera más o menos tabular, sobre el número que se precisa de transmisiones por engranajes, así como sobre el equipo requerido y los costos de una fábrica de engranajes para una primera etapa, destinada a satisfacer parte de la demanda del Grupo Andino y del Perú. En este informe se incluye también un análisis de los costos de esa fábrica, y en su anexo III se tratan los problemas de contaminación del aire y de lucha contra la contaminación. El informe se basa en estudios realizados por el experto y en diversas publicaciones, tales como las relativas al proyecto de cajas de cambio, de Trujillo, y, especialmente, en un análisis de los siguientes informes:

- i) Estudio de Factibilidad Técnico-Económico para la Instalación de una Planta de Reductores Especiales de Velocidad de Potencias Mayores.

Vol. I : El Marco de la Integración Latino-Americana y Sub-Regional Andina de Limitaciones del Mercado
Anexos

Vol. II: Ingeniería del Proyecto
Resumen Económico
Fuentes de Tecnología
Conclusiones

Estudio N° ATA-E. 2735

Elaborado para: Corporación Financiera de Desarrollo (COFIDE)
(Asesores Técnicos Asociados S.A.) Octubre 1973;

- ii) Estudio de Pre-factibilidad del Complejo Metal Mecánico del Sur (Núcleo del Complejo), Lima, Diciembre 1973.

Vol. I : Prólogo
Estudio de Mercado
Tamaño de las Plantas del Complejo
Localización del Complejo

Vol. II: Ingeniería del Proyecto
Evaluación Económica y Financiera
Anexos

Dirección de Planeamiento, Area de Industrias Metálicas y Eléctricas, Oficina Sectorial de Planificación, Ministerio de Industria y Comercio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. El análisis de mercado de transmisiones por engranajes en el Perú, para el período de 1976-1982, pone de manifiesto una demanda que los actuales fabricantes peruanos de engranajes no pueden satisfacer.
2. Sin embargo, el establecimiento de una nueva fábrica de engranajes para satisfacer la demanda peruana sólo se justifica si produce en forma competitiva.
3. Se pueden crear condiciones óptimas para la fabricación de engranajes a precios competitivos si se hace una selección adecuada de:
 - a) las condiciones del suelo;
 - b) las condiciones atmosféricas;
 - c) las máquinas para engranajes y el equipo conexo.
4. Parece aconsejable no establecer inmediatamente una fábrica de engranajes demasiado grande, sino ampliarla a medida que aumente la demanda. Sin embargo, en la instalación central de montaje habrá que reservar espacio suficiente para esa ampliación e instalar sistemas auxiliares de electricidad, ventilación, suministro de agua y control ambiental, para uso futuro.

Recomendaciones

1. Se recomienda instalar una fábrica de engranajes en el Complejo Metal Mecánico del Sur, siempre que este complejo se establezca en la costa.
2. Si el complejo industrial se establece en una región desértica, la fábrica de engranajes no debe instalarse ahí. En todo caso, se recomienda establecer una fábrica de engranajes en la costa, o ampliar las ya existentes con ayuda gubernamental.

I. FABRICA DE ENGRANAJES

A. Comercialización

En este informe se han utilizado las fuentes i) y ii) mencionadas en la introducción para determinar la demanda potencial de engranajes, y se han estimado las necesidades del Grupo Andino en materia de reparación y mantenimiento de engranajes. En el anexo I se resumen los datos relativos a transmisiones por engranajes que se indican en la fuente i), para el mercado en el plazo comprendido entre 1976 y 1982. En el siguiente cuadro 1 aparece una versión abreviada de ese resumen.

Cuadro 1

Número de engranajes de tamaño grande, mediano y pequeño,
a que se refiere la fuente i)

Clase de equipo	<u>Número de transmisiones por engranajes</u>		
	Tamaño grande ^{a/}	Tamaño mediano ^{b/}	Tamaño pequeño ^{c/}
Industria minera	324	-	-
Hidroeléctrica	92	-	-
Construcción naval	20	248	-
Irrigación	-	14	792
Siderúrgica	-	129	-
Industria del cemento	40		
Total	476	391	792

^{a/} La expresión Transmisión por engranajes de gran tamaño significa una unidad con una rueda principal de hasta cuatro metros de diámetro. Sin embargo, también puede significar la transmisión entre un motor diesel en un barco y la hélice. Por ejemplo, en el proyectado programa SIMAC hay tres transmisiones de unos 5.000 H.P., 16 de unos 10.000 H.P., y una de unos 14.000 H.P. (véase i));

^{b/} La expresión Transmisión por engranajes de tamaño mediano significa un engranaje de entre 300 y 500 H.P.;

^{c/} La expresión Transmisión por engranajes de tamaño pequeño puede significar parte de un mecanismo de control, o un tren de engranajes de una transmisión de dos posiciones entre un motor eléctrico de gran velocidad y un tambor de rotación lenta, por ejemplo, de una fábrica de cemento, o las transmisiones por engranajes para chigres y cabrestantes.

Al examinar el cuadro 1 puede observarse que ya hay por los menos tres fábricas establecidas de transmisiones por engranajes de tamaño mediano (véase una lista de su equipo en el anexo II).

La firma Delcorosa fabrica transmisiones eléctricas de propulsión mecánica de hasta 300 H.P. con una talladora Fellows, una CYMA P3, y una fresadora CYMA P5. La talladora puede cortar engranajes exteriores de hasta 900 mm y engranajes interiores de hasta 1.000 mm. Las fresadoras pueden admitir ruedas de hasta 300 y 500 mm, respectivamente.

Además, en una nave con aire acondicionado, dotada de cimientos adecuados, hay instaladas una rectificadora Reissaur NZA, para engranajes de hasta 300 mm de diámetro, y una rectificadora Lorenz-Maag SH-75-K para engranajes de hasta 750 mm. Se añadirá al nuevo equipo un aparato de pruebas Klingelnberg PFS 600 para perfiles de dientes de evolvente, así como ángulos helicoidales para comprobación de engranajes de hasta 600 mm de diámetro. La Macstranza General S.A. ha instalado una Llar, tipo 3 para ruedas dentadas de hasta medio metro de diámetro, una Defum AD 125 para diámetros de hasta 3 metros, y una Rafamet para diámetros de hasta 3 metros. La SAMI y la Tradeo S.A. han instalado una fresadora de engranajes de precisión 5K32P, rusa; y la Industrial Tubes ha instalado una fresadora 5K32/4/A para engranajes de hasta 500 mm de diámetro, también rusa. Artefactos Presto S.A. ha instalado una fresadora rusa 5K301 para engranajes de hasta 125 mm de diámetro. También se han pedido de Rusia para el Perú fresadoras 5K 310, 5B 312, 5A 250, y 5345 para ruedas dentadas de hasta 200, 500 y 5.000 mm de diámetro, así como una talladora 5140 para diámetros de hasta 500 mm, una fresadora de ranuras para diámetros de hasta 150 mm, para un módulo de hasta 6 ranuras, y una máquina rusa de despuntar dientes para diámetros de hasta 320 mm. Hungría ha de entregar una rectificadora de engranajes FK-320-5. Parece ser que en el Perú se fabrican engranajes de tamaño pequeño, mediano y grande con tanto éxito, que se están ampliando las fábricas existentes.

En el cuadro 2 se indican las respectivas capacidades de las máquinas mencionadas.

Cuadro 2

Capacidad de fabricación de engranajes

Tipo de máquina	<u>Diámetro máximo de los engranajes (mm)</u>							
	125	200	300	500	750	900	3.000	5.000
Rectificadora			2		1			
Fresadoras	1	1	1	7			2	1
Talladora				1		1		

Como estas máquinas han sido adquiridas en algunos casos para un producto determinado, y, en otros, para reparaciones y servicio de mantenimiento, no se tendrá en cuenta su potencial al establecer una fábrica de engranajes en el Complejo Metal Mecánico del Sur.

El hecho de que exista una fábrica de engranajes excelentemente equipada y con capacidad internacional de producción inducirá a muchas empresas e industrias, tanto en el Perú como en el GRAN, a encargarle sus transmisiones por engranajes.

B. Máquinas para fabricar engranajes y equipo conexo que necesita el CMMS

Como queda dicho, al principio no se tendrá en cuenta la existencia de máquinas y equipo conexo en las fábricas de engranajes del Perú, y se establecerá una fábrica de piezas giratorias de transmisiones por engranajes, sobre la base del análisis de mercado que se hizo en el estudio de previabilidad del núcleo del Complejo Metal Mecánico del Sur. Además, se supone que esta fábrica de engranajes formará parte de una instalación central de montaje, a donde llegarán cajas y otras partes de transmisiones por engranajes procedentes de fábricas satélites del complejo industrial.

En el anexo I aparece el número de transmisiones por engranajes correspondiente al equipo minero y de otra clase que se menciona en el análisis de mercado del "Estudio de pre-factibilidad del Complejo Metal Mecánico del Sur ...", para el período 1976-1982.

En el capítulo II de este informe, se indica en el cuadro II.4 el equipo para tallar engranajes que se necesita para la producción de las transmisiones por engranajes durante el período 1976-1982.

El equipo conexo se indica en el cuadro II.5 del capítulo II.

De los cuadros II y II.4 se desprende que en 1977 sólo va a encargarse en el Perú una rectificadora de engranajes de gran tamaño, mientras que el CMMS tendrá necesidad de ocho talladoras de engranajes de gran tamaño. Por lo que respecta a las talladoras de engranajes de tamaño mediano de que tiene precisión el CMMS, no existe ninguna en el Perú, ni ha sido pedida para un futuro previsible. De las talladoras de engranajes de tamaño pequeño que necesita el CMMS, ocho ya se encuentran en el Perú o han sido encargadas.

La fábrica de engranajes del Complejo Metal Mecánico del Sur constituye, pues, a base de la breve comparación anterior, algo totalmente nuevo en el Perú.

C. Resumen de costos y reducción de pérdidas de tiempo en las compañías mineras

El resumen de costos que aparece en el cuadro II.13 del capítulo II está preparado sobre la base de los posibles emplazamientos del Complejo Metal Mecánico del Sur.

Por lo que respecta a la fábrica de engranajes, las condiciones características de los emplazamientos costeros son las siguientes: suelo rocoso, pequeñas variaciones de temperatura y atmósfera limpia.

Las características de la región desértica son: suelo suelto, grandes y bruscas variaciones de temperatura y atmósfera polvorienta.

Los costos de equipo se han tomado de proveedores de países industriales clasificados como naciones de costos bajos, medianos y altos (según el nivel de vida en las mismas y los beneficios concedidos por sus gobiernos a la exportación). Es de señalar que los proveedores tendrían que ajustarse a las condiciones de la atmósfera y del suelo en la región desértica.

Como los proveedores de equipo para fábricas de engranajes tienen un criterio muy conservador por lo que respecta a las condiciones de la atmósfera y del suelo como requisitos para fabricar engranajes, y como hay una gran diferencia,

indicada en el cuadro II.13, entre costos de producción en las regiones costeras y en las desérticas, es preferible por razones de índole técnica y económica que se establezca la fábrica de engranajes en la zona costera.

Como el Perú llegará a tener una fábrica de engranajes de gran tamaño, las compañías mineras podrían hacer reparar su equipo en el país. Ello significará un ahorro de tiempo y de dinero ya que la maquinaria estará paralizada menos tiempo que si las reparaciones se hacen en el exterior. También significará un ahorro en los costos de las propias transmisiones por engranajes; como el transporte se efectuaría por completo dentro del Perú no se producirían gastos de exportación ni importación.

II. ANALISIS DE COSTOS

Los análisis de costos seguirán la pauta que a continuación se indica y que empieza por un modelo para una fábrica de engranajes en un emplazamiento que refina las características siguientes:

- a) Condiciones del suelo aceptables para las bases del equipo;
- b) Condiciones ambientales subtropicales, aire normal sin cantidades importantes de polvo, vapores o gases en la atmósfera;
- c) Ausencia de vibraciones procedentes del exterior (fraguas, trenes que circulan por una vía próxima, etc.);
- d) Equipo para tallar engranajes de alta calidad y bajo precio.

En segundo lugar, este modelo se modificará para ajustarlo a las características de un suelo rocoso o un suelo suelto.

El modelo original se modificará también, según el caso, cuando el equipo para tallar engranajes de alta calidad proceda de naciones industriales con costos medianos o de naciones industriales con costos altos.

Por último, se modificará el modelo por un control de alta calidad de las condiciones atmosféricas y unas bases especiales que resistan las vibraciones (de fraguas, trenes), y sacudidas (movimientos sísmicos).

A. Modelo típico de análisis de costos

Tamaños de los engranajes

Son necesarios los siguientes tamaños:

- a) Grande - hasta de 4 metros de diámetro y 15.000 HP;
- b) Mediano - entre 300 y 1.000 HP;
- c) Pequeño - engranajes que ponen en movimiento mecanismos de control.

Teniendo en cuenta estas necesidades de producción serán necesarios por lo menos dos, o acaso tres, grupos de máquinas-herramientas para el tallado de los engranajes.

Programa de producción

Este programa se basa en los dos volúmenes del estudio de previabilidad del Núcleo del Complejo Metal Mecánico del Sur.

En el cuadro 3 aparece un análisis de las transmisiones por engranajes necesarias en el quinquenio de 1976-1981.

Cuadro 3

Plan quinquenal de producción de transmisiones por engranajes (1976-1981)

<u>Tamaño de los engranajes</u>	<u>Tipo de transmisión</u>	
	<u>De precisión</u>	<u>Comercial</u>
Grande	476	112
Mediano		391
Pequeño		792

La producción mensual requerida se obtiene dividiendo las cifras del cuadro 3 por $5 \times 12 = 60$.

Cuadro 4

Producción media mensual de transmisiones por engranajes (1976-1981)

<u>Tamaño de los engranajes</u>	<u>Tipo de transmisión</u>	
	<u>De precisión</u>	<u>Comercial</u>
Grande	8	2
Mediano		7
Pequeño		14

En el cuadro 5 pueden verse los tiempos de fabricación de las diversas transmisiones por engranajes (fabricación continua en tres turnos).

Cuadro 5

Tiempos de fabricación de las transmisiones por engranajes (fabricación continua en tres turnos)

<u>Tamaño de los engranajes</u>	<u>Tipo de transmisión</u>	
	<u>De precisión</u>	<u>Comercial</u>
Grande	2 a 3 meses	2 meses
Mediano		$\frac{1}{2}$ mes
Pequeño		1 mes

En el cuadro 6 se indica el equipo básico de tallar engranajes necesario para alcanzar la producción anual requerida.

Quadro 6

Equipo para tallar engranajes necesario para la producción de transmisiones por engranajes, según el estudio de disponibilidad del núcleo del CMB

<u>Tamaño de la rueda</u> <u>(piñón)</u>	<u>Número de talladoras de engranajes</u>	
	<u>De precisión</u>	<u>Comercial</u>
Grande	2	6
Mediano	-	14
Pequeño	-	4

En el cuadro 7 figura el equipo conexo básico.

Quadro 7

Equipo conexo para la producción de transmisiones por engranajes en el CMB

<u>Tipo</u>	<u>Número</u>
Fresadoras grandes	2
Tornos grandes	6
Tornos pequeños	6
Rectificadoras grandes	6
Rectificadoras pequeñas	6

Para simplificar el análisis de costos, se añadirá un determinado porcentaje que cubra los gastos del equipo más pequeño que necesite la fábrica.

En el cuadro 8 se indica el peso del acero de engranajes utilizado en transmisiones grandes, medianas y pequeñas.

Quadro 8

Peso del acero de engranajes utilizado en transmisiones (kg)

<u>Tamaño de los engranajes</u>	<u>Cantidad de acero utilizado por unidad</u>
Grande	20.000
Mediano	5.000
Pequeño	500

En el cuadro 9 figuran los precios unitarios del acero de cada engranaje, tal como aparecen en el Estudio de previabilidad del núcleo del CMMS.

Cuadro 9

Precio unitario del acero de engranaje (soles por kg)

<u>Tamaño del engranaje</u>	<u>Precio del acero</u>
Grande	30
Mediano	40
Pequeño	40

Cabe señalar también que existe la posibilidad de incluir factores de multiplicación de 1,5 y 2,0.

Mano de obra

Se supone que habrá 300 obreros, que en parte trabajarán en tres turnos. El costo de la mano de obra se desprende de un estudio previo del experto (véase el informe técnico sobre fabricación de sistemas de transmisión para la industria automotriz (DP/ID/SER.A/29)). En 1975, se fijó como promedio de ingresos para trabajadores de ambos sexos, de más de 15 años de edad, la cantidad de 8.350 soles oro mensuales. Para facilitar los cálculos, se convirtieron los soles en dólares a razón de 50 soles oro = 1 dólar, lo que daba 167 dólares mensuales o 2.000 dólares anuales.

Para un cálculo actual el ingreso medio se aumentará en un 13%, lo que da 9.450 soles oro por mes o, al tipo de cambio indicado, 188 dólares mensuales. El ingreso anual será de 2.260 dólares. No se han hecho cambios respecto a los sueldos del personal de oficinas:

- Jefe o jefe adjunto, 12.000 dólares al año;
- Empleado de división, 6.000 dólares anuales.

Para una fuerza de trabajo de 300 personas, se añade 10% para personal de división y de gestión, es decir, 30 personas, y 15% para el personal administrativo (secciones de salarios, sueldos, pensiones, asistencia social y hospitalización).

B. Aplicación numérica del modelo de análisis de costos

Costos de equipo

Aparecen en los cuadros siguientes.

Cuadro 10

Costos de inversión de talladoras de engranajes

<u>Tipo de talladora</u>	<u>Número</u>	<u>Costo unitario (\$)</u>	<u>Costo total (\$)</u>
Grande, de precisión	2	500.000	1.000.000
Grande, comercial	6	300.000	1.800.000
Mediana	14	200.000	2.800.000
Pequeña	<u>4</u>	150.000	<u>600.000</u>
Total parcial	26		6.200.000
Gastos imprevistos, 20%			<u>1.240.000</u>
			7.440.000
Gastos de instalación, 40%			<u>2.976.000</u>
TOTAL GENERAL			10.416.000

Cuadro 11

Costos de inversión del equipo cónico

<u>Tipo</u>	<u>Número</u>	<u>Costo unitario (\$)</u>	<u>Costo total (\$)</u>
Fresadoras	2	1.000.000	2.000.000
Tornos grandes	6	200.000	1.200.000
Tornos pequeños	6	100.000	600.000
Rectificadoras grandes	6	200.000	1.200.000
Rectificadoras pequeñas	<u>6</u>	150.000	<u>900.000</u>
Total parcial	26		5.900.000
Gastos imprevistos, 20%			<u>1.180.000</u>
			7.080.000
Gastos de instalación, 40%			<u>2.832.000</u>
TOTAL GENERAL			9.912.000

Obsérvese que los costos de instalación representan en su mayor parte los costos de las bases para el equipo. De los cuadros 10 y 11 se obtiene el siguiente resultado:

Gastos totales de inversión \$ 20.328.000

Gastos de explotación

Los gastos de explotación anuales se calculan en un 20% de los gastos de inversión, es decir, 4.065.600 dólares.

Costo del material

Cuadro 12

Costos anuales del material

<u>Tamaño del engranaje o piñón</u>	<u>Número de engranajes o piñones, por año</u>	<u>Acero necesario para cada engranaje (kg)</u>	<u>Acero total de engranajes (kg)</u>	<u>Costo del acero de engranajes (Soles por kg)</u>	<u>Costo total (en millones de dólares)</u>
Grande	95	20.000	1.900.000	30	57,00
Mediano	315	5.000	1.575.000	40	63,00
Pequeño	320	500	160.000	40	6,40
			3.635.000		126,40
					<u>25,28</u>
					151,68

Gastos imprevistos, 20%

Al tipo de cambio de 50 Soles por dólar = 3.033.600 dólares

Costo de la mano de obra

Cuadro 13

Costo anual de la mano de obra

<u>Categoría del personal</u>	<u>Número</u>	<u>Remuneración anual (\$)</u>	<u>Total de costos (\$)</u>
Operarios	300	2.360	708.000
Personal de división	30	6.000	180.000
Personal de gestión	2	12.000	<u>24.000</u>
			912.000
Personal de administración, pensiones, hospitalización, asistencia social, 50%			<u>458.000</u>
			1.368.000
Personal administrativo	<u>45</u>		
Personal total	377		

Costo total de la producción

	<u>Dólares</u>
Gastos de funcionamiento	4.065.600
Costo del material	3.033.600
Costo de la mano de obra	<u>1.368.000</u>
<u>Costo total de la producción</u>	8.467.200

Costo unitario de los engranajes fabricados

El importe total del acero empleado es de 3.635.000 kg. En consecuencia, el costo total del engranaje medio es de \$2,32 por kg. Cabe señalar que los engranajes y piñones se envían a las diversas fábricas del complejo, donde se efectúa el montaje en cajas de cambio fabricadas previamente. En la fábrica de engranajes se producen sólo partes rotativas.

C. Análisis de costos modificados

Modificaciones por las condiciones del suelo

La primera serie de modificaciones, es la relativa a las bases, las cuales influyen en los costos de instalación del equipo.

- a) Cuando el suelo es rocoso, los gastos de instalación quedan reducidos al 20% de los costos de equipo. En comparación con el modelo de análisis, habrá un ahorro del 40%-20% = 20%, es decir, 1.483.000 dólares + 1.416.000 dólares = 2.899.000 dólares, en la inversión de capital, y del 20% de esta última cifra en los gastos de explotación, es decir, 579.800 dólares por año. En comparación también con el modelo, los costos totales de producción anuales descenderán en poco menos del 7% y el promedio de costos unitarios por kilogramo producido de engranajes o piñones será de \$2,17.
- b) Tratándose de suelo suelto, los costos de instalación aumentan en 100%. En comparación con el modelo de análisis, habrá un aumento en los gastos de un 100%-40% = 60% (es decir 4.449.000 dólares + 4.248.000 dólares) = 8.697.000 dólares en la inversión de capital y del 20% de esta última cifra en los gastos de funcionamiento, es decir, 1.739.400 dólares, por año. También en comparación con el modelo, el costo total de producción anual aumentará en casi un 21% y el promedio de costo por kilogramo producido de engranajes o piñones será de \$2,80.

Modificaciones por los costos de equipo

La segunda serie de modificaciones se refiere a los costos de equipo.

- a) Cuando se trate de equipo comprado a naciones industriales de costos medios, los gastos de equipo del modelo de análisis aumentarán en un 50%. Esto significa que la inversión de capital aumentará en 10.164.000 dólares, y los gastos de funcionamiento, en 2.032.800 dólares, por año. En comparación con el modelo, el costo total de producción anual aumentará en más del 24% y el promedio de costos unitarios por kilo de la producción de piñones será de \$2,88.
- b) Cuando se trate de equipo comprado a países industriales de costos altos, el costo del equipo que figura en el modelo de análisis aumentará en un 100%. Esto significa que la inversión de capital aumentará en 20.328.000 dólares y los gastos de funcionamiento en 4.065.600 dólares por año. En comparación con el modelo, el costo total de producción anual aumentará en más del 47%, y el promedio de costos unitarios por cada kilo producido de engranajes o piñones será \$3,42.

Modificaciones por las condiciones atmosféricas en el emplazamiento de la fábrica

Para la fabricación de engranajes es preciso que haya un control conveniente de la temperatura, el polvo, los vapores y los gases en la atmósfera ambiente. En la costa del Perú, la temperatura del aire no cambia mucho. En las pampas, las temperaturas varían mucho entre el día y la noche y el cambio se produce a veces muy rápidamente, lo que exige una construcción sólida y un acondicionamiento del aire. Los gastos adicionales de la construcción pueden llegar incluso a 30.000 Soles, o 600 dólares, por m², lo cual significa para la fábrica en su totalidad, $2 \times 60 \times 24 \times 600 = 1.728.000$ dólares.

Para hacer frente a los repentinos cambios de temperatura en las pampas sería necesario instalar un sistema de acondicionamiento del aire de tamaño mayor que el corriente, que puede costar fácilmente entre 2.000.000 y 3.000.000 de dólares. En las pampas se requieren costos adicionales de equipo de 5.000.000 de dólares, en comparación con lo que costaría la fábrica en la costa.

En comparación con el modelo de análisis, el costo del equipo puede aumentar en un 25% y el de producción en un 12%.

Amortiguamiento de vibraciones y sacudidas

Puede resultar necesario reforzar considerablemente las bases del equipo con objeto de amortiguar vibraciones y sacudidas. También habrá que introducir amortiguadores entre el equipo y las bases. Esto puede ocasionar gastos que oscilen entre un 5% y un 100% del costo del equipo. En comparación con el modelo de análisis, se producirá un aumento del 12% al 25% de los costos de producción.

Resumen de costos

El resumen de costos que aparece en el cuadro 14 está compuesto sobre la base de los posibles emplazamientos del Complejo Metal Mecánico del Sur, y de las características de clima y suelo que se indican en el resumen de costos del capítulo I.

Los porcentajes hablan por sí mismos. Además, hay que demostrar convincentemente a los fabricantes de talladoras de engranajes y equipo conexo que las condiciones del suelo son aceptables para ellos, pues siempre es difícil probar dónde estuvo lo malo si los engranajes y los piñones salen defectuosos.

Cuadro 14

Resumen de los costos medios unitarios de producción de engranajes o piñones (como porcentajes de base a \$2,32/kg = 100%)

Emplazamiento típico de la fábrica de engranajes	Equipo procedente de países industriales clasificados según el nivel de vida de éstos			
	Bajo	Mediano	Alto	
<u>Región Costera</u>	<u>93</u>	<u>117</u>	<u>140</u>	
Región desértica	Sin control de vibraciones y movimientos sísmicos	133	156	180
	Con control de vibraciones y movimientos sísmicos	145 a 158	168 a 183	192 a 205

ANEXO I

NUMERO DE TRANSMISIONES POR ENGRANAJES QUE FORMAN PARTE
DEL EQUIPO MENCIONADO EN EL ANALISIS DE MERCADO QUE
APARECE EN EL VOLUMEN I DEL ESTUDIO DE PREVIABILIDAD
DEL COMPLEJO METAL MECANICO DEL SUR
(NUCLEO DEL COMPLEJO)

Plazo comprendido entre 1976 y 1982

Todos los números corresponden a los utilizados en el estudio mencionado.

- II-4 2.1 Equipo minero
- 2.1.1. Trituradoras
72 transmisiones de gran tamaño
 - 2.1.2. Chancadoras
72 transmisiones de gran tamaño
 - 2.1.3. Dispositivos alimentadores
36 transmisiones de gran tamaño
 - 2.1.5. Secadoras
72 transmisiones de gran tamaño
 - 2.1.6. Filtros
72 transmisiones de gran tamaño
- 2.2. Equipo hidroeléctrico
- 2.2.1. Turbinas hidráulicas
92 transmisiones de gran tamaño
- 2.3. Construcción naval
- 2.3.1. Timones
20 segmentos de engranaje de gran tamaño

Del cuadro II-25:

Transmisiones por engranajes de propulsión

20 transmisiones de gran tamaño

3 x 5.000 H.P.
16 x 10.000 H.P.
1 x 14.000 H.P.

Equipo auxiliar

Cabrestantes eléctricos
40 transmisiones de tamaño mediano

Chigres de ancla eléctrica
20 transmisiones de tamaño mediano

Chigres para la carga (de 5 a 10 toneladas de peso)
80 transmisiones de tamaño mediano

Chigres para halar de 3 a 10 toneladas
96 transmisiones de tamaño mediano

Chigres para halar de 10 a 15 toneladas
12 transmisiones de tamaño mediano

Total: 248 transmisiones de tamaño mediano

2.4. Equipo de diversas clases

2.4.1. Puertas (para esclusas)
14 transmisiones de tamaño mediano

2.4.2. Válvulas
792 transmisiones de tamaño pequeño

2.4.3. Equipo para la industria cerámica
Trituradoras, molidoras y mezoladores
No especificado

2.4.4. Dragas
No especificado

2.4.5. Laminadores (perfiles)
Once instalaciones

2.4.6. Laminadores (planchas)
Once instalaciones

2.4.5. + 2.4.6. = 43 grúas x 3 = 129 transmisiones de tamaño mediano

Industria del cemento

Véase el cuadro II-49
40 transmisiones de gran tamaño

6 instalaciones para materiales no ferrosos
No especificado

ANEXO II

**EQUIPO PARA FABRICAR ENGRANAJES INSTALADO YA EN EL PENSU O PEDIDO
POR ESTE PAIS Y PENDIENTE DE ENTREGA**

DELGROSA S.A.

1. Cyma P3 (Italia)
m, mm 0,5 -3
Z 3 - 224
β 5° - 63° 26'
φ máx., mm 300

2. Cyma P5 (Italia)
m, mm 1 - 6
Z, 6 - 450
β ° 5° - 63° 26'

3. Talladora Fellows (EE.UU.)
m, mm 1 - 8
P, mm 3 - 15
F máx., pulgada 4
φ interior máx., mm 1.000
φ exterior máx., mm 900

4. Rectificadora de palanca
L máx., mm 1.000
φ máx., mm 200

5. Aceros

Dentaduras rectas, no templadas

Boehler VCH 150 SAE 3135, DIN 34 Cr NiMo6
Boehler VCL 140 SAE 4140, DIN 42 Cr Mo4

Dientes helicoidales, cementados y templados

Boehler BCH 150 SAE 3310, DIN 15 Cr Ni6
Boehler EB 80 DIN 15 MnCr6

(Equipo que se va a encargar probablemente en enero de 1976):

6. Rectificadora Reishauer NRA (Suiza)

φ máx' mm	300	Rectificado típico para engranajes de mayor tamaño: 10 min
φ mín' mm	10	
Z máx	130	
Z mín	12	
m máx' mm	5	
m mín' mm	0,5	
β máx' °	45	
Z-24	{ Espiral máxima de paso mm	6.000
	{ Espiral mínima de paso mm	200

F máx, mm 170
 L máx, mm 400
 Angulo de presión $\left\{ \begin{array}{l} \phi \text{ máx}^\circ: 30^\circ \\ \phi \text{ mín}^\circ: 14^\circ 13' \end{array} \right.$

7. Lorenz-MAAG, SH-75-K, Alemania

Datos límites de los engranajes

Máx./mín. (diámetro del primordio de rueda dentada), mm	750/10
F máx., engranajes cilíndricos, mm	215
F máx., engranajes helicoidales, mm	
$\beta = 15^\circ$	200
$\beta = 30^\circ$	170
$\beta = 45^\circ$	130
$\beta = 60^\circ$	80
Módulo máx./mín., mm	10/1
Paso diametral mín./máx. $\frac{2}{3}$	2,5/25,4
Número máx./mín. de dientes	300/6
Módulo normal máx. con instrumento cortante de un solo diente	25
Paso diametral mín. con instrumento cortante de un solo diente	1
Número mín. de dientes con instrumento cortante de un solo diente	2
Mesa portapié	
Diámetro (sin ranura de engrase) mm	460
En el taladro de mesa se pueden colocar mangos de hasta	
130 mm ϕ y 210 mm de longitud, o bien	
85 mm ϕ y 300 mm de longitud	
Recorrido máx. de tallado, mm	400
Peso máx. de la pieza en el portapiés, kg	800
<u>Recorrido del instrumento cortante</u>	
Carrera del carnero máx./mín., mm	240/15
Altura del medio punto de la carrera por encima de la mesa, máx., mm	335
Altura del medio punto de la carrera por encima de la mesa mín., mm	100
<u>Velocidad del carnero y avance de la mesa</u>	
Número de carreras del carnero (9 escalones) por minuto	32,2 a 200
Número de carreras del carnero por diente, paso infinitamente variable	9 a 8
Número de avances	9

$\frac{2}{3}$ Paso diametral (por pulgada) = 25,4/módulo (mm).

Impulsión

Potencia del motor, Kw 10,5

8. Lorenz-MAAG, SH-75-K/Alemania

Equipo complementario para la talladora mencionada

Accesorio para tallar engranajes interiores

JV-75

Diámetro máximo de referencia, mm 640
 Diámetro mínimo de referencia, mm de 2,5 a 3 veces el diámetro del instrumento cortante

Anchura máxima de cara, mm 100
 Módulo máximo/mínimo, mm 6/2
 Paso diametral mínimo/máximo, ^{b/} 4,2/12,7
 Espesor máximo de la corona, mm 110
 Saliente, mm 200
 Carrera máxima del carnero, mm 160
 Diámetro del mango 55
 Instrumento cortante normalizado: diámetro de referencia, pulgadas 3
 diámetro del taladro, pulgadas 1 1/4

Lorenz-MAAG, SH-75-K-Alemania

Equipo complementario

Accesorio para tallar cremalleras JV-75

	<u>Dispositivos de cremalleras</u>	
	<u>AZ-75</u>	<u>AS-75</u>
Longitud máxima en una posición, mm	395	395
Longitud máxima en tres posiciones, mm	1.000	1.200
F máx., $\delta = 0^\circ$ mm	100	200 ^{g/}
$\delta = 15^\circ$ mm	100	145(185) ^{g/}
$\delta = 30^\circ$ mm	82(100) ^{g/}	82(160) ^{g/}
Módulo máx./mín. con instrumento cortante de tipo cremallera, mm	10/1	10/1
Paso diametral mín./máx. con instrumento cortante de tipo cremallera	2,5/25,4	2,5/25,4

^{b/} Véase nota ^{g/}.

^{g/} Con instrumento cortante de un solo diente.

Módulo máx. con instrumento cortante de un solo diente, mm	15	15
Paso diametral mín. $\frac{d}{\text{mm}}$ con instrumento cortante de un solo diente	1,7	1,7

9. Aparato de pruebas Klingelnberg de evolventes y helicoides PFS 600

Para módulos de engranaje cilíndrico y engranaje helicoidal, mm	0,75-20
Angulo helicoidal β grados de arco	0 - 90
ϕ máx., mm	600
P.C.D., mm	15 a 570
F máx., mm	160
Máx. longitud del tornillo sin fin, mm	160 x $\cos \beta$ 160 x $\sin \gamma$

β, γ - Angulo helicoidal con respecto a la línea central

MAESTRANZA GENERAL S.A.

1. Llar (España)
TEPO 3
 ϕ máx. 1/2 m
2. Defun (Polonia)
AD 125
 ϕ máx. 1/2 - 3 m
3. Rafanet (Polonia)
 ϕ máx. 1/2 - 3 m

SANI

5K 32 P (precisión)

	ϕ máx., mm	F máx., mm
$\beta = 0^\circ$	500	350
$\beta = 30^\circ$	500	220
$\beta = 45^\circ$	250	170
$\beta = 60^\circ$	120-250	150
Ruedas de tornillo sin fin	800	

$\frac{d}{\text{Véase la nota g/}}$

SUMINISTRADO POR LA UNION DE REPUBLICAS SOCIALISTAS SOVIETICAS

<u>Tipo</u>	<u>Diámetro máx. del engranaje, mm</u>	<u>Fecha de entrega</u>	<u>Empresa</u>
5-K-324 A	500	1972	Industrial Tubes
5-K-301	125	1971	Artefactos Presto

PEDIDOS A LA UNION DE REPUBLICAS SOCIALISTAS SOVIETICAS

<u>Tipo</u>	<u>Diámetro máx. del engranaje, mm</u>	<u>Fecha de entrega</u>	<u>C.i.f. Callao</u>
5-K-310	200	1976 ^{a/}	23.250
5-B-312	500	1976 ^{b/}	25.000
5-K-32-p	500	1976 ^{b/}	34.500
5350 (ranuras)	150	1976	31.800
5 A 250 (engranajes cónicos)	500	1976	36.600
5 H 500 (eje despuntado)	320	1976	12.700
5345	5.000	1977 ^{a/}	270.000
5140	500	Aproximadamente 1975	31.600

^{a/} Primer trimestre del año.

^{b/} Ultimo trimestre del año.

Datos de la talladora de engranajes saviética de gran potencia 5345

Ø máx., mm	5.000	
Ø mfn., mm	800	
Ø máx. (carro principal) mm	5.000	
F máx., mm	2.000	
	fresa	tallador evolvente de engranajes
N máx., acero mm	30	45
N máx., hierro colado, mm	40	50
Ø máx.	45	
W máx., kg	65.000	

PEDIDOS A HUNGRIA

FI0-320-5	Rectificadora de engranajes	8 83.000
	Accesorios especiales	8 4.794
		8 87.794

(f.o.b. Hamburgo)

Anexo III

CONTAMINACION DEL AIRE Y CONTROL DE LA CONTAMINACION

En el curso de una visita efectuada al Servicio Nacional de Meteorología se obtuvo suficiente información relativa a los vientos, como para preparar un análisis cualitativo de la dispersión de la contaminación del aire en la región costera de Matarani/Mollendo, y en la región desértica cerca de San José. Los datos que aparecen en los cuadros 15 y 16 fueron reunidos por las estaciones meteorológicas de Punta Islay (a 2 km de Matarani) y San Isidro (a 10 km de San José).

Cuadro 15

Estación meteorológica de Punta Islay y velocidades del viento registradas en 1974

MES	Hora						Velocidad MEDIA en m/seg.
	07.00		13.00		19.00		
	Veloc. en Direc. m/seg.						
Enero	3	SE	4	SE	2	SE	3
Febrero	4	SE	6	SE	7	SE	6
Marzo	2	E	5	SE	6	E	4
Abril	5	E	8	E	8	E	7
Mayo	6	E	8	E	8	E	7
Junio	7	SE	8	E	7	E	7
Julio	5	SE	6	SE	6	SE	6
Agosto	3	SE	4	SE	7	SE	5
Septiembre	4	SE	5	SE	4	SE	4
Octubre	5	SE	6	SE	4	SE	5
Noviembre	3	SE	5	SE	5	SE	4
Diciembre	4	SE	5	SE	5	SE	5

En 1974, la velocidad media general del viento en la estación meteorológica de Punta Islay fue de 5,25 m/seg. y la dirección fue predominantemente SE, y excepcionalmente E. En esta región siempre soplan vientos.

Quadro 16

Estación meteorológica de San Isidro, velocidades del viento registradas en 1974

MES	Hora			Desplazamiento diario del aire km/24 horas
	07.00	13.00	19.00	
Enero	calma	SE	SE	276
Febrero	calma	SE	SE	212
Marzo	calma	SE	SE	203
Abril	calma	SE	calma	172
Mayo	N	SE	calma	174
Junio	-	-	-	-
Julio	N	SE	calma	177
Agosto	N	SE	calma	205
Septiembre	calma	SE	calma	201
Octubre	calma	SE	calma	206,3
Noviembre	calma	SE	calma	203,1
Diciembre	calma	SE	SO	<u>195</u>
Promedio				202

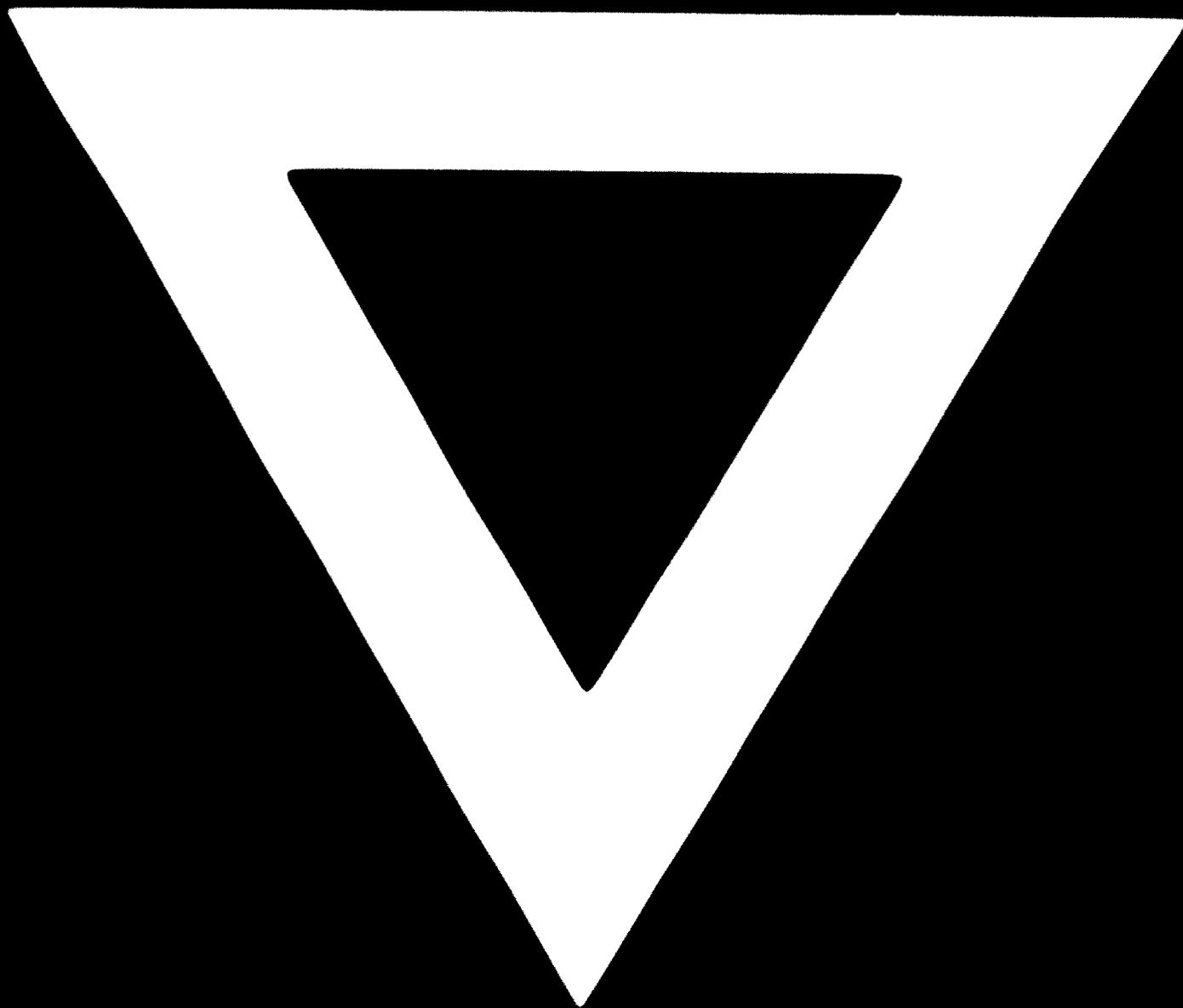
En 1974, la velocidad media general del viento en la estación meteorológica de San Isidro fue de 202 km cada 24 horas, a razón de 2,34 m/seg, y la dirección predominante al SE. En esta región no siempre sopla el viento.

Un análisis cualitativo muestra que la velocidad media del viento en la costa es 2 1/4 veces el promedio de velocidad del viento en la zona desértica, en los emplazamientos de interés para la construcción del Complejo Metal Mecánico del Sur. Esto significa que, por lo que respecta a la densidad de contaminación, y en tanto sople el viento, la contaminación del ambiente en la costa será menor en un factor de $(2 \frac{1}{4})^3 = 11,3$ que en la zona desértica, sin tener en cuenta la presencia de las montañas costeras. Si se toma en consideración la propiedad de ascenso sobre las montañas que tienen los vientos costeros, y si se compara la contaminación del ambiente en la costa y en el desierto, la región costera resultará incluso más favorable que lo que

indica el factor de 11,3. Como del desarrollo de la zona desértica se ha encargado el Ministerio de Agricultura, el control de la contaminación será definitivamente costoso en el Complejo Metal Mecánico del Sur. En este informe no se hará ningún análisis cuantitativo de la contaminación del aire, puesto que ello requiere un estudio previo de la construcción de chimeneas y de los métodos de captación de las emanaciones de fundiciones y fraguas.



C - 271



77 .07.01