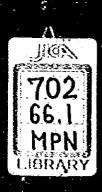
THE THE RESERVE THE TANK OF THE PARTY OF THE TANK OF T

do. W

EXEC THE



FEASIBILITY REPORT

FOR THE MODERNIZATION OF MINING FACILITIES IN THE REPUBLIC OF BOLIVIA

(Vol. 2)

MARCH 1983

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

JEN LIBRARY

PREFACE

In response to the request of the Government of the Republic of Bolivia, the Government of Japan decided to conduct a feasibility study on the Mining Facilities Modernization Project and entrusted the study to the Japan International Cooperation Agency (JICA). The JICA sent to Bolivia a survey team headed by Mr. Minoru Sumita two times in the period from July, 1981 to February, 1983.

The team held discussions on the Project with the officials concerned of the Government of Bolivia and conducted a field survey on the Catavi Mine. After the team returned to Japan, further studies were made and the present report has been prepared.

I hope that this report will serve for the development of the Project and contribute to the promotion of friendly relations between our two countries.

I wish to express my deep appreciation to the officials concerned of the Government of the Republic of Bolivia for their close cooperation extended to the team.

Tokyo, March, 1983

Keisuke Arita

President

Japan International Cooperation Agency

-		

CONTENTS

SUMMARY	
1. Parpos	se
2. Outlin	e of Proposals 2
	ision 8
PART I. INTRO	ODUCTION11
CHAPTER 1. OU	STLINE OF CATAVI MINE11
CHAPTER 2. CI	RCUMSTANCES AND PURPOSE OF MODERNIZATION
PR	ROGRAM FOR CATAVI MINE15
CHAPTER 3. OU	OTLINE OF THE INVESTIGATION
CHAPTER 4. BA	ASIC CONCEPTS OF THE PROJECT21
PART II. CON	CEPTUAL DESIGN OF THE PROJECT23
CHAPTER 1. PL	AN FOR THE MINING DEPARTMENT23
11	Circumstances and Design of Mining Plan23
1-2	Sublevel Stoping Plan25
1-2-1	Integral Layout25
122	Ore Blocks and Ore Reserve31
1-2-3	Stope Development
1-2-4	Stoping35
1-2-5	Transportation, Ventilation and Drainage43
1-2-6	Rock Pressure Around43
1-2-7	Total Production Efficiency and Mining Cost44
1-3	Mining Plan for Desmonte48
1-3-1	General Layout48
1-3-2	Mining Plan49
1-3-3	Haufage Plan50
1-3-4	Mining Costs53
14	Mining Equipment56
1-4-1	Measures for Mining Equipment from the Viewpoint
	of Machines Used56

1-4-2	Mining Equipment Cost
15	Plan of Long Term Production
1-5-1	Production Plan58
152	Personnel Plan58
1-5-3	Construction Plan
1-5-4	Operation Cost and Productivity61
CHAPTER 2. PL	AN FOR THE BENEFICIATION DEPARTMENT63
2-1	Background of Planning for New Concentration Mill Plant63
2-1-1	Trends of Concentration Results at Catavi Mine
2-1-2	Recent Results of Concentration Operations64
2-1-3	Current Problems65
2-1-4	Necessity for Renewal of Concentration Mill
2-1-5	Outline of New Concentration Mill Plant
2-2	Various Tests for Planning New Concentration System
2-2-1	Investigation of Liberation Property of Cassiterite
2-2-2	Crushing Test74
2-2-3	Grinding Test75
2-2-4	Sink and Float Test
2-2-5	Gravity Concentration Test
2-2-6	Magnetic Separation Test
2-2-7	Summary of Concentration Test80
2-3	Conceptual Design of New Concentration Mill80
2-3-1	Standard for Planning80
2-3-2	Flow Chart Planning82
2-3-3	
2-3-4	Selection of Main Equipment86
2-3-5	
2-3-6	List of Specification of Concentration Equipment
2-3-7	
2-3-8	- •
2-3-9	
2-3-10	

	2-3-11	Outline of Civit Engineering and Building
		Construction Works 99
	2-3-12	Rough Estimation of Construction Cost
	2-3-13	Construction Schedule
	24	Production Plan
	2-4-1	Quantity of Production and Metallurgic Balance103
	2-4-2	Organization and Personnel104
	2-4-3	Rough Estimation of Operation Costs
	25	Improvement in Operation of Present
CHAPTER	3. PL	AN FOR TAILING DAM113
	3-1	Position and Construction113
	3-2	Quantity of Tailing Sedimentation and Recovered Water
	3-3	Drainage Safety Facilities
	3-4	Hydraulic Transportation of Tailing123
	3-5	Computation of Approximate Construction
CHAPTER	4. UT	HEITY EQUIPMENT PLAN131
	4-1	Water Supply System Plan131
	4-1-1	Water Collection Equipment Reviewing131
	4-1-2	Determination of Water-Intake Point138
	4-1-3	Measures to get through Water-shortage Period139
	4-1-4	Operation System for Water Collecting Equipment139
	4-1-5	Computation of Approximate Construction Costs40
	4-2	Plan for Electric Power Source
	4-2-1	Basic Idea
	4-2-2	Power Transmission to New Concentration Mill140
	4-2-3	Power Transmission to Pump Station
	4-2-4	Rough Estimation of Construction Costs
CHAPTER	5. PL	AN FOR MAINTENANCE SHOP143
	5-1	Policy of Managing Machine Shop143
	5-2	Maintenance of Fouriement after Modernization

CHAPTER 6.	ADMINISTRATION DEPARTMENT PLAN	47
6-	요즘 발표하다 중요한 사람들이 그리고 있는데 하는 것 같아. 그는 것 같아 그는 것 같아 하는 것 같아. 그는 것 같아.	
6-	2 Personnel Planning	711
6~		
CHAPTER 7.	ECONOMIC FEASIBILITY OF PROJECT	51
7-	1 Peasibility Study	51
7-	2 Discount Cash Flow (DCF) Calculation	52
7	3 Calculation of Revenue and Expenditure	52
7-	3-1 Calculation of Revenue	52
· ,	3-2 Operating Cost	59
7 -	3-3 Depreciation Cost16	60
7-	3-4 Interest in the second control of th	60
7-	3-\$ Profit	60
PARTIII	EXPLORATION PLAN FOR THE FUTURE	
		51
CHAPTER 1.	General Geology and Geological Structures in	
	Investigated Area	61
. 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 -		71
	2 General Geology	61
<u>.</u>		6\$
	DESCRIPTION OF ORE DEPOSIT	
2-	그리는 사람들은 사람들이 가지 않는 것이 되어 있는 것이 되었다. 그리고 있는 사람들이 가지 않는 것이 되었다. 그리고 있는 것이 없는 것이 없는 것이 없는 것이 없는 것이 없는 것이 없는 것이 되었다.	1.
·	그는 사이트 그는 학교들은 이 문문에는 사이들이 아이를 하는 문화를 그렇게 하루지 않아 하는 경험에 가장하게 하게 하지만 하지만 하는 것이다.	
2-		
2	Harring Harring (1984년 1982년 - 1984년 -	
2-	그리고 아내는 그들은 그를 살았다. 그는 사이가 들어가 있어 있는 것이 하는 것이 하는 것이 없는 것이 하는 것이 없다.	
2-	6 San Florenció Mine	69
	artikan di Leuren I. di 1915 di Landon di Landon di Taribi di Salah di Landon di Landon di Landon di Landon La landon di Landon	
CHAPTER 3.	요. 그녀는 그 그 사람이 하고 있는 사람이 없다면 가지 않는데 하면 하면 하면 하면 하면 하는데 그 그 없다.	
	THE DEPOSIT	
2	-1 Structule Controlling Distribution of Ore Deposit	71
3	2 Igneous Activity and Mineralization	7.7

CHAPTE	R \$ 173	KPLORATION PLAN
	5-1	Base of Planning Exploration
	5-2	Gravity Exploration
	5-2-1	Reason for Selecting Region
	5-2-2	Exploration Work
	5-3	Electrical Exploration (IP Method)
	5-3-1	Reason for Selecting Area
	5-3-2	Exploration Work
BIBLIOG	RAPHY .	
APPENDI		

n. Karalista karanja terbah di terbah

ent elegant entre la companya de la

Fig. 1	
	Location Map
Fig. 2	Location Map of the Catavi Mine
Fig. 3	Location Map of Equipments
Fig. 4	Progress Schedule of Concentration Equipment
Fig. 5	New Organization of Catavi Mine
Fig. 1–1	Schedule of Work
Fig. 11-1-1	Isometric View of Sublevel-Stoping Activities
Fig. 11-1-2	Geometrical Condition of Stoping Cavern
Fig. 11-1-3	Arrangement of Sublevel
Fig. 11=1=4	Plan and Section of Draw Cone
Fig. 11-1-5	Plan and Section of Typical Sublevel Stopes
Fig. 11-1-6	Arrangement of Mining Block
Fig. 11-1-7	Section of Drifts and Shafts
Fig. 11-1-8	Section of Block-A
Fig. II-1-9	Plan of Sublevel for Block-A
Fig. 11-1-10	Plan of Undercut Level for Block-A
Fig. 11-1-11	Plan of Scram Level for Block-A
Fig. 11-1-12	Long-Hole Fan Drilling Pattern
Fig. 11-1-13	Drilling Pattern of Slot Blasting
Fig. 11-1-14	Drilling Pattern of Under Cutting Round
Fig. 11-1-15	Drilling Pattern of Draw Cone
Fig. II-1-16	Section of Draw Point
Fig. 11-1-17	Mesh Pattern of F.E.M.
Fig. 11-1-18	Stress Analysis by F.E.M.
Fig. 11-1-19	Organization of Mining Department
Fig. 11-2-1	Transition of Concentration Result of Catavi Mine
Fig. II-2-2	Result of Recent Concentration Work
Fig. 11-2-3	Transition of Sn Grade of Siglo XX Mill Plant
Fig. 11-2-4	Result of Metal Balance (at 1981)
Fig. 11-2-5	Transition of Operation Cost by Elements in Recent Year
Fig. 11-2-6	Size Distribution of Crushing Test (Table 1)
Fig. 11-2-7	Size Distribution of Wet Grinding Test-P.D. 60% (Table 5)

Fig. 11-2-8	Size Distribution of Wel Grinding Test-P.D. 70% (Table 6)
Pig. 1129	Result of Sink and Float Test (Desmonte 1.68/0.21 mm)
Fig. 11-2-10	Table Test-Mixed Ore (D80±180 micron Wet Grinding)
Fig. 11-2-11	Table Test-Mixed Ore (D80=560 micron Dry Grinding)
Fig. II-2-12	Table Test-Mixed Ore (D80=730 micron Dry Grinding)
Fig. 11-2-13	Size Distribution of Slime of Table Test No. 2
Fig. 11-2-14	Particle Size and Tin Grade of Tailing Table Test No. 2
Fig. 11-2-15	Particle Size and Tin Recovery-Table Test No. 3
Fig. 11-2-16	Flow Sheet to Eliminate Iran Material
Fig. 11-2-17	Flow Sheet of New Mill Plant
Fig. 11-2-18	Material Balance Diagram of New Mill Plant (Amount of Mineral and W
Fig. 11-2-19	Water Balance
Fig. 112-20	Size Distribution of Classifier Products
Fig. 11-2-21	Relationship Between Feed Size and Feed Rate to Shaking Tables
Fig. 11-2-22	Progress Schedule of Concentration Equipment
Fig. 11-2-23	Organization and Personnel
Fig. 11-3-1	Tailing Dam Layout
Fig. II-3-2	Sedimentation Quantity Curre
Fig. 11-3-3	Probability of Rainfall
Fig. II-3-4	Drainage Area
Fig. 11-3-5	Profile of Water Way in Hill Side
Fig. 11-3-6	Blind Ditch in the Bottom
Fig. 11-3-7	Emergency Drainage
Fig. 11-3-8	Tailing Conveyance Channel Lime Section
Fig. II-3-9	Blind Water Way Section
Fig. 11-4-1	Piping Route of Water Supply
Fig. 11-4-2	Idealized Illustration of Taking Water
Fig. 11-6-1	Organization
Fig. 11-7-1	Net Income for Ton of Crude Ore by Grades, Quotation and Cost
Fig. 111-1-1	Geological Map
Fig. 111-1-2	Geological Profile
Fig. 111-2-1	Geological Map of the Huandri Mine
Fig. 111-2-2	Geological Map of Morococala, Santa Pé and Japo Mine
Fig. III-3-1	Model of Relation of Igneous Rock and Ore Deposit of Investigated Are

Fig. III-51	Process of Gravity Prospection
Fig. III-5-2	Schlumberger Array Disposition
Fig. 111-5-3	Process of IP Electrical Exploration
	en konstantino del propieto del p Carino del propieto
Table I	Cost of Construction (Processing 10,000 (/day)
Table 2	Profit and Internal Rate of Return
Table I-1	Reserves of the Catavi Mine (June 30, 1981)
Table I-2	Production During Recent Years
Table I-3	Calculation of Revenue and Expenditure (Sum of 10 years)
Table II-1-1	Summary of Reserves of the Catavi Mine (June 30, 1981)
Table II-1-2	Ore Reserves and Ore Grade
Table II-1-3	Minable Ore and Ore Grade
Table II-1-4	Dimensions of Stope Development
Table II-1-5	Length of Stope Development for Block-A
Table II-1-6	Excavation Efficiency of Drifts and Chutes
Table II-1-7	Development Schedule for Block-A
Table II-1-8	Powder Factor of Long-hole Blasting
Table II-1-9	Powder Factor of Slot Blasting
Table II-1-10	Powder Factor of Undercutting Round
Table II-1-11	Powder Factor of Widening Draw Cone
Table II-I-12	Ore Production per One Stope
Table II—I—I3	Dalling Length per One Stope
Table II-1-14	In-Put Data of FEM
Table II-I-15	Production Efficiency
Table II-I-16	Development Efficiency
Table II-I-17	Mining Equipment Costs
Table II-1-18	Development Cost
Table II-1-19	Operating Cost
Table	Equipment Required by Dump Truck System
Table II-1-22	Equipment Required by Load and Carry System
化抗电压 阿尔特特 克勒 化二二	Open Pit Mining Equipment
Table II-I-23	Operating Costs

```
Comparison with Mining Costs
Table II-1-24
Table II-1-25
             Air Consumption
                              Table 11-1-26
             Compressor Equipment
                               Table 11-1-27
             Production Planning of 10 Years
Table II-1-28
             Personnel Planning of 10 Years
Table 11-1-29
             Development Schedule
             Development Costs with Sublevel Stoping
Table 11-1-30
             Mining Equipment Costs
Table II-1-31
             Operating Costs of 10 Years
Table 11-1-32
             Productivity of 10 Years
Table 11-1-33
                                   Result of Suspension of Operation (at 1981)
Table II-2-1
             Total Personnel (at 1981)
Table II-2-2
             Crushing Test (Mixed One -20 mm)
Table II-2-3
             Grinding Test (Mixed Ore -12mm)
Table 11-2-4
             Grinding Test (Wet Grinding P.D. 60%)
Table 11-2-5
Table II-2-6
             Grinding Test (Wet Grinding P.D. 70%)
             Cleaning Test of Preconc. -Sn
Table II-2-7
Table II-2-8
             Basic Condition of Processing Mineral
             Processed Ore in the Case of 10,000 t/day
Table II-2-9
             Water Consumption
Table 11-2-10
             Standard of Operation of Table
Table II-2-11
             List of Concentration Equipment
Table II-2-12
             Classified Expenditure by Quantity of Processed Ore
Table 11-2-13
Table II-2-14
             Classified Expenditure by Usage in the Case of 10,000 t/day
Table II-2-15
             Production and Metallurgic Balance (10,000 t/D x 25 day = 250,000 t/M)
Table 11-2-16
             Production and Metallurgic Balance (8-10 year 10,000 t/D x 25 day =
             250,000 t/M)
                        Table 11-2-17
             Production and Metallurgic Balance (9,000 t/D x 25 day = 22,500 t/M)
Table II-2-18
             Production and Metallurgic Balance (8,000 t/D x 25 day = 20,000 t/M)
Table II-2-19
             Quantity of Tin Test During 10 years
Table 11-2-20
             Number of Persons of Mill Plant
             Detail Labor Cost (at 1982)
Table 11-2-21
             Comparison of Material Cost of New Mill Plant and Present Ore
Table 11-2-22
             Cost of Electric Power
Table 11-2-23
```

```
Shape on Height of Dam when Sedimentation of Tailing Mill Plant Finished
Table 11-3-1
Table 11-3-2
                  Annual Quantity of Tailing Sedimentation and Material of Dam
Table 11-3-3
                  Annual Loss of Rainfall
                                           建建设管理 建铁矿医铁矿
Table II-3-4
                  Order of Maximum Monthly Rainfall
Table 11-3-5
                  Water Way and Drainage Equipment
                  Persons Necessary to operate Heavy Machines for a Day (-2.5 ~ 0 year)
Table 11-3-6
Table II-3-7
                  Persons Necessary to operate Heavy Machines for a Day (0 ~ 9 years)
Table II-3-8
                  Cost of Operating Construction Equipment (-2.5 ~ 0 year)
                  Cost of Operating Construction Equipment (0 ~ 9 years)
Table II-3-9
Table II-3-10
                  Heavy Machinery and its Transportation Cost (-2.5 year)
Table II-3-11
                  lleavy Machinely and its Transportation Cost (O year)
Table 11-3-12
                  Drainage Equipment Construction Cost (-2.5 ~ 0 year)
Table II-3-13
                  Drainage Equipment Construction Cost (0~9 years)
Table 11-3-14
                  Tailing Transportation Equipment Construction Cost
Table 11-3-15
                  Construction Cost of Tailing Dam
                  Cost of Construction of Water Collecting Equipment
Table II-4-1
Table II-5-1
                  Equipment that Maintenance Section Administrates
Table II-6-1
                  List of Personnel of Administration Department
Table 11-7-1
                  Profit / Loss Porecast and DCF Calculation (10,000 t/day)
Table II-7-2
                  Profit / Loss Forecast and DCF Calculation ( 9,000 I/day)
Table 11-7-3
                  Profit / Loss Forecast and DCF Calculation ( 8,000 t/day)
Table II-7-4
                 Calculation of Revenue and Expenditure (Sum of 10 years)
                  Details of Operation Cost (In the case of 10,000 t/day)
Table 11-7-5
                  7 Years since First of Operation
Table 11-7-6
                  Details of Operation Cost (In the case of 10,000 t/day)
    3 Years since the 8th Years of Operation
Table II-7-7
                  Details of Operation Cost (In the case of 9,000 (/day)
Table 11-7-8
                  Details of Operation Cost (In the case of 8,000 t/day)
Table 11-7-9
                 Details of Construction
                  Statement of Income and Expenditure
Table II-7-10
                  Production of Concentrate
Table III-2-1
Table III-2-2
                  List of Principal Ore Deposits in the Region
Table III-4-1
                  Measured Value of Physical Property of Rocks
Table III-4-2
                 Statistic Value of Density Measurement of Rocks
```

Table III-4-3	Statistic Value of Elastic Wave Velocity
Table III-4-4	
Table III-4-5	The May of Education of the Constitution of the American Statistic Value of IP
Table III-4-6	ក្នុក្សីស្តីស្ត្រស្នាស់ស្ត្រីស្តីស្តីស្តីស្តីស្តីស្ត្រស្ត្រស្ត្
Table III-4-7	ar this is biggi is a single in the contract of the contract o
Table III-5-1	이 교육 학생 선택했다. 이 실수 전상 학생들은 중 경험 사람들은 점을 모르는 하는 수 있다. 그리다
Table III-5-2	
	ों को पुरस्कार के जिल्ला है है। कि कि कार्य का मुख्य के कि अनु कार्य के है। जा का कार्य
	2. [1] 精致的特殊的连续的 (1) 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10
	स्वतः व्यविद्वार्थिति विद्वार्थः विभावत्वार्थः विर्वते भवित्रार्थः । विद्वार्थः । विद्वार्थः । विद्वार्थः विद्
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
	고민과 현실 시작 전 경우 사람들이 보고 그렇게 모든 가장 모든 이 가장 되었다.
	destruit in Michigan in Medical de la companya de En Majorna de la companya de la com
	얼마 들었다는 하는 이 나는 이 나는 이 얼마를 하는 것이 없다는 것이 없다.

APPENDICES

A II-1	Details of Projected Personnel of Administration Department
Λ II-2	Details of Construction Costs of Administration Department
A II-3	Changes in Income Per Ton of Crude Ore by Grades, and Changes in Quatation
	by US\$ 1.0/lb (10,000 t/day base)
A 11-4	Net Income Per Ton of Crude Ore by Grades (10,000 f/day base)
A II-5	Bases for Calculation of Revenue
A II-6	Bases for Calculation of Selling Cost-Loading Cost
A II-7	Calculation of Amount of Interest During Construction
A 11-8	Calculation of Interest (Total for 10 years)
A 11–9	Construction Costs by Amount of Interest
A II-10	Details of Construction Cost (for 10,000 t/day treatment)
AII-11	Details of Construction Costs (for 9,000 t/day treatment)
A II-12	Details of Construction Costs (for 8,000 t/day treatment)
A II-13	Construction Cost for Concentration and Water Equipment and Their Detail
A II-14	Office Construction Cost
A II-15	Balance Sheet of Crushing of Siglo XX and Victoria Mill Plant
	(From sizing test at July 1982)
A II-16	Cost of Mill Plant (10,000 t/D)
A II-17	Cost of Water Equipment
A III-1	Micrograph of Polish Section and EPMA
A III-2	Microscopic Observation of Polish Section
A 111-3	Micrograph of Thin Section
A III-4	Microscopic Observation of Thin Section
A III-5	Sample List
A III-6	List of Result of Chemical Analysis
	그는 사람이 하다 이번 이번 기술을 다 했다. 그는 사람은 모양을 하는데 있다.
	en el composito de la composito de la composito de la compositorio de la compositorio de la compositorio de la La compositorio de la compositorio
PL II-1	Plan of Desmonte
PL. 11-2	Layout of New Mill Plant

Single Line Diagram of Concentrator

Plot Plan of New Mill Plant

Flow Sheet of New Mill Plant

Plan of Tailing Disposal

PL 11-3

PL. 11-4

PL. 11-5

PL. II-6

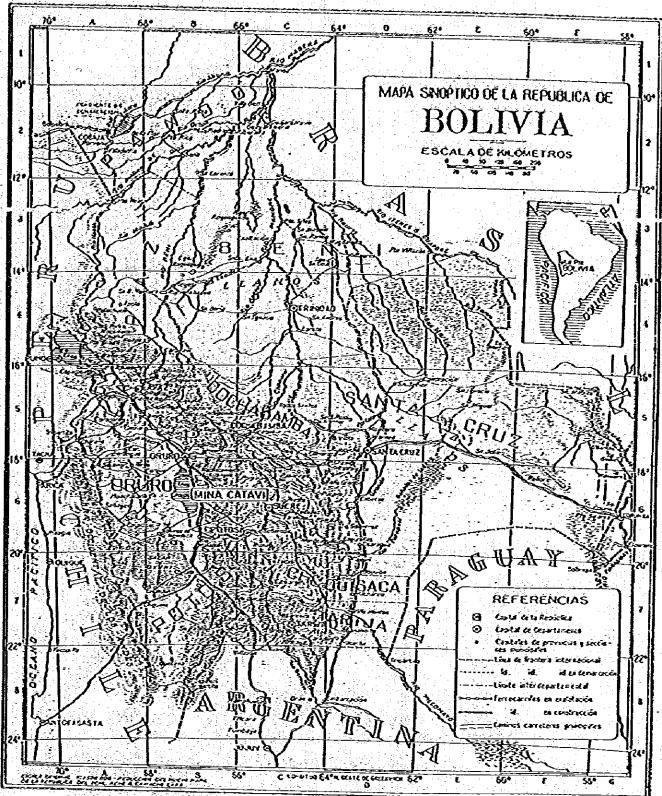


Fig. 1 Location Map

그는 하다 그 그 그 그 이 그를 가게 되었다. 그는 이 사람이 많은데	
	생기를 가는 얼마를 잃었다. 그리고 있는 그 말이 되었다.
	그리스 아이들이 그렇게 하는 것이 되었다.
그러나 하는 사이트 나는 사람들이 본 사람들이 하는 사람들은 통	
	[문항: 10] [1] 그는 이번 일본 사람들이 다양하는 것이 없다.
可能是我们的身体的,因为这种种种种的更有的。可能是是是 是 的数	사회에도 회원인 내가 나는 그들은 이 사람이 없는 사람이 된다.
어머니 어느 아들이 아무리는 그 그는 사람이 되고 있다면 하는데 다	나를 보는 것 같아. 김 사람들은 그 사람들이 되고 있다.
그 회에 그리아 나를 내 사람들 없이는 이 점점 없는 것들은 사람들은	
그는 사람들은 이번 살아들이 되면 보면 그런 아이를 받는데 하다면 없다.	공연하다 시민이 얼마 얼마 얼마 아이들을 모르게 가다니다.
아들은 이번 생물을 위한 생물로 살아 가는 것을 살고 있었다. 이번 개를	그리고 하다 내가 하는 것이 없는 것이 없다는 것이 그 사람들이다.
	그렇게 살아가는 어디에 어린다리가는 만큼 살이 나다.
	·高·西斯·马尔斯斯·西斯·斯斯斯·斯斯·斯斯·斯斯·斯斯·斯斯·斯斯·斯斯·斯斯·斯斯·斯斯·
化温度性的 化二甲二甲基酚基 计二字设置 医医皮膜后的 经	
어디는 이번 경험을 하늘만 하게 하는 것이다. 아이는 얼마로 걸었죠?	点似的复数形式 医高温性 医二甲基甲基二甲基
이 기본 아이 가는 이 그는 그 그리즘만 건강이라고 말하게 하는다.	100 6호 이용에 되었다. 링크에게 된 의원들로 보살됐다는데 말함.
그는 이 남이 가는 이 그들이 가는 사람들이 가는 이 사람들이 되는 것은	
	눈이 이렇게 풀려고면 되는 말았다. 즉 그렇게 날이라 먹다.
그 물에 그를 살아 하다 하는 것들은 그를 하는데 만든데 없다.	원이도 있는 사람이 살아 그렇게 하셨다고 있다는 것이다.
그리고 있다고 하는 이후를 하고 있는데 목하는 그 바쁜 이에 나이었다.	하는 통하게 다른 나는 물로 하는 것 같아 되었다. 하는 것은
이번 회사의 사람이 자동사랑 사람들은 그를 들어 나를 하지만 당한다고	[일호] - [변경 : [변경 : 10] - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10
그렇게 되는 이 사람이 되는 사람들은 사람들이 되었다면 생각하는 것이다.	그 하늘이 하는 하장에서 그들도 잘 잃었는 그렇게 되고 있다고?
	마이얼은 교리 생각을 하는 생기를 하는 것 같아요. 그 글러나.
그리는 사람들은 그 사람이 그리고 얼마를 모시다고 있다는 말라는 말라.	이는 그리다의 이 그림 바다를 받는데 하다는 데요.
어느 등 보고 그러면 소계된 기를 더 하는 말만을 통해 하면 살펴 가는	일도 됐다. 보는데, 자원인 너무 다 하셨더니 말 하나 다니?
한테니다는 그리는 아침을 하고 있다는 그래요 가장 뭐 다는 글로 하다가 하였다.	불가가 없이 눈이를 모으면 가게 되는 사람들이 되었다.
HD. Selection 수 있는 사람들은 사람들은 함께 하는 사람들이 다른 사람들이 다른 사람들이 다른 사람들이 다른 사람들이 다른 사람들이 되었다.	[1] - [2] [1] [1] [2] [2] [2] [2] [2] [2] [2] [2] [2] [2
	人名英格兰 化对抗性 化氯化铵 经收益 化二甲基甲基磺胺 化二氯化物 化氯化物 医皮肤管 化电影 化二氯化二甲基乙二
늘어가는 그는 하는데 안 함께서서 지막한다면 생각 하다.	

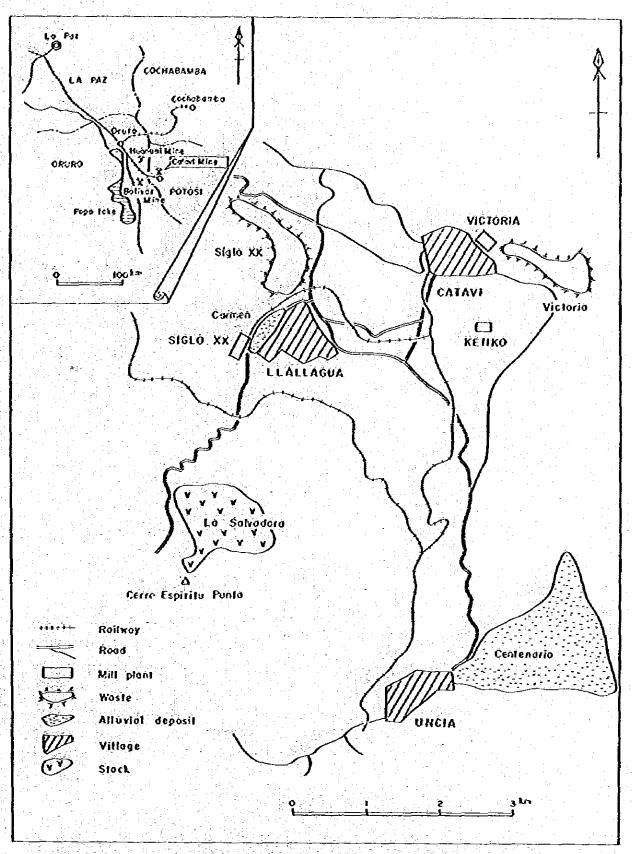


Fig. 2 Location Map of the Catavi Mine

and the second of the contract	
그는 그들의 그렇게 되는 맛집 사람들이 가득했는 사용한 가을 모르는 것이 되었다. 연장	
어느, 그 어머니는 마리 됐는 것은 하는 음악으로 어릴 것들은 문제를 보는다면 하였다.	
어느 생님은 그 생각에 가는데 가는데 모임 그림을 내고 있었다고 있다는 경험을 받는 것이	
	医医乳头菌
그리 가능에 가는지 되었는데 가장 하는데 있는데 말을 하는데 맛이 있는데 하지 않아야 하는데 모든데이다.	
그는 일 할 때 그 이 의 일 집은 아이는 독특 의 이 시간을 보고 있었다. 이 문에 여름 말을 보고 있었다.	
그리다 이 한 일 사이들은 이번 사이들은 이 그리고 한 학생들에 취임하게 되었다면서 살아 하셨다.	
그는 이 모든 일을 하는 모으는 전 것 같아 보는 것 같은 이 호텔들은 사용을 가득했다. 이 없는 그 것	
그 성근의 교통하다는 하는 사람이라는 그리고 하면 하지만 하는 다른 하는 것을 되는 데 하를 받았다.	
그 있는 그 일은 그 모든 이 이 물에 살는 것 같아. 그를 걸고 있는데 모든 모든 바다 작은 것이 말	
그 나는, 그들의 그들은 아내는 아내는 사람들이 어느 사용을 들어 못했다.하나를 들은	abaki in
그들도 하는데 그는 그는 사람은 들시 아니라 가는 사고 하늘을 통해 하는 것은 것이 되는데 없었다.	
그리고 그런 그는 하는 것 만큼 된 것이고 있다. 그들은 사람이 얼마를 하는 것이 되었다. 이 그들까?	
그림으로 다 하는 이 아들은 이번 모임 사람들이 하게 하는 것이 하는 것은 그런 그런 작업을 하는 것이 없었다.	
그리는 얼마를 다 먹는 말에 되는 것이 되었다고 있었다. 그리는 얼마 나는 나는 사람이 나를 다 나를 다 되었다. 목표를	
그 성 없는데 이렇게 한다면 바다리고 하면 빨리는 얼마나 가는 물을 만하다고 하다셨다. ㅎ?	
그들은 그림을 하다 이 집을 하다면 모든 경찰이 전혀 맞았다고 얼룩되고 가장을 맞았다고 하다.	
그들이 시작을 하는 사람은 학생들이 시작되다 한 경우를 받는 것 같아. 이 교육에 가는 점을 가는 다른	
그리는 사람은 경영을 가장하는 것 이 경험들이 되는 사람이 들었다면 가장을 가게 되었다. 그렇게 되었다.	
그 사람 전 여자를 된 골이 되는 이 불어받은 중에 있습니다. 그리는 이 동안 소리를 받는 것을 다 되었다. 그들은 사람들은 기를 받는 것이다.	
그러워 보다 나는 그렇게 되는 사고 사용을 가득하는 것이 되어 살을 하지만 하는 것이 없었다.	
그러분 이 그리를 제고하다는 사용를 받아 하겠다면 되었다. 그는 얼룩 살아오라고 말했다. 이	
그는 뭐 보이 되다. 항공 보면 보통하다 회원에는 일이 맞을 것들이 얼굴 수 없었다. 음악을 하는 것 같은	
그들은 어린 이번 발시되었다. 그 그래면서 여러, 삼 경이 된 경험 등을 되었다면 모양 수가 되는 것을 되었다. 이 없다.	
그리고 그 얼마 그리는 얼마 이렇게 보고 있었다. 그리고 말했다는 경이에 되었다는 생님으로 맞다고 있다.	
그리고 하는 병원들은 아이는 나는 나는 그들은 그래 그릇을 가득하셨다. 그는 것은 사는 사람들은 살이 살아 없다.	
그들이 된 경기가 하는데 일본 전에 하고 한 그러면 하고 그를 보고 있다면 하다고 하는데 되었다.	
그 전에 지어와 조심한 것으로 하면 하게 하실 하는 물은 사람이 물로하는 후에 된 사물이 흔들었다면요.	
그만과 되어 하는 사람들이 가고 있었다는 아들 때 가는데 하늘 없는 사람이 나는 사람들이 되었다.	
그는 사람들이 되었다고 말로 살아한 어느 살아 하라면 하셨다면 한 것이다. 이 후 없는데 하다면 하다면 하다. 전원	
그들이 가게 되었다. 빨리일을 살았다. 이번 살릴 때에 가면 돌살았다. 안 되는 말로 이렇게요.	
이 사람이 살아 하나 하는 아래를 하는 사람이 되고 있는 것을 하는 것을 만든 것을 하는 것이 없었다.	
마시 호텔 레스트 교육이 날아들의 교육되었다면요. 이번째는 그 얼마 아니다면 하는 아이에 어디를 다고 있다는 것이	
그 생물에 하면 그의 없었죠. 우리 도 일 라고 네트를 참 통제 밤 싫다는 네트를 가고 있었다. 그는 말았다.	
그 사람들의 사이 가는 가면서 가는 맛있는 하는 물론에 동일들의 글로를 모임하여 그 없다는	
그리면서 그 연결하다는 어린 도본에는 살이 그들도 경에 없는 그를 열심한 수 보는 일을 때 이후를 달아 된	
가는 일도 그런 함께는 이번 모음하는 이번 모음 가게 되는 사람이 이 없어 보이지만 네트워버지는 다	
그 화장이 하는데 되었다. 이 사람이 나로 많아 있습니다. 중 한 경험을 잃는데 모든데 말라 하를 함	
그리아 그리 그리의 나는 하는 것이 그리는 사람들은 사람들은 얼마를 하는 것은 사람이 되는 그를 먹었다.	
당신 네트를 다 하고 하고 있는데 그 그리고 한 사는 시장 말을 내려 가는데 지수를 하는데 이렇게 살고 있다.	
그는 수이는 경독을 하게 하는 하늘에 만든 사람이 있다. 사람들에 사람들이 사용하게 하면 하다 하다 하다.	
여기의 이번 회장을 잃었다. 살이 있지만 하는 사람이 아니라 회장 회장 회사 사는 회장은 전기를 받는 것이다.	
이 회사 이 나는 사람이 보면 살게 들면 이 목록 동리하는 것 같아 그렇게 하는 것 같아 보다.	
그 나이지수는 얼마 한민국의 연인으로 하느님이 하는 그 때문에 가는 그릇을 모든 그는 것으로 하는 것을 받는데 되었다.	
그리다 마다 아이에 사는 말라면 하는 것들이 하는 사람이 하는 것 같아. 그는 말라면 하다 모양된	
그는 그렇게 하는 이 그들은 이 이름은 아버지를 하는 것 같은 그렇게 하는 것이 없는 것을 모르는 것이다.	
그 [이다] 아이지 않는데 하는 사람들 하는데 하다 되었다. 그는 사람들이 되는데 하는데 하다 하다.	
그리지 않는 얼마가 하는 사람이 하는 사람들은 사람들이 함께 가는 사람들은 얼마나 되었다.	
그 보호를 하시면 그는 그는 그는 그는 그는 그는 그는 사람들을 모르는 경우에는 그를 받았다는데 하는데	
그렇게 되는 아는 그는 아들은 이 사람들은 얼마나 하는 것이 없는 그를 모시었다. 이 사람들은 사람들은 살 때문에 다른 사람들은 살 때문에 되었다.	
보이에 보고하다는 사람들로 하는 사람들들이 들어 살았다면서 다양을 보고 하다면 모네다.	
그렇게 하일들이 많은 하람만의 경양하실 호로나니의 회사를 들려는 모든 경영과 이번이로 난달했다.	
그렇게 들어 가는 토토 아이들의 이 등록 하면 투자를 받았다면 하는 얼굴 등을 모양하고 있는데 말이 모양한다.	
물론은 물로 많은 일이 생생이 되를 보려 왔는 뭐 하는 생생들은 한 일을 발표한 일을 몰라지만 생활	
보면 보면 하다는 아이가 이렇게 되는 눈가는 맛이 들어서면서 하면서 가는 아름다면 모고 이라게 다른	
그는 많이 말 그들이야 그 한 시간을 살아 있다. 한 경우, 아프로그램에 된다. 아픈 이 시간 나는 말함.	
그리지 한 번째 중에 가는 사람은 생물이 들었다. 그 사람들은 사람들이 가득 생각하였다. 역 시설인 생각	
어린 [4] 그 마음 전에 그렇게 되고 말로 만든 사람이 사고되고 말을 수 하지만 모든 사람들이 들었다.	
나는 보는 사람들은 일반 나는 계속 사람들은 작은 미국에 생각 문화를 보고 살아 그는 것 같아. 그는데, 소설의	

SUMMARY

	프랑크램 시크라 사이트 워싱트 (1)
	공항이 하시다 하는 사람들이 되었다.
	·세계 학교수학원 (인명원, 이상)
그리고 그 사람이 그 아이 만하는 일반 사람이 하는 가는 일을 모든 것만 되었다.	외의 집 등 가득했다. 주민하는 아들 때문
그 이 병원 그리는 그리는 작은 그는 것 때 속을 그리고 한밤에 보고한 말했다.	
그 일일 등 그 그들이 그렇게 한 일반을 하고 있는 생각 이번 살아 있었다.	
그는 남자가 그로 그 있다. 이번 이 그림을 살았을 때 그는 때문에 가를 받아 다	
보인된 사람 하는 없는 사람들이 하는 사람들이 많은 사람들이 되었다.	왕이 불통하신다고 그의 이동이 들었다.
그 이번 그 사람이 하고 나는 이렇게 살아보고 하는 것 같아 그를 다 하는데 없었다.	경영 병원 경영하였다는 그리고 하는 것.
그리고 그들이 하는 것이 하다. 그는 그들은 네트를 하는 것 같아.	
randra transferencia de la companya de la colonia de la francia de la colonia de la colonia de la francia. La colonia de la colonia d	
그리다 그렇게 하는 것들이 하는 입에 가는 사람들이 불만하는 이름이	게 그렇게 가시하는데 그는 그
그는 생님이 얼마는 사람이 사람이 보냈다. 이번 중에 무슨 사람들은 것 같아.	경기선 회사는 가 살길 때 있었다.
그 그의 전 이번 가능을 되어 나는 사람들이 다 되었다. 그리고 말했다.	성과 화학을 하는 사람이 살아를 다.
그는 이외에 들이 통급하시 늘어 본 경험을 모하고 하고말을 보니 얼마나요.	그 사람들이 하는데 뭐 하는 사물이다.
그분들 하다 하는 사람들은 그 사람들은 대가 나온 사람들 학생님들은 모모를 가져왔다.	
그들을 하장 말이다. 그렇게 하는데 얼마 하는데 하는데 이렇게 되었다면 먹었다.	가 가다다니까 그리를 하는데 다.
그는 그리다 그를 받아 나는 어린 끝에는 밝힌다는 동안된 하고 있는 회문이다.	
그는 이번 그리는 이렇게 모양하게 하면 이루어 하다면 얼굴을 살려 있을까 못했다.	지원 (대원 원인) 기술 발표 그렇지 않는다.
그 있으면 하지만 하는 집에 사고 말라면 하는데 그 때문에 돌아가면 되었다.	지는 경기 및 대표기를 가는 화분들이 했다.
그림은 한 그 모르는 모음을 할 수 있다. 등에 그를 다른 바쁜 선생들이 만든 얼룩하다.	회원하다 그 말라면 하면 그 하는데 된
그 이 도시 시네 다시에 가지 아니는 아프랑 경우에 대부 등에 가게 되었다. 이	병원 경기를 하는 이번 기관 그리지 않는다.
그는 이 없이면 말을 그로 하면까요 있는 그 반면을 그런 말고하다면 하는 것 같아. 그런	강이 시장 교통하고 있었다면 그는 공학 없는
그는 이 사는 사람들에는 하고 마음을 받아 하고 얼마 하고있는 어떻게 되었다.	1일 하는 말인 이 그렇게 되는 다 하다 하셨다.
그는 현실 등록하다가 말하는 말이 맞았다면 나는 살 하는 말 됐다는 눈물이 하셨다.	
그렇게 되지만 그 아이를 맞는데를 들어 그를 못 살았다면도 하고함 모습했다.	
그리 이 그 이 얼마는 것 않아요. 그렇게 되는 것 같아요? 여행는 어울이라면 함께	(연속화되었어. 이 시작 사람이 있는 네는
어느는 돈 어느림으로 맞아 집에게 얼굴을 다려왔다. 하는 하루워 속으로 모습을 하다.	
그렇게 하는 어느 이름을 받는 사람이 없는 그 사람들이 되고 살아 먹다고 했다.	
그 그 그리 이렇게 하나 하면 하는 요즘 하다 보고 있는데 되고 하고 있다.	경기 최대 그는 경기 대출하기 하다.
하다 다음은 하는 방안에 하는 그는 이번 가는 살 및 물인 소문하를 살았다고?	네 전쟁을 가지고 되었습니다. 얼마리
그는 현실하다 그런 그렇게 하고 얼마나 이름다고를 맞는 사람이 그렇게 된다.	
그 김 아내가 보이네네요 그 원인 양병에 가루다고요. 회사를	
	보고 한테는 이 호토를 받는데 그리고 있다.
그의 목표가 하시다면 하는 사람들이 되지 않아 목표를 제한 표정을 됐다고까?	
그렇게 하는데 어떻게 하고 말이 되는 하는 얼마로 화면 가게 되었다.	글, 여러하다면 구하를 잃었다.
기반 기를 보고 있었다. 그 그들은 이번 가는데 가운데 살을 보고 있다고 살았다.	
기업도 보고 보는 것이 있습니다. 이 기업도 되는 기업도로 보고 있었다. 그는 것은 것이 되었다. 그는 것이 되었다. 그는 것이 되었다. 그는 것이 되었다. 그는 것이 되었다는 것이 되었다. 그는 것이 되었다면 되었다. 그는 것이 되었다면 되었다. 그는 것이 되었다면 되었다. 그는 것이 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면	
그리는 사람들이 되어 있는 사람이 가지 않는 내가가 되어 있는데 이렇게 사용하는 사람들이 어떻게 하셨다.	하늘은 물로가 얼마나 얼마나 나는 나는
고하면 보고 한 경시 시험 등을 되었다. 그리고 한 시간 그는 사람들이라는 그들이 되었다. 한 경 그는 것같은 사람들이 하는 것이 하는 것이 되었다. 그는 것이 되었다는 것이 없는 것이 되었다.	시계에서 가고 있었다. 얼마나요
이 그는 그리트 하늘 모르막길 할때되고, 이 병원 등은 네 나는 바로 모르는 모모들이	· 전환경 등 기계 회 기계
이 남자 본 사람이 나는 하는 것이 되었다. 나는 사람들은 얼마를 살려 가면 그릇이 가입했다.	아이에게 무슨 그 말을 보는 것이다.
그는 그들을 내려 있는데 되는데 되는데 되었다. 얼마는 것은 얼마를 보고 있다.	
그는 것이 하는 하는 물을 가지 않는 것이 되었다. 그는 것이 하는 하는 것은 하는 사람들이 되었다. 그런 하는 것이 하는 것이다.	
그 사람들 보다 가는데 그리는 집에 있는 보다 계속 등 가장하는 생생하다가 다른한테, 경우가 나를 하고 되었다.	
그림 말리 되는 이 되어갔다. 그 반에 다른 하는 그리고 있다. 그렇게 되었다. 그렇게 됐	
도를 발생하는 것이 있다. 그 보이라고 보이라고 한다고 있는 것을 하는 것을 보고 있다. 당실 등 하는 그 전에 살려보지는 보면 보이고 있는 등 등록 발발하고 있는 것을 하는 것이다.	
시 회학교에 있는데, 발생 전에는 발생한다고 한다고 한다고 한다고 한다고 한다고 한다고 한다. 나는 본 경험 기가 있는 경험하는 것이 되는 것이 되는 사람들이 함께 보고 있는 경험하다. 아버지는 것이 그 사람들이 있는 것은 사람들이 가장 회장을 받는데 하는 것이 되었다.	

SUMMARY

1. Purpose

Under the title of "Peasibility Report for the Modernization of Mining Pacilities in the Republic of Bolivia", a series of various studies were carried out from July 1981 through March 1982 as a first term and from July 1982 through March 1983 as the second term at Catavi Mine. These studies included status quo investigations, examinations on probing, exploration and concentration, analyses and discussions on policies for modernization, and proposals arising from these studies.

The results of the studies can be summarized as follows. The ore reserves of grades higher than the break-even point have sharply decreased over the past several years, comprising a quantity for only two years of mining operations by the end of 1982. Almost all of the facilities, operating conditions and organization, however, remain as they were during the period when only high-grade ores were being mined and treated, resulting in an extremely low productivity level. On the other hand, various costs such as personnel expenses and material prices have gone up year by year. These factors have made the Mine management situation more and more problematic, so that after-tax income registered a red-ink figure of 15 million US dollars in 1980 and 25 million US dollars in 1981. It is therefore clear that, if operations are continued in the future on the same basis, the annual deficit will rise every year and will constitute a substantial loss when the high-grade ores have been exhausted. Because of national and social constraints, however, the Mine cannot be closed absurptly.

Based on the above conclusion, the following fundamental concepts have been established to propose measures for modernization.

- (1) Operations must be maintained for at least ten years into the future along with an improvement in economic efficiency.
- (2) To realize this target, measures must be put into effect to create a new profitability by increasing the treatment capacity of crude ores to a level of 10,000 (/day and by greatly enhancing the production of metallic tin.
- (3) As a means for this, conceptual designs of model plans should be made for the Mining, Concentration and Administration Departments; from which an improvement of productivity and the appropriate allocation of personnel should be studied.
- (4) This plan should be analyzed from an economic viewpoint, and several case studies should be carried out using a variety of grades and treatment quantities of crude ores, to determine the conditions under which the maximum yield can be obtained in ten years on the basis of a

reasonable scale of operation.

(5) Along with the modernization of Catavi Mine, a scheme should be designed to explore new ore deposits in the vicinity, in order to develop COMIBOL and the surrounding community.

付款 的复数语言的语言

ให้สารแหน่งสามารถและสมาเมื่อเป็นประจำให้เหมือนให้เหมือนให้

Based on the above conceptions, the following proposals are brought forward.

2. Outlines of Proposals

(1) Mining

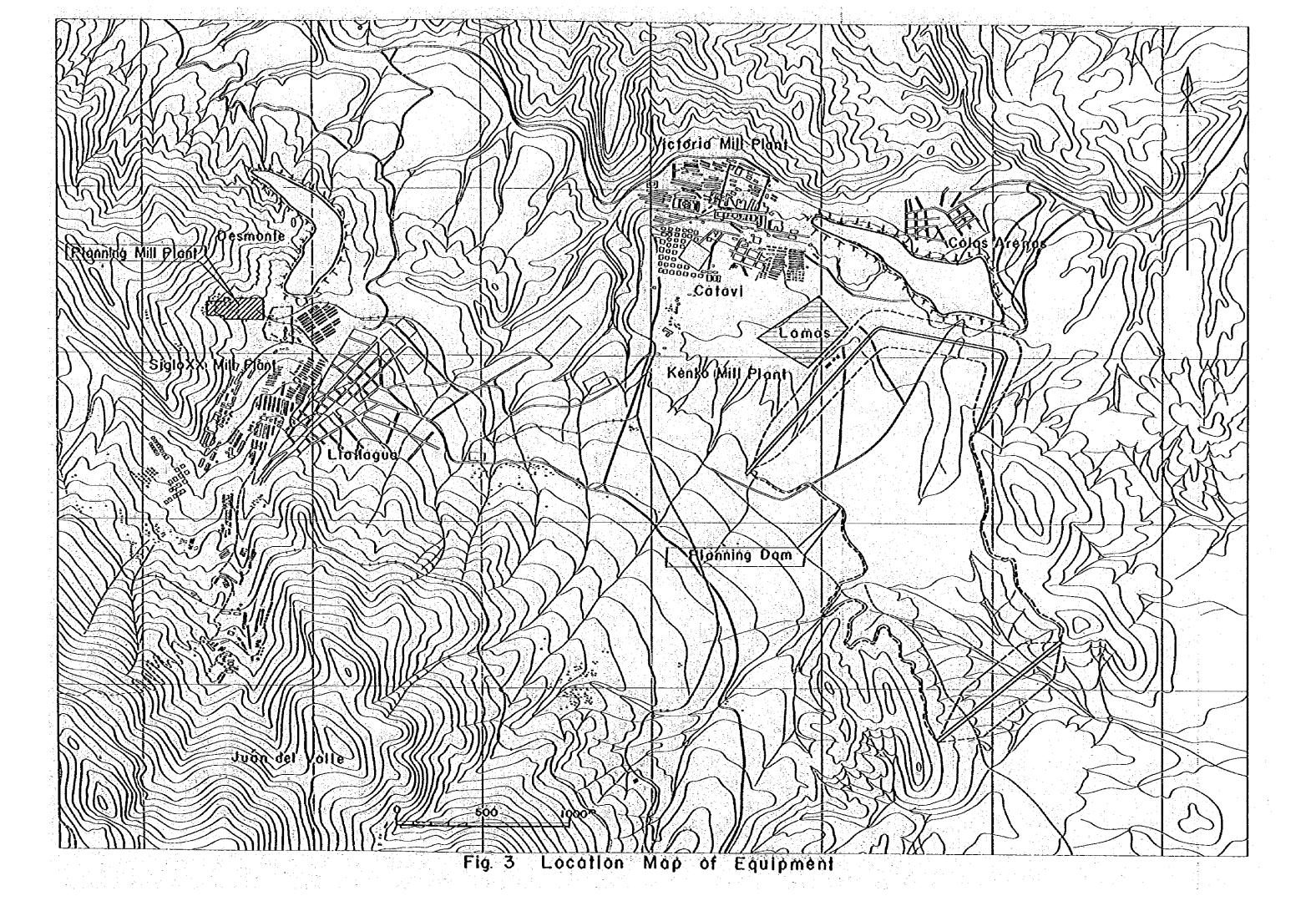
Por building up the mining plan, the major premises are cost reduction and productivity improvement in the Mining Department as a whole, by (A) the development of a new underground stoping method which is well suited to the ore deposit situation, giving consideration to the balance of quantities between underground stoped ores and surface ores with regard to 10,000 t/day treatment, which is the basic concept for the modernization program; and (B) surface stoping and transportation in large quantities at low cost from Siglo XX Desmonte. The resulting proposals are as follows.

- 1) For underground mining, stoping methods were examined under the following conditions pertaining to the Block Central region.
- (a). Possible methods for selective stoping to a certain extent (with the aim of improving the ore grade).
- (b) Suitable methods applicable to a solid geology with few cracks (reducing the treatment of bulky ores).
 - (c) Methods of making mass production possible at low cost.
- (d) Methods requiring no large changes in the existing facilities and operating system.

As a result, sub-level stoping has been shown to be the best applicable method, with the following detailed proposals.

- (a) In the Block Central region, four stoping blocks which are advantageous for sub-level stoping have been selected from the standpoint of one-grade distribution. The total quantity of mineral accessible in these four blocks is 7,378,070 tons, with an average tin content of 0.41%.
- (b) As many developing levels as possible should be excavated within the ore deposits, to prevent the greater prolongation of gangways, and to supplement the ore output.

 An efficient and maneuverable machine is recommended to shorten the work term. (See Table II-1-17).
 - (c) Por transportation, ventilation and drainage, the existing facilities should be



						11 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	
					-		
	and the						
				ing the second			
그 전 말도 나왔지? 기원을 하는 말았							
	4 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1						
그 호텔 회에 한 시민 사람들이 다			ligatuar. Kanada				
그리고 무슨 기를 보고 있는 것이 같아.							
그는 사람들이 다른 안을 살아 된다. 그는	e no un n No esperante						
				(15. 149 E) 1			
그 강영, 회에 속이를 받았습니다.							
			- 1	10 - 10 Maria 12 Mari			
그 원인 김 취임 경기에 가는 조건							
그는 이 경험 그래도 돼야 했다.							
		Twa a track		선당 일을 당당	The section of		

optimally used without any major changes.

- (d) The estimated stoping efficiency under the conditions described above has been put at 22.2 tons per man-hour, and this figure is better than that of the Yanahara Mine, a typical lump sulfide ore deposit in Japan where the same stoping method is being employed at an efficiency level of 15 tons per man-hour.
 - 2) Positive Use of Surface Ores (Desmonte)

The quantity of Desmonte amounts to 22 millions tons with 0.27% tin content, and they are gathered in a relatively defined area with a comparatively uniform grain size.

This permits easy loading and transportation and makes immediate stoping on a large scale possible. As shown by the results of concentration tests, these waste tocks are easier to upgrade than tailings from the Victoria region, and consequently the overall stoping cost be greatly reduced.

(a) Stoping

Because of the dump situation, stoping should be carried out from the upper layer progressively downward.

(b) Stoping and transportation machines (See Table 11-1-23)

Large and universal types of stoping machines should be used. As to transportation, an economic comparison between the dump truck system and the load-and-carry system has indicated that the former is better in this case. With dump truck transportation, the overall efficiency of Desmonte (tailing of heavy liquid concentration) stoping will reach about 130 tons per man-hour, which in turn, will remarkably reduce the mining cost for both underground and surface mining, and also will enhance productivity.

3) Long-Term Mining Program

The mining cost and productivity have been summarized for the coming ten years in the plans for production, personnel allocation, construction and mining operations (See Tables 1I-1-32 and 1I-1-33). As a result, the mining cost will decrease to an average of USS 1,172 per ton of ores throughout these ten years, and productivity will make a great jump to about 850 tons of ores per man per month.

As described above, putting the plan into practice will naturally tesult in a great improvement in the mining operations.

(2) Concentration

The results of our first term investigation have revealed out that the following problems are key points in improving the Concentration Department.

a. The decline shown in the concentration results.

- b. The concentration system and its capacity.
- c. Instability of operation and the deterioration of concentration equipment.
- d. The rise of concentration costs

In addition, the results of our concentration tests, carried out through the first and second investigation terms and focusing on the gravity concentration of mixed ores in the ratio of 35% underground ores to 65% surface ores, can be summarized as follows.

- a. Preconcentration by heavy media separation included many negative factors.
- b. Tin ores were easily separated when their grain sizes were between 50 and 200 mesh.
- c. Recovery by table concentration were 59.8% for 48.9% tin content high concentrates, and 10% for 5% tin content low concentrates.
 - d. The desulfurization rate was 73.5% to 97%.
 - e. It was hard to remove 100% of the fron present by means of magnetic separation.

Based on the problems and test results described above, a mill plant with a new system is proposed to be installed as follows.

- a. A new mill plant having a 10,000 t/day treatment capacity, 3,500 tons from underground ores and 6,500 tons from surface ores, should be constructed on the eastern slope slope of Cerro-Pichakani.
- b. The concentration system, aiming at low-grade ores containing some 3% tin, should mainly comprise a table concentration method combining the comminution, grinding (especially avoiding over-grinding) and classifying processes attending the isolation of Sn, and final desulfunzing and iron-removal treatments to upgrade the concentrates. Preconcentration by heavy media separation should not be adopted because of low recovery, the high price of ferrosilicon and instability of operation.
- c. This proposal is a conceptual design, and thus a pilot plant (over 20 t/day treatment capacity) should be installed to enhance the sampling precision and to determine the details of design prior to starting the actual construction work.

The expected concentration records are 50% Sn for high-grade ores, 4% Sn for low-grade ores, and 60% for the integrated recovery. To maintain these levels, all instrumentation and analyses should be performed in a real-time system to reinforce supervision and to assure optimum results.

- d. To make the new concentration system effective, a precondition is the adoption of a preventive maintenance system for the entire equipment.
- e. Concentration tailings will be finer in grain size and twice as large in quantity than in the existing system, and therefore a besieging embankment should be built up by an accumulation

of coarse particles at Estancia Chojlluma Valley, into which tailings should be dumped.

f. As to water supply, because the fine-grain table series requires a specifically low-pulp density and the overall consumption of water will be as much as 150,000 m³/day, the condensation rate should be 80% or more (with the exception of loss due to evaporation) to provide a good water balance in the dry season.

(3) Construction Program (for 10,000 t/day treatment)

The following is an outline of the plans and expenses for construction work in each of the Mining, Concentration and Administration Departments.

a. Mining

A four-year term has been estimated for so called construction work before starting the sub-level stoping: two years for investigation and design at the beginning, followed by the procurement of equipment, and the excavation of the main haulage levels, developing ore passes, drifts and so on; and two years for the excavation of developing gangways.

Six months has been projected as the preparation term for heavy concentrates and wasterock mining, which require only the procurement of equipment.

b. Concentration:

Somewhat more than three years has been estimated as the term required from the commencement of investigations and design to starting operation.

The construction work is projected to require about three years prior to the first trial run, with parallel progress in investigations and design, the procurement of equipment, civil engineering work, building construction, electrical work and others.

The construction of the failing dam mainly consists of the building up of the dam site, which is estimated to require about three and a half years.

Additionally, about two years have been estimated for the water supply system, including the procurement of equipment, water intake, pumping facilities and piping work.

The College of the second of t

Company residences, new office buildings and their related facilities should be carried forward along with the above mentioned construction works.

d.; Construction Expenses

The construction and incidental expenses are listed in Table 1.

经配付基础 经收益 经销售债 经工作 人名伊斯特

Table 1 Cost of construction In 1.000 U.S.\$

Classification		Amount	
	10,000 t/day 🙃	9,000 t/day	8,000 t/day
Mining equipment	6.772	5.612	5.436
Mineral processing equipment	78.257	73.209	67.961
Water supply equipment	3.534	3.318	3,092
Tailing dam	4.732	4.023	4.479
Affices and houses construction	1.633	633	1.633
Administration equipment		455	455
Other expeces	20.942	19.842	18.688
Total			
Total	116.325	108.092	101.744

(4) Personnel Allocation Plan

A reasonable allocation of personnel has been considered in order to make the new operating system effective and to realize the improvement of administration, the bases of which are the integration of new concentration processes and the automation of the various machines which are the key points of the modernization policies. The result is the allocation of some 300 persons for mining, 470 persons for concentration and facilities engineering and 436 persons for the administration, totaling about 1,200 persons.

Our investigations over the past two years have revealed that the worst factor depressing the balance of payments of situation Catavi Mine is the yearly rise in costs, most of which stems from the decline in productivity.

During repeated discussions with COMIBOL, it has been mutually agreed that the rationalization and simplification of any operation can never be avoided for enforcing "modernization", and that the new programs in the second-term investigation should be case studies based on the new system, as undertaken to COMIBOL. Therefore, in that sense, the above mentioned personnel allocation represents the minimum allocation of persons necessary for the new system.

To shift to the new system proposed by us, a term for preparation and construction will naturally be required, during which reasonable reassignments can be carried out step by step to gradually realize the modernization process. It may also be a more important policy to start explorations in the vicinity as early as possible, to which some employees will be assigned to develop new one deposits in the earlier stages.

	Year	-3 year	2 year	-1 year
	Investigation design		01111111	
ISTON	Supply of material and equipment	annni.		
MINTING	Development	mm)mm	mmuhmmm	umharra
	HILLPLANT		•	•
	Investigation design	THE		i i
	Supply of material and equipment	<i>0111111111</i>	arana,	
	Construction	vienn		77777777
Z	Test working			1 1727
TSTO	DOM OF TAILING			internation († 1905) Ografia de
METALLURCY DIVISION	Investigation design	anna a		•
80	Supply of machinery	77111111111111111111111111111111111111	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	on de la figura de La figura de la fig
אַנ	Construction	THIII.	mminn	minim
ÆT.	UTILITY EQUIPMENT			
	Investigation design	miricin		1
	Supply of material and machinery	TITI III	77777773	
	Construction	turi	ann ann	1

Fig. 4 Progress Schedule of Concentration Equipment

The second secon				
				막으면 안 얼마나 밝다
			요즘 반장 생각하는	
	그 기계를 받아 지하는 방향들만			
				요. 아 를 상흥하실 수입다
	지원 지구되는 소설을 되었다.			
	일일 보다를 하지만 않게 되었다면?			
크는 사람이 화학이 당했다.				
	근데 주민이 보다 나는 사람들			

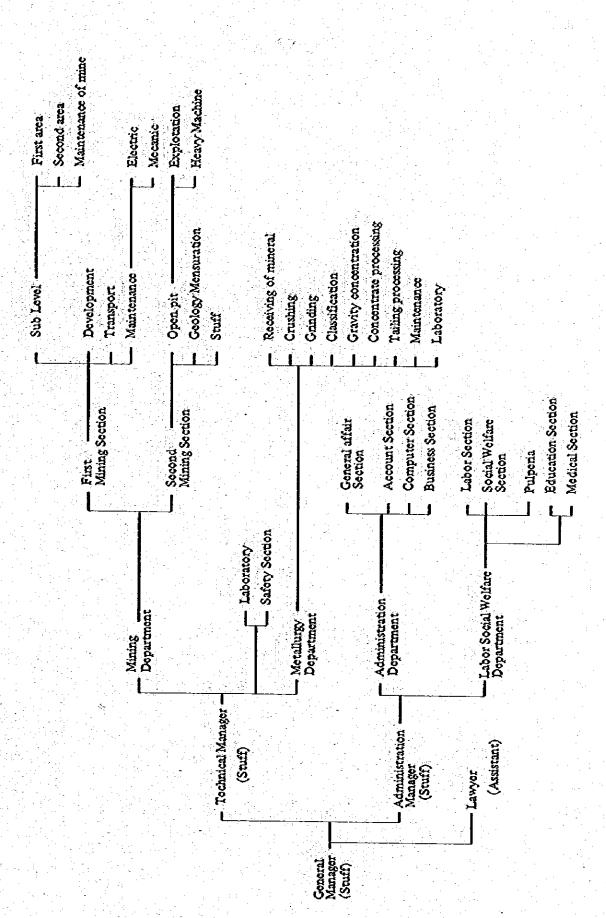


Fig. 5 New Organization of Catavi Mine

				and the Arthurst of
			등 회원 기를 받	
그는 이번 이번 생활을 들었다.				
그는 전 경험시험은 학생들이 없다.				
			회문을 보이고 살다	
그 이 이렇게 하는데 얼마를 봐				
그 전 전 경험하는 하게 되었습니다				
			실본 김 회원 중	
		성인 체크를 다 다		
		기계 가지 시간 전에 가를 받는 기계 기계 기		
그는 성격인 사람이 되었다는 하루스다.				
기타를 맞는 사람들이 있다고 있다.				
^^^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^				
一、李晓鑫等分争的表现的				발생하는 사람들이다.
하는 생활을 하는 하다 하를	에게 되었는 것 같아 없지 않아요. 1907년 1일			
그 그는 전체 제공학교 등학				

(5) Economic Appraisal

The greatest premise of this project is the raising of the profit level largely by the active and optional use of the economic ment that comes from gathering production sites together and enlarging the scale of operations through the modernization of facilities and operating systems.

The economic appraisal of this project has been based on calculations of fevenues and expenditures for crude ore treatment levels of 10,000 t/day, 9,000 t/day and 8,000 t/day, with the latter two as case studies, and also made a sensitivity analysis and DCF calculation. The results are listed in Tables II-7-1, through II-7-5, but can be outlined as shown in Table 2.

Table 2 Profit and Interval Rate of Return

បន្សឹងស្តែបី មី មិនដីក្រុងថា កស៊ី មីនិស្សបណ្តិស៊ី និស្សបន្ទាស់មក ប្រទ័ ស កែលពិភពពិភពពិភពពិភពពិភពពិភពពិភពពិភពពិភ

in 1,000 US\$

	<u>ાર્ગ છે. ઉપાસ્ત્રી શરૂ જે ક્રિકેસ્ટ્રેસ્ટ્રેસ્ટ્રે</u>	<u> </u>	
	10,000,01	9,000 44	8,000 t/d
Profit per year before tax (Metal price 6 US\$/16)	6,400	7,600	5,600
/Internal Rate of Return Metal price 6 USS/1b Interest 6%	10.50%	10.79%	9.95%
Tax 35%	10.30%	10.79%	9.93% 62.041

The highest pretax revenue is obtainable with 9,000 t/day treatment. The deficits of Catavi Mine in 1981 and 1982 exceeded US\$ 15 million, so the above figure indicates a great improvement in the balance of payments, of over US\$ 21 million.

DCF calculations have given a result of around 10% for each case, where the tax rate, differing from that in the annual balance calculation, was estimated at 30%.

These calculation results can be judged to show that this project has sufficient economic profitability.

(6) Exploration Program

Our proposals are based in the following investigation results.

a. Situation where Ore Deposits are Located

·特别是在1995年中,中国的国际中国的国际的国际的国际的国际的国际。

Our studies have made it clear that the tin ore deposits in this area converge on anticline axes or in wings surrounding the anticline within a great anticlinal structure running north-south, and are deeply related in position and origin with the existence of the stock of quartz porphyry.

b. There is a wide region newly covered with a layer of thyolite lava, especially in the eastern half of the investigated area. In this region, the San Florencio ore deposit is the same

kind of deposit as the Liallagua deposit, i.e., a "window" exposed from a parent rock of paleozonic stratum; and this fact suggests the existence of blind ore deposits below the lava.

- Care Physical Test Results have been been been been been been deep to be the second of the second of
- (a) The difference in density is very clear between the altered quartz porphyry and the paleozoic formation.
- (b) The IP values of the mineralized zone and the altered sedimentary rock are much higher than those of the other kinds of rocks.

Based on these data, the following exploration plans are proposed.

- a. Because of the relationship of ore deposits with geological structures and volcanic activitiy, the choice should be aimed at the vicinity of the San Florencio ore deposit.
 - b. Gravity Prospecting

Area: $10 \text{ km} \times 15 \text{ km} = 150 \text{ km}^2$

Instrument : Lacoste gravimeter

Term: Two months for field work and two months for laboratory work; four month in total.

Cast: US\$ 65,000

c. IP Electric Prospecting

IP prospecting should be applied to the region containing a altered zone extending toward the northwest from the San Florencio deposit, to directly detect one deposits or altered quartz porphyry.

Area: 3 km x 6 km = 18 km2

Instrument: IP Mod. IPR 8 or IP C 2.5 kw and IP transmitter - receiver made by Yokohama Denshi Ltd.

Method: Frequency-Domain method, Gradient array

Term: About six months for field work, and about 2.7 months for laboratory work

Cast: US\$ 87,000

Because of the technological level at the site, the gravity and IP prospecting must be carried out under expert advice.

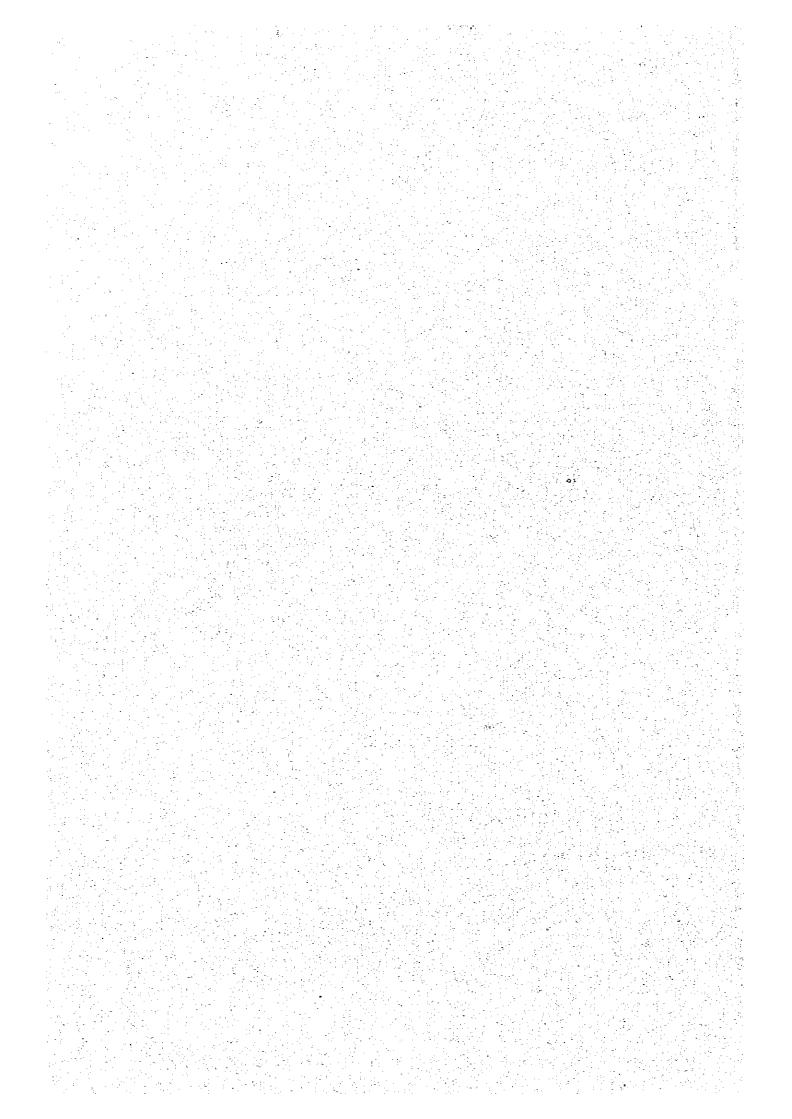
3. Conclusion

The realization of our proposals on the modernization plans for Catavi Mine requires US\$

116 million for the construction cost for a 10,000 t/day capacity of crude ore treatment, and an additional some US\$ 150,000 for the exploration costs. It can be easily understood that COMIBOL is now under a severe situation with regard to bearing the entire amount of expenditures.

It is most desirable, therefore, that the Government will provide powerful assistance measures for realizing this project, because the modernization of Catavi Mine is not only a requirement for the mining industry of Bolivia but is also one of the national projects. The successful realization of this new program in such a way must result in a tremendous financial contribution to the local community as well as to the Government.

Moreover, a significant fruit of the modernization of Catavi Mine will be the certain promotion of the settlement of similar problems in other mines, which we believe, will necessarily accelerate the reconstruction of the whole of COMIBOL.



PART I INTRODUCTION

CHAPTER 1. OUTLINE OF CATAVIMINE

(1) Location and Transpoilation

Catavi Mine, the target of this investigation, is located in Bustillo Prefecture, Potosi State, Bolivia, about 100 km in the south-west direction from Oruro City which is a center in the eastern Andean mining zone. It takes about four and a half hours by car to reach the mine from La Paz, the capital, via Oruro. There is a railway operated by COMIBOL (the Corporación Minera de Bolivia), running between Machacamarca, located about 3 km south of Oruro, and Uncia, located to the south of Catavi, but it carries mainly freight and passengers are conveyed by bus. Although Catavi Mine is in Potosi State, the location is near the boundary with Oruro State, so that the Mine is deeply related with Oruro City in its economic aspect and simply maintains the administrative relationship with Potosi City.

(2) Topography and Climate

Catavi Mine is topographically a part of the eastern Andean mountain system, and the facilities of the Mine are installed in a basin-like zone. The highest peak in the region is Mt. Juan del Valle (4,600 m above sea level), and some fan shaped formations are to be found in its vicinity, with Uncia Town in the southern foot, Llallagua district in the northern foot where mining facilities and shopping streets exist, and Catavi district in the north-eastern foot where mining facilities and company residences lie. The lowest part of the basin is dotted with small lakes and marshes such as Lake Kenko.

The climate consists of the rainy reason from December through April and the dry season from May through November, with the highest atmospheric temperature reaching 20°C and the lowest some -5°C in the dry season (winter). The annual rainfall is 500 to 700 mm, most of which is concentrated in the rainy season. The difference between the day and night temperatures is so great as to exceed 15°C. The general climate is cold, with a small rainfall and low humidity. Therefore, many spots are dry and barren with little vegetation, and the cultivation of agricultural products is limited and productivity is low. Hence the climate is the greatest restriction against the development of the area.

(3) Operations at the Present Time

Catavi mine is proud of having the greatest scale worldwide at present for a mine exploiting virgin tin ore deposits. Since the Mine was developed by Simon I. Patin in 1903, many bonanzas have occurred one after another, which made the Patino family one of the world's plutocratic families. Patino established a company named Compania Mines & Enterprises Cons. in 1984, to run not only Catavi Mine but also other superior mines, during which time

Catavi Mine was the mainstay. In 1952, the largest revolution, including a social revolution, since the establishment of Bolivia resulted in the nationalization of all mines under the control of Patino, and thus they have changed into the mainstays of COMIBOL. The main hadage is level was excavated at \pm 650 ML in 1924 to start regular underground stoping, which brought about a highly modernized operation in terms of the world at that time. The cumulated amount of production of metallic tin is said to exceed 500,000 tons, while the grade of crude ores has fallen from $12 \pm 15\%$ Sn at the beginning down to 9% Sn in the 1920s, 0.8% Sn in the 1960s and 0.3% Sn at present. The ore reserves in 1981 are shown in Table 1-1.

Table I-1 Reserves of the Catavi Mine (Jun. 30 1981)

		Resérve	
Type of Reserves	Tons Min.	Sn%	Tons Fino
Vetas	443,472	1.52	6.757.71
Vetas en blocks	115,399	2.08	2,398.34
Puentes	44,338	2.88	1,275.16
Block caving	3,255,329	0.39	12,797.36
Blocks chicos	89,698	0.40	363.14
Existencias	103,478	0.92	948.04
Total (mine)	4,051,714	0.61	24,539.75
Desmontes	21,961,820	0.27	59,845.16
Veneros	297,249,015	0.01	30,558.49
Relaves	32,262,227	0.37	118,686.20
Total (surface)	351,473,062	0.06	209,089.85
Sum Total	355,524,776	0.07	233,629.60

As can be seen from the Table, an important theme for Catavi Mine is how to cope with the deterioration of one grade.

The production records over the most recent four years are listed in Table 1–2, while the present scale of operation is 5,000 tons of daily crude one output with 0.3% Sn grade, with a workforce of 5,000 employees. Mining methods used are shrinkage stoping for veins and block caving for the mined and filled part and concentrated part of branchveins and their production ratio is 2:8, which indicates that shrinkage working faces are decreasing, while block caving is suffering from the draw point.

ভালের প্রস্থানির ভালার বিভাগের প্রতিভাগের বিভাগের প্রতিভাগের বিভাগের প্রতিভাগের প্রতিভাগের বিভাগের বিভাগের বিভ

Table 1-2 Production During Recent Years

	Year	1978	1979	1980	1981
**	Crude ore	1,432,0681	1,266,625	1,283,515	1,324,0141
D G	Assey Sn	0.38%	0.34%	0.32%	0.31%
	Sn Conc.	7,386 ¹	6,636 ^l	6,181 [€]	5,7671
Produ Under Contro	Assey Sn	40.07%	38.05%	37.02%	35.41%
Sh-Met	al	2,959 ¹	2,5251	2,288 ¹	2,0421
Sn-Met saled of		1,430 ^t	1,408	1,661	1,386
Total S	n-Metal	4,389	3,9331	3,9491	3,4281

Regarding concentration, the mined and extracted ores are first separated with a heavy media liquid in the Siglo XX pre-concentration plant, and the precipitated ores are then transferred to the Victoria mill plant where they are subjected to gravity concentration (mainly table concentration and partly jigg separation) and finally to the desulfuring floatation process to finish up as tin concentrate. Slime from the mill plant was dumped into Lake Kenko followed by floatation in Kenko concentration plant, which is not in operation now because of troubles with the dredger. The crude ore supply to Siglo XX pre-concentration plant is about 5,000 t/day with some 0.3% Sn content, with the grade of the preconcentrated products being 0.45% Sn and the recovery of tin around 75%. Victoria mill plant treats about 2,000 t/day of crude ores, upgrading these ores to concentrate of some 40% Sn content, which is then concentrated to a level of 60% Sn recovery.

All of the facilities of each mill plant, although they are now operating on low-grade ores with a low recovery, are the same as they were for the high-grade ores with a high recovery, and they have become remarkably deteriorated, bringing about the current decline in efficiency.

Incidental facilities are various repair shops, electrical facilities and water equipment, among which the ones worthy of note are a foundry accepting orders from mines under the control of COMIBOL, and two hydro-electric power stations. The production capacity of the foundry is 2,000 t/year which provides one half of the entire requirement for castings of COMIBOL, and the foundry is now under the control of Catavi Mine although it is under the self-accounting system. Public welfare facilities are highly developed, with COMIBOL's largest hospital having 265 beds, a school of nursing, 17 grade, junior-high and high schools with 416 teachers and 14,000 daytime and evening students, distribution stations, theaters and novie houses.

Along with the	deterioration (of the ore gi	ade, the oper	ration of Cata	vi Mine has become
extremely difficult,		the state of the s	化二氯甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基	化氯化二甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基甲基	ニュー・・・・・・・・・ こうしゅう かんかい
COMIBOL itself bu					
1000年,1000年第二年 1000年 - 第二個公司第二			hele partigorium. En personale		
			e gradini di selan Ngjaraji na		

કાર્યું તો આ મહેલ કર્યું છે. એક આ ગામકો છે. એ કે એક ક્ષેત્રાનો માટે કો મારે સાથે કાર્યું, છે. એ કે કો મોડે કો એક કો એક કો એક કો છે. 医结合性 机光线电影 化美国电影 海拔 医胸膜 医二氯甲基酚 医皮肤性 医乳毒素 ादको रक्षा अस्ति अस्ति अस्ति अस्ति । अस्ति अस्ति अस्ति । विस्तर सम्बद्धि । विस्तर सम्बद्धि । 表现 化二甲甲烷基甲基 医二氏管管 建氯化 电影电影 法国际的 医皮肤炎 美国的复数形式 医乳质原物 医血管 સ્ત્રિમાં કાર્યા કર્યા કાર્યા સ્ત્રિમાં કો હોંકોલા સાને કર્યાં જી પ્રકૃતો હતા મોક માટે તે કે તે કરાયા છે. કરાયો છે ક े केले परिकार अने बोर्क के प्रोंक का मानका में अने विकास है है। को बादू का का जिल्हा के उत्तर का का की है। है 一大大學學學學學學學學學學學學學學學學學學學學學學學學學學學學學學學學學 करिए हो दिन के किया है। एक करिएक अनेक्षा किया है। किया के किया के कार के किया है। उनके कर के किया है किया है कि का नाम प्रमाणका निकार के हैं है। नाम के इस अंक्षांत्र ने अविवाह के प्रमाणका है के प्रीकृषि है है है। एउटी के न 如 化铁铁矿 職 化 化自己性 医性性 经保险的 医皮肤的 医皮肤的 人名比克 经多价的 化二烷基 ોમાં આવે અને કેટલી માર્ગ તરે પ્રોમારિક કિલ્લોનો ત્રામ માટે જાય ઉત્તર કરવામાં આવ્યા છે. આ ઉત્તરીને કેટલી માટે ક