

VISITAS TÉCNICAS
REALIZADAS SUBSEQUENTEMENTE
AO XII CONGRESSO INTERNACIONAL
DE PROCESSAMENTO DE MINERAIS

RELATÓRIO DE VIAGEM

AO CHILE



Setembro/1977

ÍNDICE

I	- INTRODUÇÃO	1
II	- ATIVIDADES PRINCIPAIS	3
	2.1 - Usinas de Beneficiamento	3
	2.1.1 - Mina El Teniente (Usina Colon)	3
	2.1.2 - Mina Andina	4
	2.2 - Refinarias	5
	2.3 - Visita Técnica ao CIMM	7
III	- ATIVIDADES SECUNDÁRIAS	11
	3.1 - Visita ao INTEC (Instituto de Investigações Tecnológicas)	11
	3.2 - Entrevista com o Sr. Ministro das Minas	12
	3.3 - Visita ao CIIM (folheto anexo)	12
IV	- CONCLUSÕES	14
V	- ANEXOS	
	a) Roteiro de Viagem	
	b) Folheto do CIMM	
	c) Folheto da CODELCO	
	d) Folheto do INTEC	
	e) Folheto do CIIM - INTI	
	f) Minerales, Vol. XXXII, nº 137	
	g) CIMM - a new concept for research	

I - INTRODUÇÃO

Como prolongamento do XII Congresso Internacional de Processamento de Minerais, realizado em São Paulo, de 29 de agosto à 03 de setembro pp., além das visitas empreendidas a distritos mineiros no País, foram organizadas duas visitas técnicas ao Chile e ao Peru.

O presente relatório diz respeito à excursão ao Chile, cuja programação constou basicamente de visitas a duas refinarias de cobre (Las Ventanas e Caletones), duas usinas de beneficiamento (Minas Andina e El Teniente), visitas técnicas ao INTEC (Instituto Nacional de Tecnologia) e CIMM (Centro de Investigación Minera y Metalúrgica) e, finalmente, uma entrevista com o Sr. Ministro das Minas daquele País. Esta programação, efetivada em um período de apenas 5 (cinco) dias, revestiu-se de um caracter um tanto superficial pela exiguidade de tempo (Ver Roteiro anexo). Não obstante isso, pode considerar-se que o conhecimento "in loco" da situação geral da mineração chilena e a oportunidade de apreciação do nível tecnológico na indústria e na pesquisa, bem como observações de detalhes importantes neste campo, poderão reverter em proveito para o setor de tecnologia mineral da CPRM, não apenas a médio prazo, mas em termos imediatos.

A excursão ao Chile contou com 18 (de-

cont.

zoito) participantes de 8 (oito) diferentes países, assim distribuídos: Austrália (2), Japão (6), Brasil (3), Alemanha (1), Finlândia (3), Inglaterra (1), U.S.A. (1), Zâmbia (1).

É dever salientar-se a grande receptividade com que o grupo foi acolhido em todos os lugares visitados, e, em especial, a amizade e o interesse todo particular que parece existir do povo chileno para com o povo brasileiro.

Retornando via Buenos Aires, foi aproveitada a oportunidade para uma visita técnica ao Centro de Investigación para las Industrias Minerales do INTI (Instituto Nacional de Tecnologia Industrial), visita também interessante, do ponto de vista da oportunidade de maior intercâmbio técnico com aquele País vizinho.

cont.

II - ATIVIDADES PRINCIPAIS

2.1 - Usinas de Beneficiamento

2.1.1 - Mina El Teniente (Usina Colon)

O minério explotado em El Teniente, de pendendo do nível topográfico da lavra, é processado em uma das duas usinas de beneficiamento: Sewell (2.100 m de altitude) e Colon (1.900 m).

A usina de beneficiamento de Colon cons titue-se basicamente de moagem, classificação e flotação. Processa 25.000 t de minério por dia, com teor médio de 1,4% Cu. Os principais minerais de cobre presentes são: cal copirita, bornita, calcosina e covelita. Nos estágios de britagem (primária, secundária e terciária), o minério é reduzido à uma granulometria de 3/8". O circuito de benefi cimento é constituído, basicamente, por 7 (sete) moinhos de bolas (14' x 24'), 5 (cinco) hidrociclones de 20"/moi nho e 48 células de flotação/moinho.

Após moagem (83 - 85% < 100 meshes) e classificação, a polpa segue para os condicionadores e, pos teriormente, ao circuito de flotação "rougher", onde são flotados inicialmente, todos os sulfetos (de cobre, ferro e molibdênio). Aí, obtém-se um concentrado com 7% Cu e um re jeito (0,2% Cu) que é descartado do circuito. A flotação é efetuada usando-se Minerec como coletor, Dowfroth 200 como

espumante e H_2SO_4 como regulador de pH (pH = 4). Em seguida, tem-se uma operação de limpeza (1ª cleaner), produzindo um concentrado com 20 - 25% Cu. Este, juntamente com os concentrados de Sewell são submetidos a uma remoagem (85% < 325 mesh) para liberar a pirita dos sulfetos de cobre. Num segundo estágio de limpeza (2ª cleaner), a um pH 11 (com CaO) e adição de cianeto (depressor da pirita), flotam-se os sulfetos de cobre e molibdênio, obtendo-se um concentrado com 40% Cu. Num estágio final, flota-se a molibdenita (coletor - óleo diesel) e deprimem-se os sulfetos de cobre (depressor LR-744). Os concentrados de cobre são enviados a Caletones por mineroduto e os de molibdenita (95% MoS_2) são filtrados, secados e acondicionado em tabores (200 l), para exportação.

Reservas da Mina -

2.1.2 - Mina Andina

dis. lavagem!

A Mina Andina é a mais nova das quatro administradas pela Corporación Nacional Del Cobre - CODELCO. Tendo entrado em operação em 1970, suas instalações, de uma maneira geral, são bastante modernas. Produz 220.000 t/ano de concentrados de cobre e 280 t/ano de molibdenita. Desta produção, 88% são exportados para o Japão. Isto deve-se ao fato do Japão, através da SUMITOMO, haver participado do investimento para implantação do projeto. *qual a participação?*

O teor médio do minério tratado é de 1,5 Cu. O processo utilizado é semelhante ao da planta de con

quanto de Mo?

centração de Colon e consta basicamente de: britagem, moagem, classificação e flotação. A recuperação da usina é de 85 - 87%. A flotação é processada em pH = 12, utilizando-se como coletores Minerec e Z-200.

distância

A Mina Andina está localizada no topo da Cordilheira dos Andes, à uma altitude de 3.900 m. Pelas condições adversas de frio rigoroso e avalanche de neve, na estação de inverno, todo o complexo da usina de beneficiamento foi construído no subsolo. Os concentrados são transportados para SALADILLO, povoado situado a uma altitude de 2.000 m, por minerodutos de 3", e os rejeitos por tubulação de 14" até a barragem de sedimentação.

*Dados sobre o mineroduto
Reservas.*

2.2 - Refinarias

Caletones

Tipo de concentração

A Refinaria de Caletones processa os concentrados de cobre provenientes das plantas de concentração de Colon e Sewell (Mina El Teniente). Destas plantas à refinaria de Caletones, o concentrado é transportado por um mineroduto (50% sólidos) de 3 km de extensão e 15 cm de diâmetro. Antes de ser alimentado nos fornos, o concentrado é espessado e secado, reduzindo-se a umidade para 10%.

cont.

O processo utilizado na Refinaria de Caletones consta basicamente de: ustulação, fusão, conversão e refino pirometalúrgico. Após a etapa de ustulação, a fusão é efetuada em fornos de reverbero (1.350°C), onde se escorifica a ganga, obtendo-se um mate com 50% Cu. Este é levado aos conversores, onde se processa sua transformação em cobre "blister". Esta operação consiste de uma oxidação, mediante o insuflamento de ar e adição de fundente para eliminação do enxôfre e, escorificação do ferro. A escória produzida nesta etapa volta aos fornos de reverbero, por conter ainda um alto teor em cobre. A operação prossegue, com insuflamento de ar nos conversores (1.200 - 1.300°C) até a formação de metal branco e obtenção do cobre "blister" com pureza de 99,43% Cu. Finalmente, segue-se à operação de refino a fogo, mediante o insuflamento de ar e a introdução de troncos de eucalipto. O produto desta operação de refino, com pureza de 99,92% Cu, é moldado em lingotes de 23 kg e enviado para os armazéns de expedição. A produção anual é de 283 mil toneladas de cobre metálico (1976).

No que se refere ao insuflamento de ar nos conversores, a usina em questão, vem introduzindo modificações recentes na linha do processo Noranda, procurando adaptar-se à moderna tecnologia.

*Características das
minerações* 7

Las Ventanas

A Refinaria de Las Ventanas processa os concentrados de cobre das pequenas e médias minerações. Faz parte da Empresa Nacional de Minería - ENAMI, empresa estatal que controla as minerações de porte médio. Sua produção anual é de 93.600 t de cobre metálico, 5.400 kg de ouro e 18.000 kg de prata. Com a ampliação prevista, deverá atingir a produção de 120.000 t/ano de cobre metálico, a partir de março/77, com a introdução de um quarto conversor. O processo utilizado é semelhante ao de Caletones (pirometalúrgico), com apenas uma diferença, qual seja, a de refino eletrolítico, ao invés de refino a fogo. As operações constantes do fluxograma são: ustulação, fusão, conversão e refino eletrolítico. Neste, utiliza-se uma densidade de corrente de 2,53 amperes/m², eletrólito com 38-40 g Cu/l, a uma temperatura de 65°C.

2.3 - Visita Técnica ao CIMM

Os contactos com o CIMM, desenvolve - ram-se em duas etapas. Inicialmente, como parte da programação geral foi organizada uma visita a todas as instalações do Centro. A seguir, no último dia de permanência no Chile, foi realizada uma segunda visita ao citado Centro, por iniciativa própria.

cont.

Uma vez que estão sendo anexadas diversas publicações sobre os aspectos organizacional e funcional do Centro, no presente relatório são abordados apenas aspectos complementares às informações ali contidas, bem como impressões colhidas no debate com membros daquela Instituição.

Implantado em 1971, o CIMM significou até o presente um investimento de US\$ 14 milhões, dos quais US\$ 4,5 milhões foram gastos na aquisição de equipamentos.

Do total investido, US\$ 1,5 milhões foram obtidos das Nações Unidas e US\$ 1,0 milhão do Governo Belga, através de acordos de cooperação técnica, cabendo ao próprio Chile o restante do investimento, ou seja US\$ 11,5 milhões.

Quanto ao pessoal técnico, segundo se pode observar, existe no presente momento um problema grave e de difícil solução, qual seja a impossibilidade de manter um quadro técnico estável que dê continuidade ao trabalho. Existe um fluxo grande de técnicos para o exterior, fluxo este formado, principalmente pelos profissionais mais qualificados. Obviamente, o problema está afeto às dificuldades econômico-financeiras gerais, em que se encontra o País.

Não obstante isso, alguns grupos persistem em setores nos quais o Centro parece funcionar com

muita eficiência. Entre outros poderiam ser citados as equipes de Mineralogia Aplicada, Flotação, Hidrometalurgia e Dinâmica dos Fluidos.

Esta última parece contar com ótimos profissionais, sendo as instalações de pesquisa bem aparelhadas e, as instalações piloto muito versáteis. Estas constam de 3 "loops" de aproximadamente 50 metros de comprimento com tubulações de 2", 4" e 6". A estação de bombeamento compõe-se de duas bombas de velocidade variável (Anti-Abrasion Slurry Pumps) marca Linatex (canadense), sendo uma 4" x 3" e outra 6" x 5". Os equipamentos auxiliares constam de: flowmeters, viscosímetros, etc., todos acoplados a registradores automáticos. Atualmente, o Departamento de Dinâmica dos Fluidos está a cargo do Eng^o. Patrício Wellman V. que, juntamente com o Eng^o. Alberto Salazar O. exerce a liderança dos trabalhos em andamento. Em anexo, encontram-se algumas publicações recentes da equipe em questão.

De resto, vale salientar a grande versatilidade observada da planta de britagem, no que se refere à sequência das operações de britagem primária, secundária e terciária, e, principalmente, às facilidades para homogeneização de grandes quantidades de amostra.

Quanto às possibilidades de intercâmbio com a CPRM, em entendimentos com o Prof. Alexandre Sutulov, o mesmo mostrou-se extremamente receptivo à idéia.

CIMM, dispõe-se a receber estagiários da CPRM, sem envolvimento de nenhuma despesa direta. Aliás, no momento, contam com um estagiário do CETEC de Belo Horizonte trabalhando no setor de flotação.

No entanto, sua opinião é de que tudo seria facilitado com um acordo de cooperação técnica que permitisse tanto ao CIMM como ao CETEM buscar mais facilmente assistência recíproca, através de seus especialistas em setores específicos.

cont.

III - ATIVIDADES SECUNDÁRIAS

Encontram-se englobadas no presente ítem atividades cuja realização possibilitou um conhecimento e uma avaliação de cada situação particular, despertando porém um interesse limitado, em comparação com o descrito no ítem anterior.

3.1 - Visita ao INTEC (Instituto de Investigaciones Tecnológicas)

Criado em 1969, o INTEC tem incluídas em seu campo de ação atividades voltadas para a indústria química, especialmente polímeros e plásticos, indústria elétrica e eletrônica, desenho industrial, automação e controle, etc. No campo da indústria mineral vem desenvolvendo trabalhos no setor de metalurgia extrativa, principalmente hidrometalurgia e electrometalurgia do cobre. Entretanto, tem-se a impressão de que a criação do CIMM logo a seguir, parece ter sobrepujado os trabalhos ali iniciados, com um certo grau de superposição de trabalhos e divisão de esforços.

O INTEC conta, porém, com instalações modernas e está de um modo geral, muito bem aparelhado. No setor de tecnologia de carvão, incluindo gaseificação, es-

cont.

tá em condições de desenvolver bons trabalhos.

3.2 - Entrevista com o Sr. Ministro das Minas

Organizada pelo Prof. Alexandre Sutulov, a entrevista foi realizada no mesmo dia da visita a Mina Andina, no final da tarde. Revestiu-se, no entanto, de um caráter um tanto formal, com uma breve exposição do Sr. Ministro sobre as perspectivas da mineração chilena, e a seguir algumas intervenções dos presentes. Respondendo ao delegado de Zâmbia que parecia preocupado com o aumento da produção de cobre do Chile nos últimos dois anos e coincidentemente, o declínio dos preços no mercado internacional o Sr. Ministro respondeu que o Chile não pretende investir na incrementação da produção nos próximos anos, mas apenas utilizar com um máximo de produtividade sua capacidade atual. Paralelamente pretende o Chile diversificar ao máximo a produção mineral, dando ênfase ao melhor aproveitamento de sub-produtos, tais como: molibdênio, ouro e prata, e de outros minerais metálicos e não metálicos.

3.3 - Visita ao CIIM (folheto anexo)

Retornando via Buenos Aires, tomou-se a iniciativa de empreender uma visita ao Centro de Investi

cont.

gaciones para la Indústria Mineral (CIIM) do INTI (Instituto Nacional de Tecnologia Industrial). Estivemos em contato com o Eng^o. Jonas Staugatis, Diretor do CIIM, e com o Eng^o. Jorge M. Jaluf, da mesma instituição.

Situado no Parque Tecnológico Miguelete, Buenos Aires, o CIIM encontra-se relativamente bem equipado, com instalações de laboratório e escala piloto para tratamento de minérios.

No entanto, o estágio atual do País no que se refere a pesquisa e desenvolvimento de processos de tecnologia mineral parece estar ainda em estado latente.

Existem dois outros Centros de Pesquisa semelhantes nas províncias de San Juan e Córdoba, tendo os três reuniões periódicas para discussão dos trabalhos em andamento.

A visita empreendida foi interessante do ponto de vista de estabelecer-se uma primeira ligação com a citada instituição. Seria importante dar continuidade a estes contatos iniciais, tendo em vista a possibilidade de, a médio prazo o CETEM poder vir a prestar serviços especializados também a Argentina.

IV - CONCLUSÕES

Devido a programação por demais intensa, as visitas foram em geral muito rápidas. No entanto, dado o caráter aberto e sem subterfúgios, que foi a tônica de todas as visitas, pode-se considerá-las interessantes e proveitosas.

O nível tecnológico da indústria de cobre, é reconhecidamente bom, inclusive com incorporações recentes de nova tecnologia.

Todo o pessoal técnico hoje envolvido nestas atividades é chileno, evidenciando que o País vem pouco a pouco abrindo e dominando a tecnologia implantada pelas companhias estrangeiras que precederam à CODELCO, no controle das grandes minas de cobre.


O CIMM, apesar da fase de dificuldades que atravessa, tem condições excelentes para o desenvolvimento de pesquisas de alto nível, principalmente pelo entrosamento com a indústria mineral do País, indústria essa que, em grande parte, patrocinou a sua implantação.

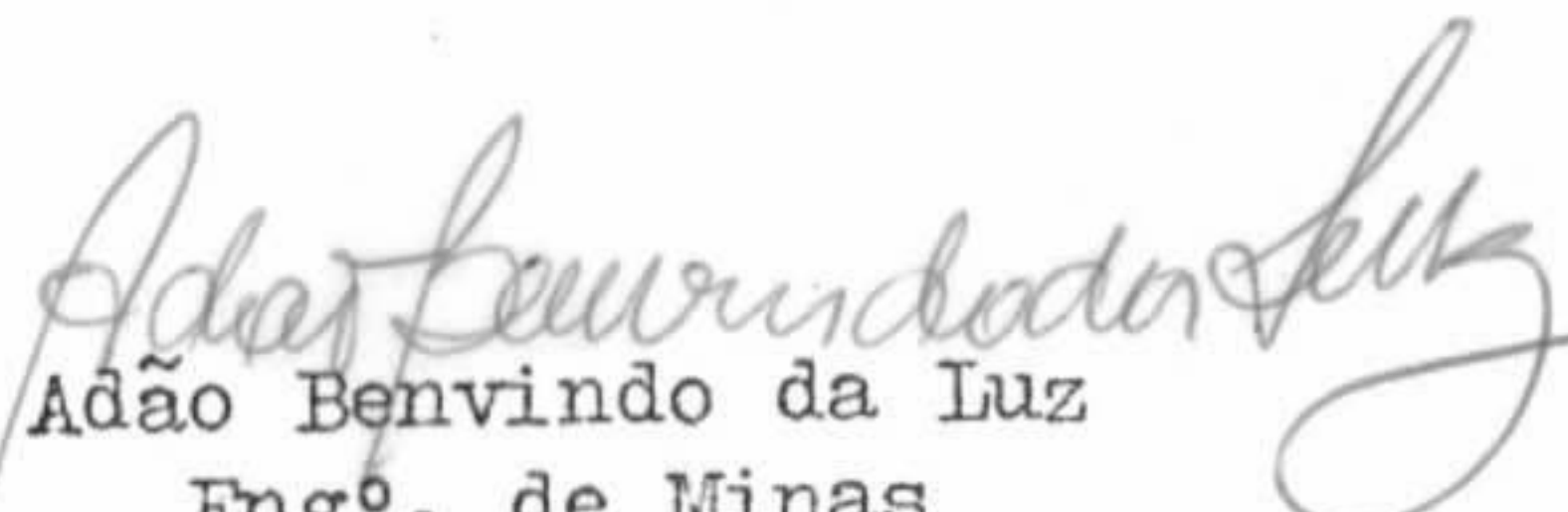
Consideramos que existem condições extremamente favoráveis para firmar-se um acordo de cooperação técnica com o CIMM, que servisse de base para um maior intercâmbio, tanto no que diz respeito a oportunidades de

cont.

treinamento recíproco como na prestação de serviços especializados, nos campos de atividades em que cada um venha a projetar-se.

Rio de Janeiro, 23 de setembro de 1977


José Farias de Oliveira
Eng^o. de Minas


Adão Benvindo da Luz
Eng^o. de Minas

ROTEIRO DE VIAGEM

- 03/09 - Sábado - Viagem ao Chile, via Campinas, SP.
- 04/09 - Domingo - Visita à Refinaria de Las Ventanas.
- 05/09 - Segunda-feira - Visita à Mina El Teniente (Usina Colon e Caletones).
- 06/09 - Terça-feira - Visita ao INTEC e ao CIMM.
- 07/09 - Quarta-feira - Visita à Mina Andina e Entrevista com o Sr. Ministro de Minas.
- 08/09 - Quinta-feira - Visita ao CIMM e Retorno via Buenos Aires.
- 09/09 - Sexta-feira - Visita técnica ao CIIM (Centro de Investigación para las Industrias Minerales) do INTI (Instituto Nacional de Tecnologia Industrial).
- 10/09 - Sábado - Retorno ao Rio.