

CARACTERIZAÇÃO GEOMETALÚRGICA DA MINA DE FÁBRICA NOVA¹

Antônio Delfonso Ferreira²

Elismar Miquelanti³

José Cândido⁴

Marcílio Silva⁵

Raul Ferreira⁶

Valéria Ribeiro⁷

Resumo

A mina de Fábrica Nova, localizada na porção leste do Quadrilátero Ferrífero, faz parte do complexo minerador de Mariana, estando à 150km de Belo Horizonte. Trata-se de um depósito mineral bastante heterogêneo composto por diferentes litologias que podem ser identificadas, com distintas características granulométricas, mineralógicas e tecnológicas. A alimentação da usina de beneficiamento é feita considerando o *blending* dessas diferentes litologias (minérios itabiríticos e hematíticos) alcançando um teor de Fe médio de 55%. O ROM é transportado por sistema de correias de 12km de distância da Mina de Fábrica Nova até a usina de Timbopeba. O objetivo do estudo geometalúrgico foi identificar os tipos de litologias da mina e o efeito de suas características, bem como de suas misturas, nos índices operacionais e na qualidade do produto de cada operação unitária do processo de beneficiamento. Atualmente o circuito está sendo alimentado sem utilização do pátio de homogeneização, fazendo com que a importância deste estudo seja mais relevante. Para isso foram devida e representativamente amostradas diferentes litologias para caracterização e testes em escala de bancada com foco na previsibilidade e otimização de processos. Os dados granulométricos, a caracterização e aplicação dos testes em bancada permitiram o agrupamento de litologias em tipologias, além da setorização da mina considerando características granulométricas, mineralógicas e tecnológicas. Esses resultados vêm sendo utilizados na execução dos *blends* de lavra e tem garantido o equilíbrio entre maior estabilidade e produtividade do processo de beneficiamento, bem como otimização da reserva.

Palavras-chave: Caracterização; Geometalurgia; Previsibilidade.

CHARACTERIZATION GEOMETALLURGY OF THE FABRICA NOVA MINE

Abstract

The Fabrica Nova mine, located in the eastern portion of the Quadrangle Ferriferous, is part of the complex Mariana miner, being at 150 km from Belo Horizonte. It is a very heterogeneous mineral deposit consisting of different lithologies that can be identified with distinct characteristics granulometric, chemical, mineralogical and technological. The feed processing plant is made considering the blending of these different lithologies (itabirite and hematite ores) reaching an average content of iron of 55%. The rom of mine is transported by belt system of 12 kilometers away from the Fabrica Nova Mine to the Timbopeba plant. The objective of this study was to identify the types of lithology of the mine and the effect of its characteristics, as well as mixtures thereof, the operating ratios and the quality of the product of each unit operation of the beneficiation process. Currently, the circuit is being fed without use the homogenization courtyard, making this important study more relevant. For this was owing and representatively shown different lithology for characterization and tests of scale bank with focus in the prediction and process optimization. The data about granulometry and chemical, the characterization and application of the bench tests allowed the grouping of lithologies in typologies, beyond the sectorization of the mine considering particulars granulometric, chemical, mineralogical and technological characteristics. These results has being used in the execution of blends and has guaranteed the balance between bigger stability and productivity of the improvement process, as well as optimization of the reserve.

Keywords: Characterization; Geometallurgy; Predictability.

¹ Contribuição técnica ao 41º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas e 12º Seminário Brasileiro de Minério de Ferro, 12 a 26 de setembro de 2011, Vila Velha, ES.

² Analista operacional Senior, Gerência de operação Usina de Fábrica Nova, Vale, Brasil.

³ Msc. Analista Master de Processo, Gerência de Engenharia de Processo, Vale, Brasil.

⁴ Msc. Técnico de Controle de Processo, Gerência de operação Usina de Fábrica Nova, Vale, Brasil

⁵ Msc. Técnico de Processo, Gerência de Engenharia de Processo, Vale, Brasil.

⁶ Msc. Engenheiro Minas, Gerência de Processo, Vale, Brasil.

⁷ Msc. Engenheira Geóloga, Gerência de Planejamento de Lavra, Vale, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A geometalurgia é cada vez mais reconhecida como uma ferramenta que reflete as tendências modernas que buscam eficiência na avaliação de projetos, previsibilidade e otimização de processos além de aumento dos conhecimentos geológico e tecnológico da reserva.

Segundo Williams e Richardson,⁽¹⁾ o mapeamento geometalúrgico trata-se de uma metodologia que descreve a variabilidade de depósitos minerais e quantifica o impacto de parâmetros geológicos e mineralógicos sobre as operações de tratamento de minérios e processos metalúrgicos. A palavra chave usada por vários autores é previsibilidade. A quantificação espacial que resulta pode ser integrada a modelos tridimensionais de blocos e às atividades de planejamento de lavra. Assim, é uma importante ferramenta aplicada à redução de riscos de negócios associados a novos projetos ou expansões.⁽¹⁾ Em geral, essa ferramenta é desenvolvida e aplicada durante as fases de pré-viabilidade ou viabilidade, sendo o primeiro passo a revisão e levantamentos de parâmetros geológicos, mineralógicos e outros críticos.

No caso de Fábrica Nova, o depósito já está em exploração e o mapeamento geometalúrgico objetivou o aumento da previsibilidade e otimização dos processos de beneficiamento, além de compreender a gênese do depósito possibilitando um melhor aproveitamento do minério ou até mesmo aumento de reservas. O estudo de geometalurgia em Fábrica Nova teve início em 2004, onde constituiu-se uma equipe multidisciplinar com representantes da área de geologia, planejamento, operação de usina, processo e controle de qualidade. Na ocasião as diferentes litologias reconhecidas e mapeadas em Fábrica Nova foram devida e representativamente amostradas para caracterização e testes em escala de bancada com foco na previsibilidade e otimização de processos. Foram individualizadas 11 unidades tipológicas, com diferentes composições granuloquímicas, mineralógicas e tecnológicas, resultando assim em diferentes respostas às operações unitárias de tratamento de minérios.

Com o desenvolvimento do trabalho mostrou todavia que esses 11 tipos deveriam ser subdivididos em subtipos para refletir com mais fidelidade o que ocorria no processo, bem como as nuances químicas e mineralógicas dos tipos identificados inicialmente. O conhecimento litológico, granuloquímico, local de ocorrência e mineralógico aliado ao conhecimento estrutural do depósito, permitiram subdividir a mina de Fábrica Nova em diferentes setores: NW, NE, CW, CE e sul.

Paralelamente aos ensaios tecnológicos houve o acompanhamento do processamento *blends*, registrando num banco de dados as características mais importantes, os índices operacionais e a qualidade dos produtos.

Adicionalmente, estão sendo feitos ensaios padronizados de bancada e caracterização mineralógica para ajuste fino das conclusões e iniciado o desenvolvimento de um modelo matemático para previsão de produtos, consumo de reagentes e produtividade. Para a próxima etapa está previsto o aprimoramento e implantação de um modelo geometalúrgico, considerando os novos tipos definidos no estudo.

As principais etapas dos processos de beneficiamento e tratamento dos blends de minério consistem em britagem, peneiramento, classificação, deslamagem, concentração magnética de média intensidade, flotação, espessamento e filtragem, gerando granulados, *sinter feed* e *pellet feed*.

A Figura 1 mostra um fluxograma simplificado. Este fluxograma possibilita a obtenção de granulados (-31,5+8,0mm), *sinter feed* natural (-8,0+1,0mm), *sinter feed* fino (-1,0+0,15mm) concentrado por separação magnética de média intensidade com concentradores de tambor do tipo WDRE (*wet drum of rare earths*) e *pellet feed* obtido por flotação. O circuito de deslamagem é composto por etapa primária, secundária e/ou terciária, sendo a lama espessada para reaproveitamento e maior recirculação de água.

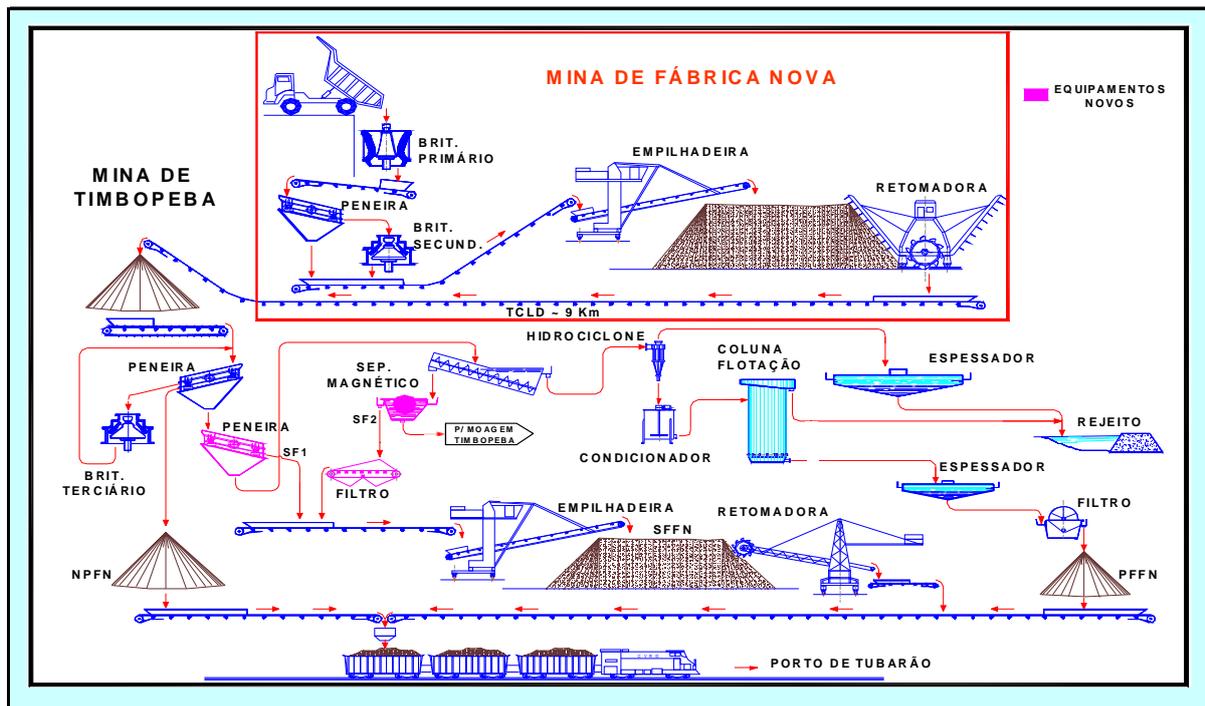


Figura 1- Fluxograma simplificado da Usina de beneficiamento de FN.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Com base no conhecimento adquirido da mina em estudos anteriores foram amostradas 21 tipologias em Fábrica Nova através do método de canaletas. A coleta de amostra foi realizada de modo a garantir a representatividade das mesmas, em trincheiras ou taludes (dimensão do corpo, estruturação das camadas e viabilidade). A alíquota de cada amostra foi de aproximadamente 800 kg, sendo as encaminhadas ao Centro de Pesquisas Tecnológicas – caracterização e testes tecnológicos. Foram realizadas análises granulométricas e mineralógicas das seguintes frações: -37,5+8,0mm; -8,0+1,0mm; -1,0+0,150mm e 0,150mm. A análise mineralógica foi realizada através de microscópio óptico de luz refletida, sendo quantificados minerais como HE, HL, HG, HS, MA, GO, GT, QZ e OT, bem como também a associação entre eles. O somatório das hematitas HE+HL+HG+HS pode ser também descrito como hematitas lisas ou compactas (HC's).

Visando dar continuidade a esse estudo, testes de concentração magnética serão realizados com a fração -1,0+0,150mm, simulando equipamento industrial (WDRE) (*wet drum of rare earths*) com o objetivo de recuperação de toda magnetita reliquiar

(presente livre ou associada as demais hematitas) e assim a obtenção de *sinter feed* fino. A fração $-0,150\text{mm}$ será submetida a ensaios de deslamagem e flotação, visando à obtenção de concentrado com máximo de $0,80\%$ de SiO_2 , sendo realizados também estudos de dispersão x pH e avaliação da dosagem de coletor e depressor.

Após aplicação do teste padrão, interpretação dos resultados, acompanhamento de determinados *blends* como próximos passos será iniciado o desenvolvimento de um modelo geometalúrgico para previsão de produtos, consumo de reagentes e produtividade considerando os novos tipos definidos no estudo.

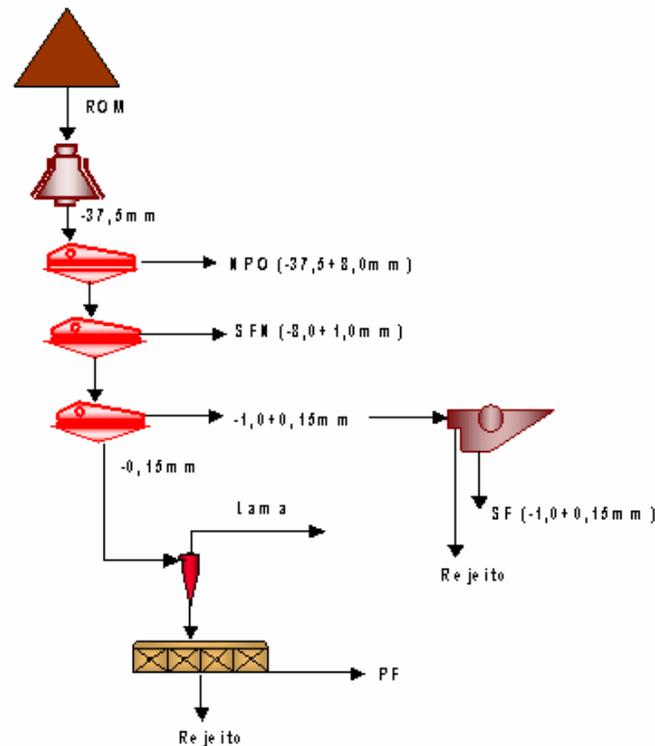


Figura 2 - Fluxograma de tratamento das amostras em escala de laboratório.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra a setorização da mina de Fábrica Nova, considerando características granuloquímica, mineralógicas e tecnológicas já conhecidas através de estudos realizados anteriormente. Em outras palavras pode-se dizer que, o conhecimento litológico (local de ocorrência, granuloquímica e mineralogia) aliado ao conhecimento estrutural do depósito, permitiram subdividir a mina de Fábrica Nova em seis setores: Noroeste, Nordeste, Centro Oeste, Centro Leste, Fundo Cava e Sul. Os limites físicos de cada grupo foram definidos pela área de ocorrência dos corpos de minério, sua mineralogia, sua química e contaminantes.

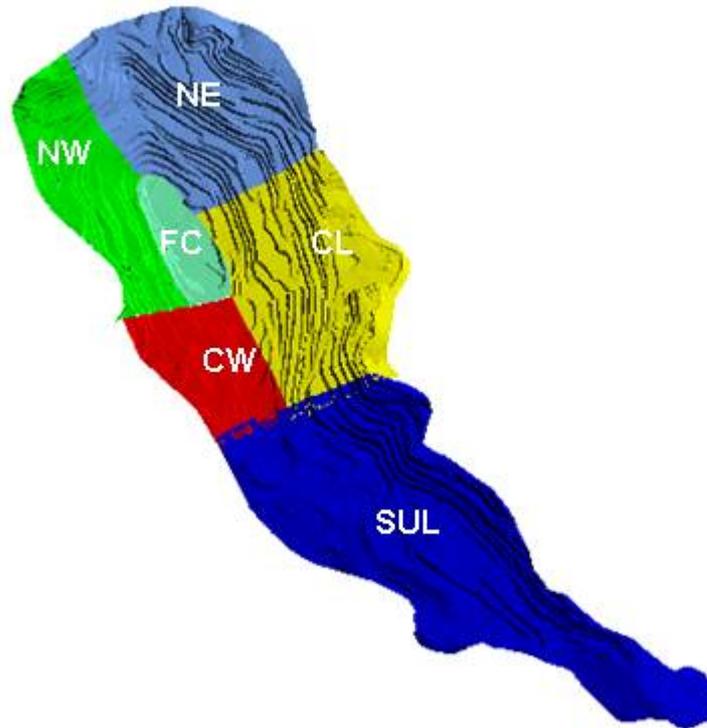


Figura 2 – Setorização da Mina de Fábrica Nova.

As litologias que compõem o blend para alimentar a usina foram subdivididas em nove tipologias baseado a princípio em critérios granuloquímicos, são elas:

Tabela 1. Tipologias da Mina de Fábrica Nova

LITOLOGIAS	TIPOLOGIAS	SETORIZAÇÃO DA MINA
Hematitas	HEA	NW, NE, CW, CE, FC, SUL
	HEB	
Hematita Goethitica	HGOA	NW, NE, CW, CE, FC, SUL
	HGOB	
Itabirito Rico	IFRA	NW, NE, CW, CE, FC, SUL
	IFRB	
Itabirito Pobre	IF1A	NW, NE, CW, CE, FC, SUL
	IF1B	
	IF2	

A Figura 3 mostra a variação granulométrica por tipologia que influencia positivamente ou negativamente na geração de granulados e *sinter feed*, afetando consequentemente o rendimento em massa global da usina.

Em geral, pode-se dizer que para as hematitas, itabiritos friáveis e itabiritos friáveis ricos os tipos classificados como “A” tendem a gerar mais granulados e *sinter feed* garantindo um maior rendimento em massa da usina, enquanto os tipos classificados como “B”, se utilizados em maior proporção, podem sobrecarregar a taxa da deslamagem e flotação, em virtude da maior massa retida na fração -0,15 mm.

Com base nesses resultados, durante a alimentação direta orienta-se os técnicos de controle de qualidade para blendar o tipo A com o tipo B, evitando alimentar B com B de forma que, não ultrapasse o limite do circuito através taxa da deslamagem.

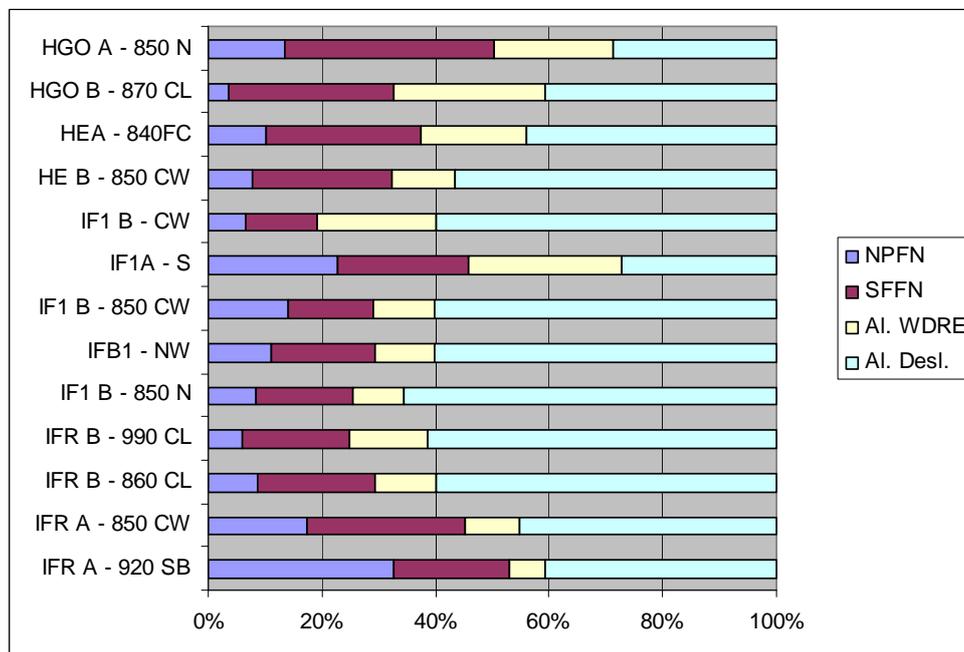


Figura 3 - Variação granulométrica por tipologia.

A Figura 4 mostra a variação mineralógica por tipologia. Constatou-se que a utilização do HGOB na alimentação direta pode privilegiar a geração de produtos naturais (granulados e *sinter feed*), porém devido ao elevado percentual de goethita dificulta o processo de flotação. O HGOA favorece a geração de produtos naturais e é muito menos prejudicial durante o processo de flotação. Verifica-se também que devido a elevada massa magnética (Tabela 2) esse tipo apresenta boa recuperação magnética.

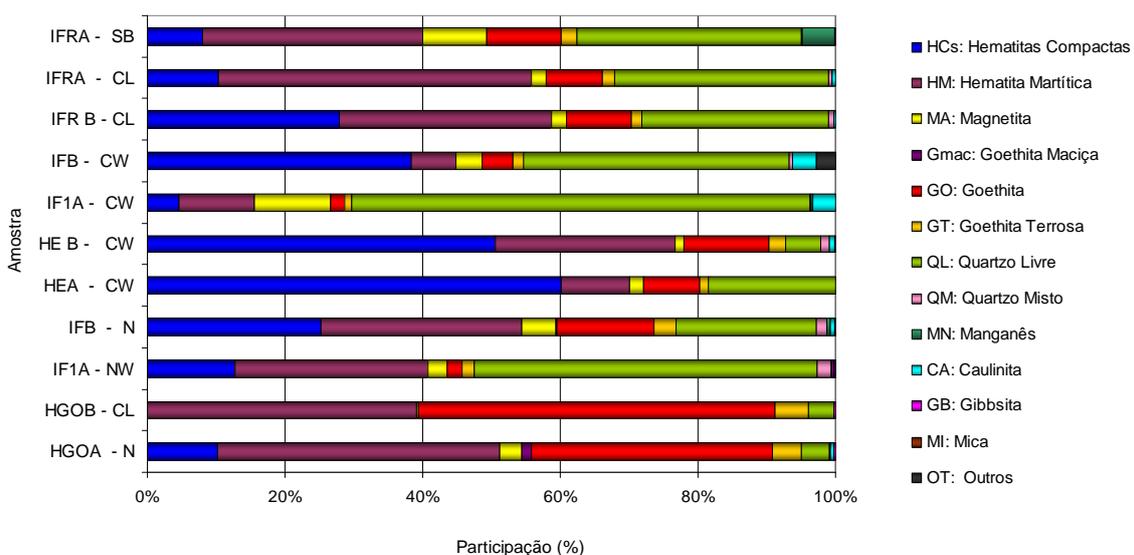


Figura 4 - Variação mineralógica por tipologia.

Tabela 2 - Variação da massa magnética por tipologia

ID CPT	ID Original	Fração (mm)	% Ferromagnético*	% Paramagnético	% Diamagnético	% Goethita Livre	% Porosidade
1	HGO - N	-1,0+0,15	29.20	36.94	23.78	10.08	12.25
2	IF1A - NW	-1,0+0,15	24.91	15.37	59.72	0.00	8.00
4	IFB - N	-1,0+0,15	22.06	33.10	38.09	6.74	8.00
6	HE A - CW	-1,0+0,15	31.46	29.64	37.91	0.98	6.00
7	HE B - CW	-1,0+0,15	29.79	41.37	27.68	1.16	9.25
8	HGO B - CL	-1,0+0,15	11.18	10.71	25.26	52.85	8.50
9	IF1A - CW	-1,0+0,15	13.56	10.95	75.49	0.00	6.00
10	IF1B - CW	-1,0+0,15	23.70	21.01	55.29	0.00	6.00
11	IFR B -CL	-1,0+0,15	13.55	30.37	54.05	2.02	11.00
12	IFRA - CL	-1,0+0,15	7.47	37.34	52.67	2.52	10.50
13	IFRA - SB	-1,0+0,15	19.66	19.66	57.36	3.32	5.50

* Ferromagnético: qualquer partícula que contenha magnetita, seja preservada, associada ou relictual.

Em se tratando de área pode-se dizer que a área oeste (CW, NW) da Mina de Fábrica Nova, em geral, predominam as tipologias “B”, que são geradoras de *pellet feed* e na área leste da mina (CE e NE) predominam as tipologias tipo “A” que favorecem a geração de produtos naturais.

Otimizações industriais das operações unitárias de deslamagem e flotação foram feitas, com base na divisão das litologias em tipologias, levando a um aumento no índice de acerto na produção de “*pellet feed*” para a redução direta.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos permitem o mapeamento e seqüenciamento de acordo com as características granulométricas, mineralógicas e comportamentos tecnológicos das tipologias existentes;

O acompanhamento dos diferentes blends indica ser possível a previsibilidade dos processos existentes.

REFERÊNCIAS

- 1 WILLIAMS. S.R.; RICHARDSON. J.M. Geometallurgical Mapping: A New Approach That Reduces Technical Risk. Proceedings 36th Annual Meeting of the Canadian Mineral Processors. The Westin, January 20-20, 2004, Ottawa, Ontario, Canada.