

8.3 Mariana 綜合項目

Mariana 綜合項目包括Alegria、Fabrica Nova、Fazendao及Timbopeba礦場。Fazendao於1976年在CVRD控制下開始生產，其後是Timbopeba於1984年開始生產。CVRD於2000年收購了Alegria及Fabrica Nova。Alegria從1965年開始生產，而Fabrica Nova則相對較新，於1997年首次投產。

8.3.1 地質

Mariana 綜合項目的各礦位於鐵四邊形地區 (Quadrilátero Ferrífero)的東部，地質結構長度五十公里，其中40公里與Formación Ferrífera分支露頭相關。2004年，Mariana 綜合項目生產2,630萬噸鐵礦石，赤鐵礦與鐵英岩的比例為0.92%；它約佔南部體系儲量的38%。

圖8-24顯示Mariana綜合項目的部分衛星圖像。

Mariana 綜合項目礦場2004年的公佈的產量顯示主要生產礦是Alegria (63%)及Timbopeba (33%)礦，Fazendão礦場 (4%) 僅有少量生產；然而，隨著Fábrica Nova礦場的投產，全景展望將於2006年開始發生巨大變化，Fazendão礦場增加產量及Timbopeba礦場於2008年關閉。

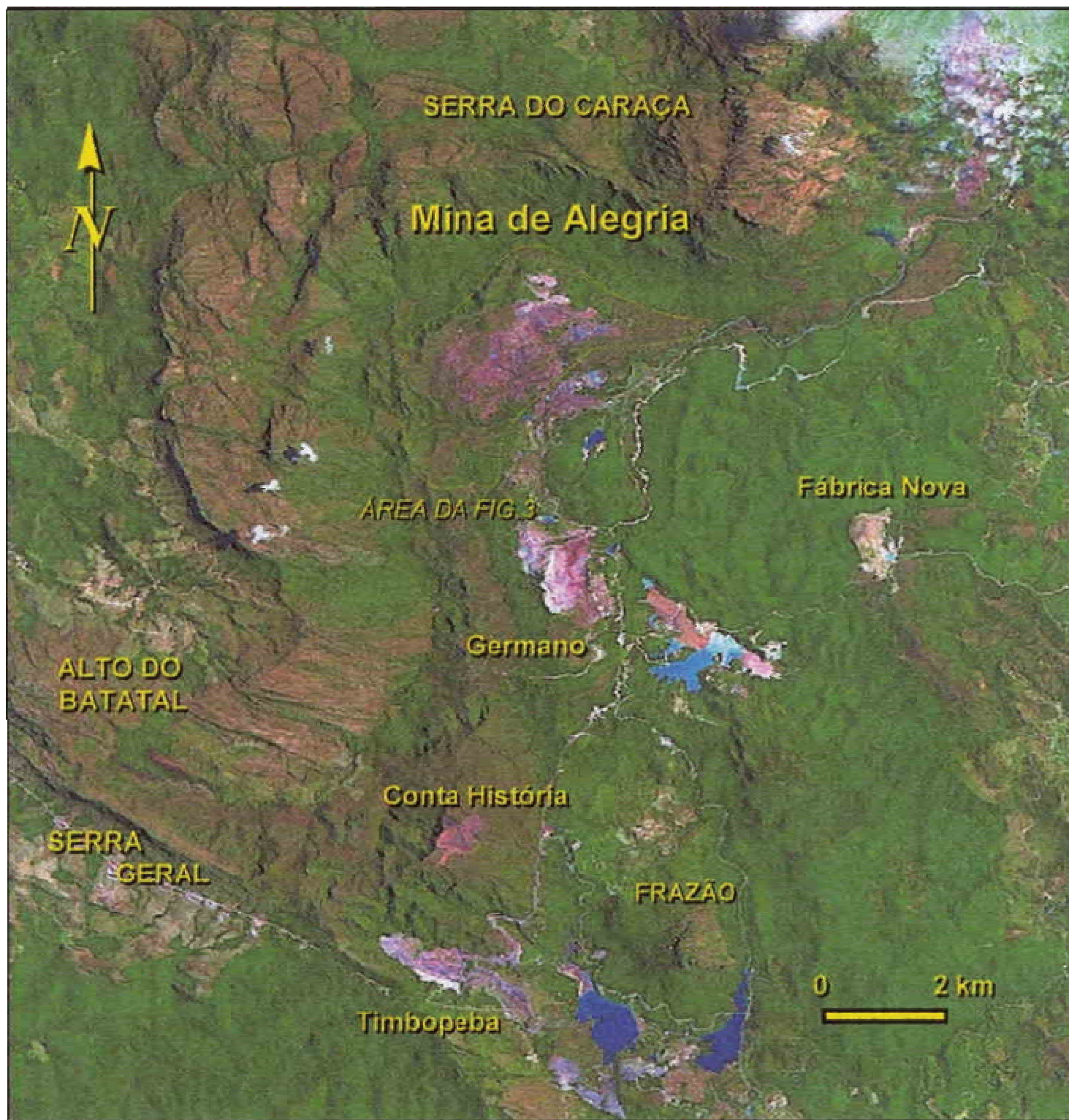
*Alegria*礦場

Alegria礦場估計佔Mariana 綜合項目儲量的13%。其坐落Río Paracicaba水文省的高處，構成Rio Doce兩條主要支流中的一條。其坐落在Córrego dos Almas的Serra do Caraça的一旁（在海拔950和1420米之間形成一個拱背(synclinal Alegria)），位於Formación ferrífera的50公里露頭的中央部位。

Alegria鐵礦床被界定為Caué Formation內三層邊界礦石類型層序，從底部起算，出現赭石鐵（60米）、鐵英岩層（180米）和閃岩鐵英岩（超過70米）精礦。該層序列已受到強烈構造活動的影響，包括正常和逆斷層活動。Hematitic礦石出現於層序較低的部分，並與斷層和褶皺帶相關聯。

圖8-25顯示Alegria礦床的簡化地質圖。

Alegria鐵礦礦床於2003年建模，數據庫包括765次鑽孔和66,903米岩心中的620次鑽孔和45,143米岩心。已完成新鑽孔145個（21,761米），並計劃再鑽探31次鑽孔（3,860米），以便於2005年更新該地質模型。



編製者
 PINCOCK公司, ALLEN & HOLT
 274 Union Boulevard, Suite 200
 Lakewood, Colorado 80228 電話
 (303) 986-6950

項目編碼

9296.00

圖片提供者／編製者

Companhia Vale do Rio Doce

項目名稱

2004年儲量審計

質學

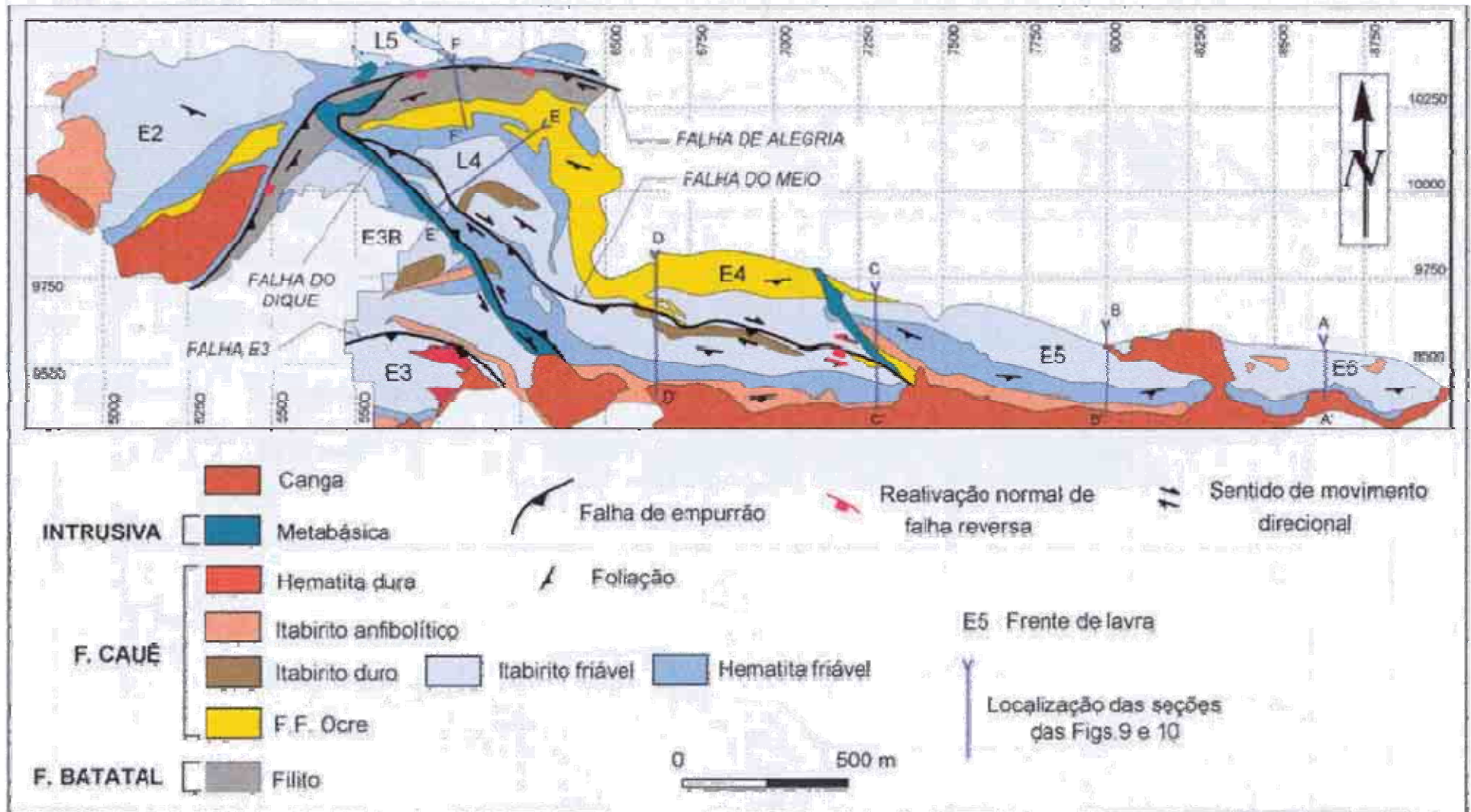
圖 8-24
 南部體系 MARIANA綜合項目 - 地

發出日期

2005年4月

圖片名稱

Fig8-24.cdr



計劃鑽孔目標是為更好地了解礦床更深區域並進行等級控制。

於2004年，Alegria礦場的產量約佔Mariana綜合項目鐵礦石的63%，佔南部體系儲量的5%，赤鐵礦與鐵英岩礦石的質量比率為0.07。

***Fábrica Nova* 礦場**

Fabrica Nova位於Formación Ferrífera露頭的最東端，位於Santa Rita Syncline的東邊。根據其他資料，Santa Rita Syncline已受過五次地質構造事件影響，已發生強烈的斷裂活動，且礦化柱發生倒轉。Fábrica Nova的主要礦石類型由豐富鐵英岩組成，夾生赤鐵礦岩體。該地區所有先前存在岩石覆蓋「rolados」或崩積層、「鐵角礫岩」和紅土。

SAMITRI公司（從1991年至2000年）及CVRD（自收購以來（2001 - 2003））已對Fábrica Nova礦床進行勘探調查。該礦床已舉行七次鑽孔活動（四次由SAMITRI完成），共計370次鑽孔，岩心50,592米。216次鑽孔及25,265米化驗岩心記錄的數據被編譯成地質模型。除154次鑽孔（25,327米）並未包含在該模型數據庫內之外，於2005年計劃增加23次鑽孔，5,180米的岩心。

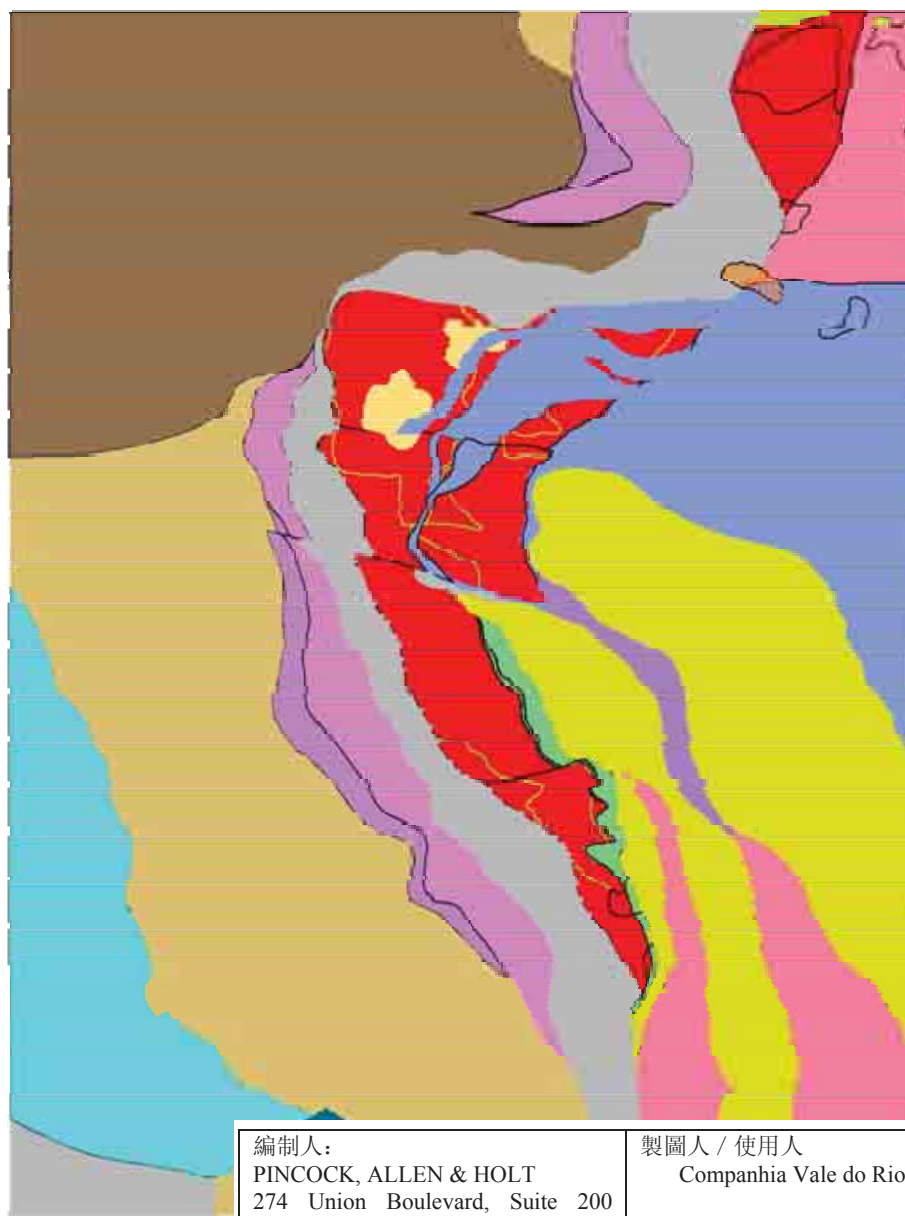
Fábrica Nova 礦化情況按抽取一半岩心，利用濕法分析（鐵和氧化亞鐵）和其他元素的ICP化驗釐定。所有抽樣將送往Alegria礦場實驗室進行化驗，但不包括1991年、1994年、及1997年／1998年鑽孔活動的727份抽樣，原因是該等抽樣並無從以前抽樣程序中留下岩心。地質模型包括完成化驗的4,499份礦化間隔中的3,855份抽樣。

圖8-26顯示了Fábrica Nova礦場的地質圖。

Fábrica Nova儲量佔南部體系鐵礦石儲量的23%，赤鐵礦對鐵英岩的質量比率為0.08。PAH實地考察時剛投產。

***Fazendão* 礦場**

Fazendão礦場位於Formación Ferrífera的Alegria的北延部分。CVRD於1976年向Caraça Ferro e Aço Ltd.收購了該礦產，已勘探鑽孔229次，岩心24,889米（210次鑽孔及22,494米岩心納入經審核模型）。CVRD已預定於2005年期間鑽孔30次，岩心長4,966米，以審查該資源模型。Fazendão礦床包括約5,000米長礦化結構的南北延伸區，從南部São Luis（該地質結構呈現寬度700米）開始至北部的包括Fazendão和Fazendão 兩個個區的Tamanduá（該地質結構呈現寬度250米）。



- GAL - Alvílio
- QTG - Cascalheira
- BX - Bauxita
- LT - Latente angloesa
- CG - Caraga
- ISA - Gr. Isacolem / Fm. Sta. António
- IU - Gr. Isacolem indiviso
- MPS - Gr. Sabará
- MPF - Gr. Piracoba / Fm. Fecho de Furo
- MPB - Gr. Piracoba / Fm. Barreira
- MPC - Gr. Piracoba / Fm. Cercadinho
- MPU - Gr. Piracoba indiviso
- MIC - Gr. Isabela indiviso
- MCB - Gr. Caraga / Fm. Barreira
- MCM - Gr. Caraga / Fm. Moeda
- RMU - Gr. Mequém
- KNLU - Gr. Nova Lima
- RVU - SGr. Rio das Velhas indiviso
- GNM - Gnaisse

編制人: PINCOCK, ALLEN & HOLT 274 Union Boulevard, Suite 200 Lakewood, Colorado 80228 電話: (303) 986-6950	製圖人 / 使用人 Companhia Vale do Rio Doce 項目名稱 2004 儲量審計	圖 8-26 FABRICA NOVA GEOLOGIC MAP	刊發日期 2005 年 4 月
項目編號: 9416.00			匯圖名稱 Fig8-26.dwg

訂約中的Fazendão礦場降低生產進度，2004年生產礦石120萬噸。計劃在審查2005年資源模型後增產。Fazendão礦床約佔南部體系儲量的8%，赤鐵礦與鐵英岩礦石的質量比率為0.10。

Timbopeba礦場

位於Alegria礦場南部延伸區的Timbopeba礦床被Formación Ferrífera包圍。該礦場由高品位赤鐵礦礦石組成（集中位於向斜層底部）。

據評估，Timbopeba礦床鑽孔280次及岩心長44,016米（模型納入243次鑽孔及39,097米岩心）。該礦床並無增加鑽孔的計劃。

Timbopeba儲量於2004年年底約佔南部體系儲量的2%，赤鐵礦與鐵英岩礦石的質量比率為1.06。

8.3.2 地質統計學

Alegria、Fazendão及Timbopeba 礦床的資源模型於2001年至2004年期間進行審計。由於就擴大該等礦場資源而進行的新鑽孔活動不多，他們的新資源模型並無納入新的資料，因此該等礦床接受第1級審查。Fabrica Nova模型在上次審計已更新，故此該礦產完成第2級審查。

Alegria – Fazendão – Timbopeba Models - 第1級審查

Alegria模型乃利用Datamine®軟件創設。Fazendão模型及Timbopeba模型乃利用Vulcan ®軟件創設。CVRD的地質學家使用前文第3.0節所概述的程序。建模使用第3.3節討論的岩石代碼。

該等礦床的地質模型乃利用「平面圖的橫截面」技術編製。橫截面被編譯及數字化。橫截面封閉折線被轉移到間隔10米的平面圖分段。然後，由封閉折線的平面圖編譯創設線框固體顆粒岩性單位之間的所有接觸變質帶納入模型，做硬邊界。Alegria及Fazendão的固體顆粒的創設乃利用母單元尺度25 x 25 x 10米，而Timbopeba為25 x 25 x 13米。

CVRD向PAH審計團隊提供詳細的塊體模型變量和模型容積。PAH認為數據適用於建模。

Alegria及Fazendão的複合化驗值的計算乃使用標準10米長岩心複合物，而Timbopeba使用6.5米長的岩心複合物。用於複合的方法一般稱為「以岩性劃分」的技術。每次鑽孔初期開始複合，將10米增量（使用6.5米長的岩心複合物的Timbopeba除外）與獨立岩心複合物相結合。當岩性變化時啟動新的複合。

PAH對鑽孔複合物進行抽查，並無發現任何差異。

CVRD地質學家採用相關曲線圖的方法進行廣泛的方差圖分析。為取得各元素的累計值和顆粒粒度組，構建實驗相關曲線圖。金塊價值由井下相關曲線圖釐定。赤鐵礦的某些相關曲線圖顯示相關性差，並無評估空間的連續性。這可能是由於鑽孔稀疏間隔造成的。PAH也注意到了低金塊價值對鐵英岩相關曲線圖的井下領域的影響。PAH與 CVRD地質學家，審查了相關曲線圖的數據和曲線，認為整體而言數據可以接受。

Alegria礦床使用三通克里格法勘探。勘探距離位於長軸的280米至1,400米、長半軸180米至900米，以及短（垂直）軸45米至225米的範圍之內。

Fazendão礦床沿著長軸一次性通過勘探200米，沿著長半軸勘探150米，並沿著短（垂直）軸勘探40米。主要方向是對準000度方位角。45度弧的最小數字設定為1，每個45度弧最大數字為2。PAH認為，CVRD模型所使用克里格法參數屬合理。

PAH利用各變數的最鄰近估計，對克里格方塊複合物進行一系列驗證。一般情況下，兩種估計的全局平均品位相當接近（差異小於1%）。PAH確認，克里格方案屬合理，而且礦床的品位分帶在克里格估計得到正確的反映。然而，建議對地質模型進行進一步改進，以反映多種品位種群的存在。

在Fazendão模型中，PAH觀察到模型區域北部的變量AIG1存在輕微的、毫無意義的高估。這可能是由於該地區的鑽探密度不足。

Fabrica Nova 礦床 – 第2級審查

Fabrica Nova 礦床的地質模型乃使用Vulcan®軟件創設。CVRD的地質學家就該地質建模，使用前文第3.0節所概述的程序。建模使用第3.3節討論的岩石代碼。

地質模型的編製利用的亦是「平面圖的橫截面」技術。基於100 x 100米或50 x 50米的鑽孔網的橫截面利用CLI地質編碼進行編譯及數字化。橫截面封閉折線被轉移到間隔10米的平面圖分段。然後創設各種岩性的封閉折線硬邊界。就Fabrica Nova模型而言，每個10米間距平面圖定位到各階地的底部。通過投影封閉折線9.99米到下一個階地，創設線框固體顆粒，以定義空間區域。

不同岩性單位的所有接觸變質帶截然不同，可視為硬邊界。CVRD利用其接觸變質帶分析方法，並為與接觸變質帶距離有關的品位平均數相比較的所有岩性生成曲線。

該模型乃利用Datamine®軟件創設。線框固體顆粒的創設乃利用母單元尺度25 x 25 x 10米及最小子單元尺度6.25 x 6.25 x 5米。母單元尺度25 x 25 x 10米乃以鑽孔密度為基礎，相當合理，而最小子單元尺度6.25 x 6.25 x 5米足以捕獲礦化帶。各塊體變量利用線框固體顆粒進行標記，並根據相對應的塊體位置分配一個數值。

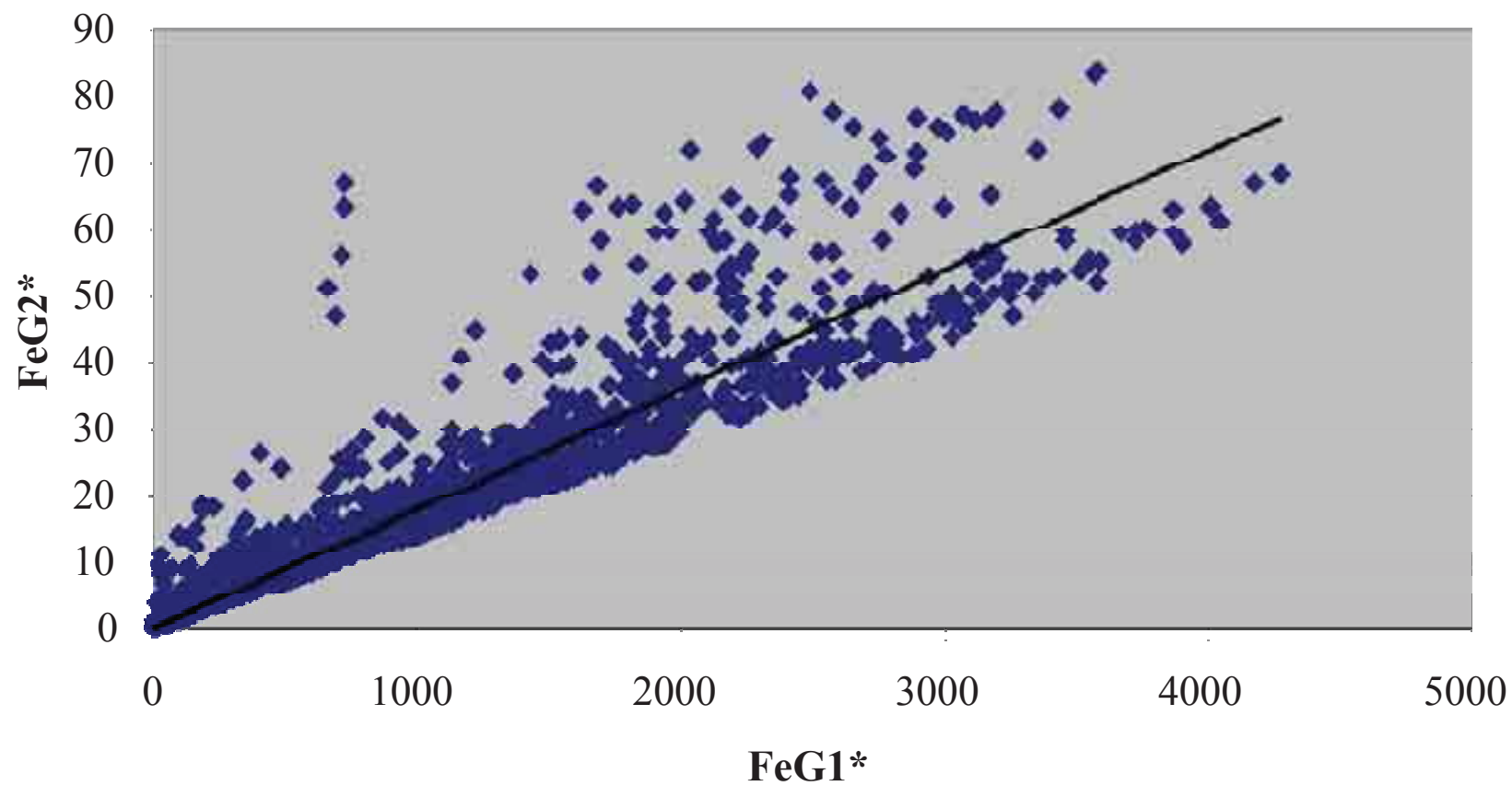
PAH對塊體模型內未分配塊體進行隨機檢測，以評估塊體模型是否存在任何錯誤。並無發現對礦石儲量估計可能產生影響的錯誤。

對礦床井下10米的鑽孔樣品化驗數據進行複合。每一個鑽孔初期開始複合，然後在同一岩性單位內增加10米處繼續複合。基於實際採礦階地高度和塊體模型垂直單元高度，選擇10米的岩心複合物。每個岩性邊界開始一個新的複合物。CVRD為模型所用的所有變量製作一系列的複合統計數字和曲線。

PAH使用原始數據，對兩個礦床的10米複合物進行抽查。觀察到細微的差異，但CVRD編製的整體數據是完全可接受的。

在取樣複合之後，CVRD進行品位累計，由組品位乘以有關組（例如，+6.3毫米組中鐵的FeGL - %乘以+6.3毫米組中鐵的G1 - %）。PAH製作累計組的幾條散佈曲線，以檢查相關的模型。圖 8-27包括Fabrica Nova礦床中FeG1與FeG2的散佈曲線。儘管發現FeGL與FeG1沒有相關性，但該等變量的化驗強大相關性顯而易見。

CVRD的地質學家使用相關曲線圖的方法進行廣泛的理想分析。構建各元素（鐵，矽，鋁，磷及錳）的相關曲線圖及不同水平方向和井下（垂直）方向的四個顆粒粒度組。同一元素的實驗相關曲線圖在不同的顆粒粒度組中顯示驚人的相似，因此CVRD決定就每次化驗的各長軸、長半軸及短軸方向提供僅有的一個相關曲線圖。



因此，將製作一個三維方差圖，代表FeGL、FeG1、FeG2、FeG3和FeG4。金塊價值由井下（短軸）相關曲線圖釐定。

該礦床採納的品位估計程序如下：

品位估計使用普通克里格法

就HF、HGO、IF、IFR及IGO各變量而言，沿著長軸一次性通過勘探300米，沿著長半軸勘探250米，並沿著短軸勘探30米。主要方向是對準000°方位角。45度弧的最小數字設定為1，每個45度弧最大數字為2。

就表面岩石單位（RR、RA及CG）而言，Fabrica Nova沿著長軸一次性通過勘探130米，沿著長半軸勘探100米，並沿著短（垂直）軸勘探30米。

在抽樣勘探中使用勘探橢圓體，一個在水平方向和一個在垂直方向，根據主要方差圖方向取向。

CVRD對Fabrica Nova及Maquine的最終模型進行了一系列的驗證檢查。檢查包括：

使用最鄰近(NN)方法，對估計模型平均數與反集聚合成物平均數進行統計比較。

目測階地曲線和橫截面。

檢查全局和局部的偏倚。

PAH使用最鄰近(NN)方法，對塊體模型平均數與反集聚複合物的統計比較進行抽樣檢查。CVRD提供克里格估計與最鄰近反集聚複合物平均數的階地曲線。該等曲線提供反集聚10米複合物數據的塊體平均數的一致性指標。PAH認為該比較數據是可接受的。塊體模型平均數顯示總體一致性良好。偏移度處於2%的範圍內。

PAH亦利用圖形分析驗證了數據，檢查克里格塊體的平滑性以及品位噸位曲線。PAH亦對塊體估計與化驗複合物進行有限的基礎統計比較檢查。污染元素的高估情況再次引人注意，PAH認為是相當保守的方法。

全局的平均值非常接近，估計模型可以充分反映局部品位變異。並無檢測到全局或局部偏倚。

觀察結果包括：

FeGL顯示一致性極強。

SiGL和G1均對較低階地有少許高估。

AIGL及PGL均對較高階地有少許高估。

PAH觀察了目標品位與容量關聯的大部分元素的容量及品位的整體一致性。

8.3.3採礦業務

2004年三個作業礦場的產量剛剛超過2,600萬噸礦石，而移除廢料3,800萬噸。表8-4提供Mariana 綜合項目過往五年的生產數據。此期間各個作業礦場的生產數據展現於圖8-28至8-30。2001年至2004年期間產量增加1,000萬噸，大多數來自Alegria業務。

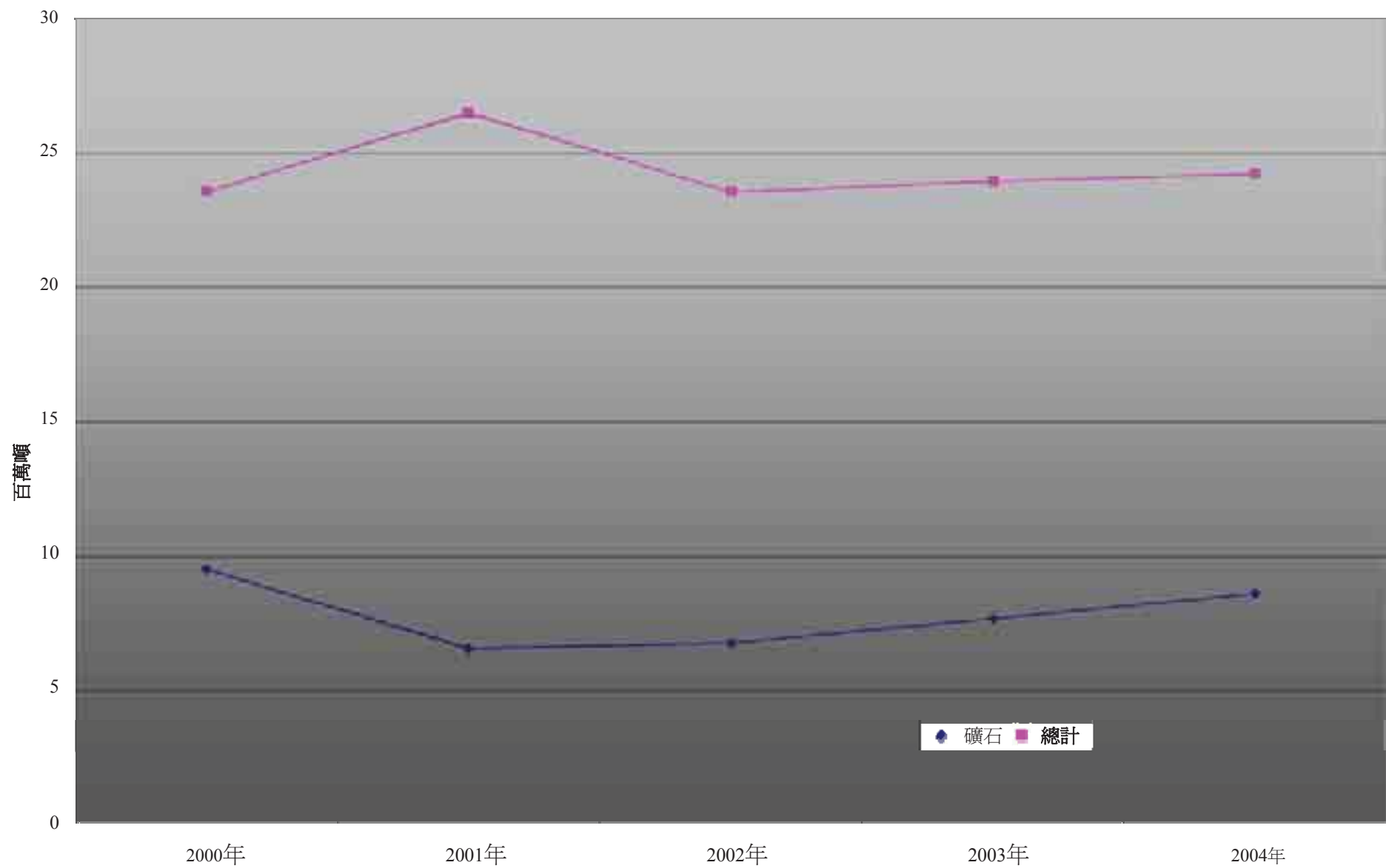
Alegria

Alegria是綜合項目的主體，2004年共計提供60%的礦選。來自該業務的可售產品因品位下降而減少。該礦場融合了來自Fabrica Nova的礦石，而且在不久的將來，該廠亦將通過輸送機接收來自Fazendao的礦石。Alegria的剝採比率低（2004年1.16:1）。該礦床寬0.4公里，長6公里。礦床南端礦井的品位低，但釩土及含磷礦物的含量亦低，因此可用於混合的目的。

2005年預算的礦石噸位將略低於1,200萬噸，並預計產量將保持相對不變，直至該礦場於2024年關閉。估計餘下儲量為2.13億噸，包括約6%的赤鐵礦及94%的鐵英岩。圖8-31顯示整體的工地佈局及礦井最終境界。

Alegria的採礦設備相當大型，包括Cat 785卡車（136噸）和Cat 994裝載機。配套設備包括Cat D10型推土機。

Samarco目前的採礦毗鄰Alegria，提取CVRD通常視為廢料的CVRD低品位原料。根據當前訂立直至2006年10月的合同，Samarco可以根據該安排提取共900萬噸。



編製者



PINCOCK公司, ALLEN & HOLT
274 Union Boulevard, Suite 200
Lakewood, Colorado 80228
電話 (303) 986-6950

圖片提供者/編製者

Companhia Vale do Rio Doce

項目名稱

2004年礦產資源

圖 8-28

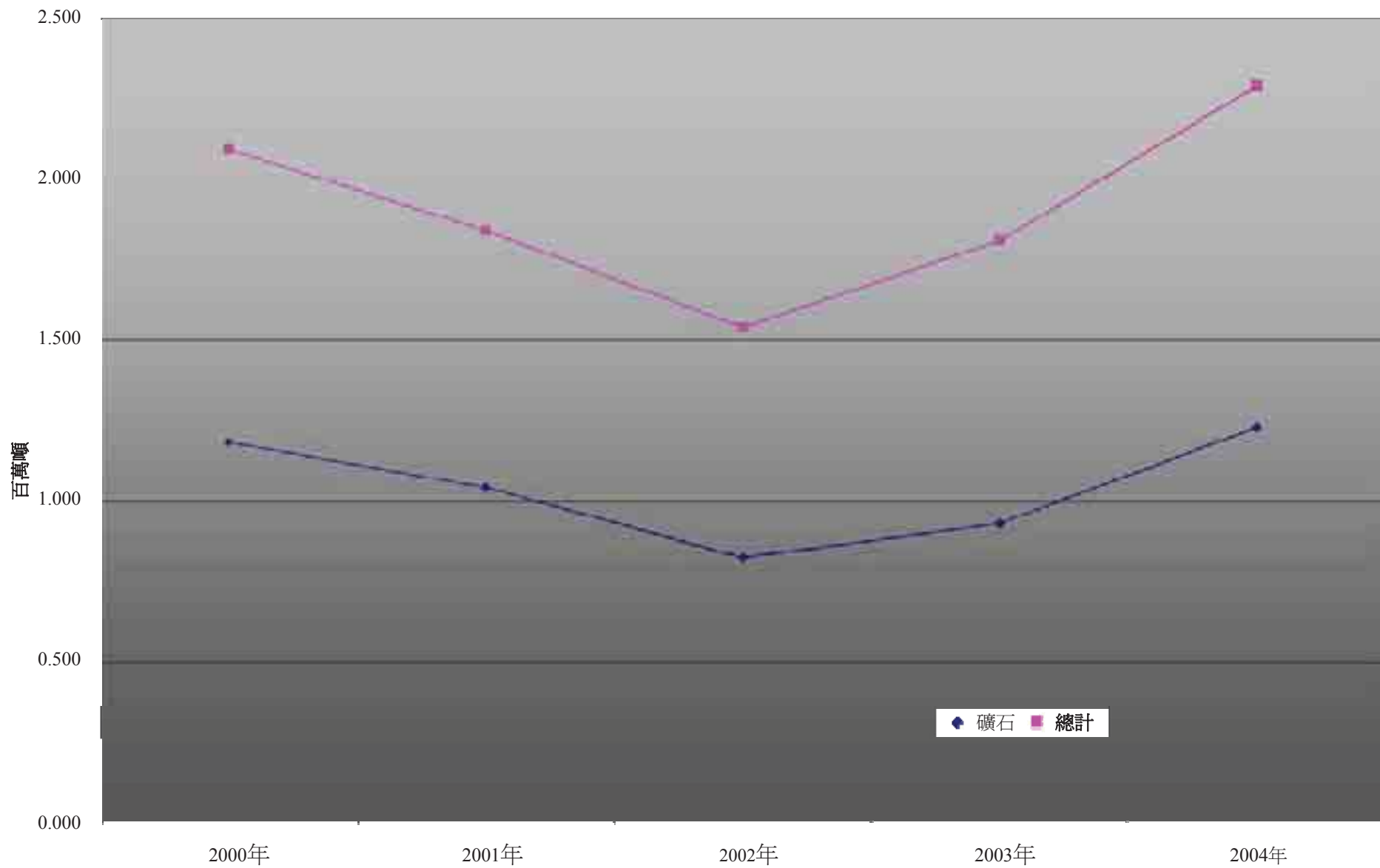
南部體系 - TIMBOPEBA 礦產量

發出日期

2005年4月

圖片名稱

Fig8-28.cdr



編製者



PINCOCK公司, ALLEN & HOLT
274 Union Boulevard, Suite 200
Lakewood, Colorado 80228
電話 (303) 986-6950

圖片提供者/編製者

Companhia Vale do Rio Doce

項目名稱

FAZENDAO 礦產量

圖 8-29

南部體系 - FAZENDAO 礦產量

發出日期

2005年4月

圖片名稱

Fig8-29.cdr

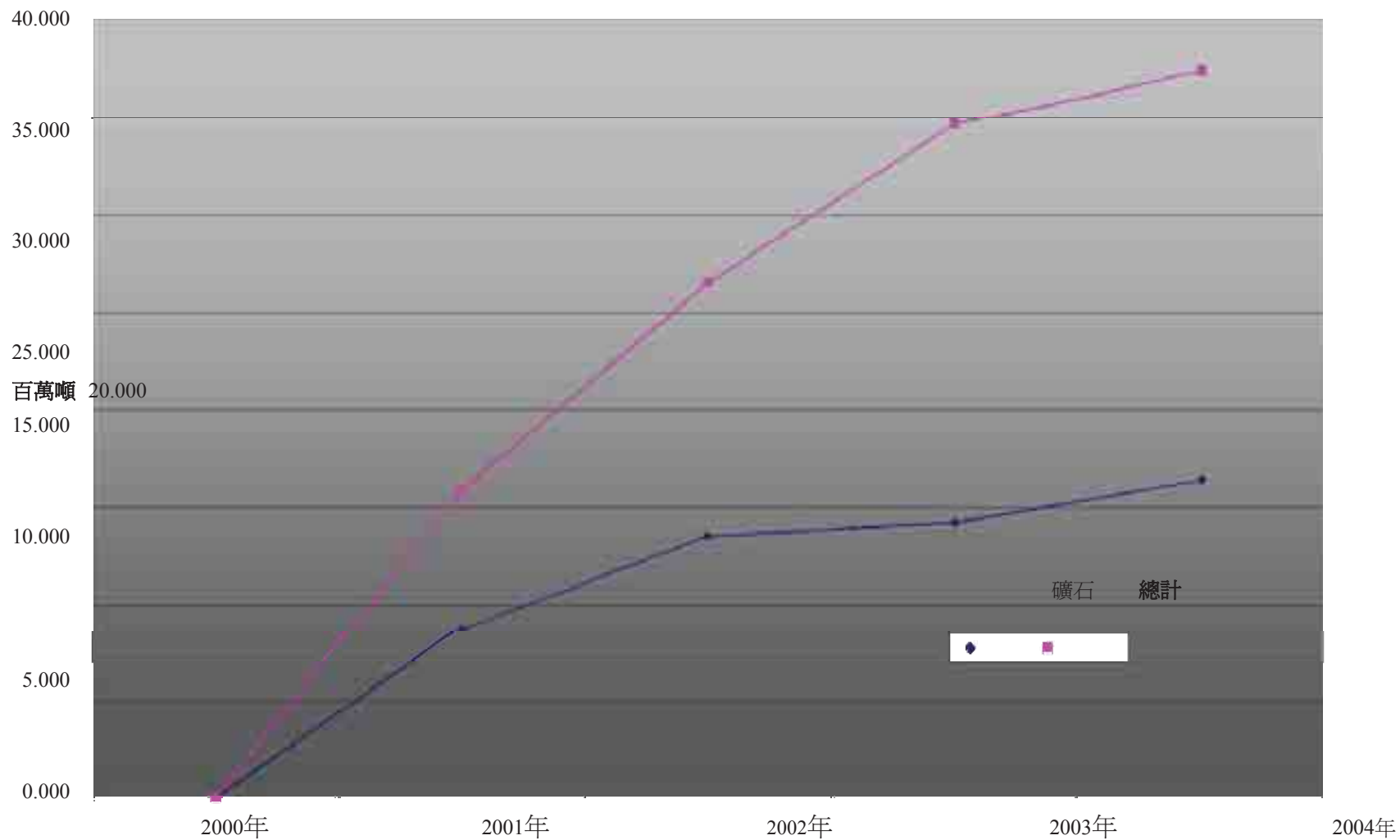


圖 8-30
南部體系 - ALEGRIA 礦產量

表8-4

Companhia Vale do Rio Doce
2004年12月審計報告
採礦原料
Mariana綜合項目

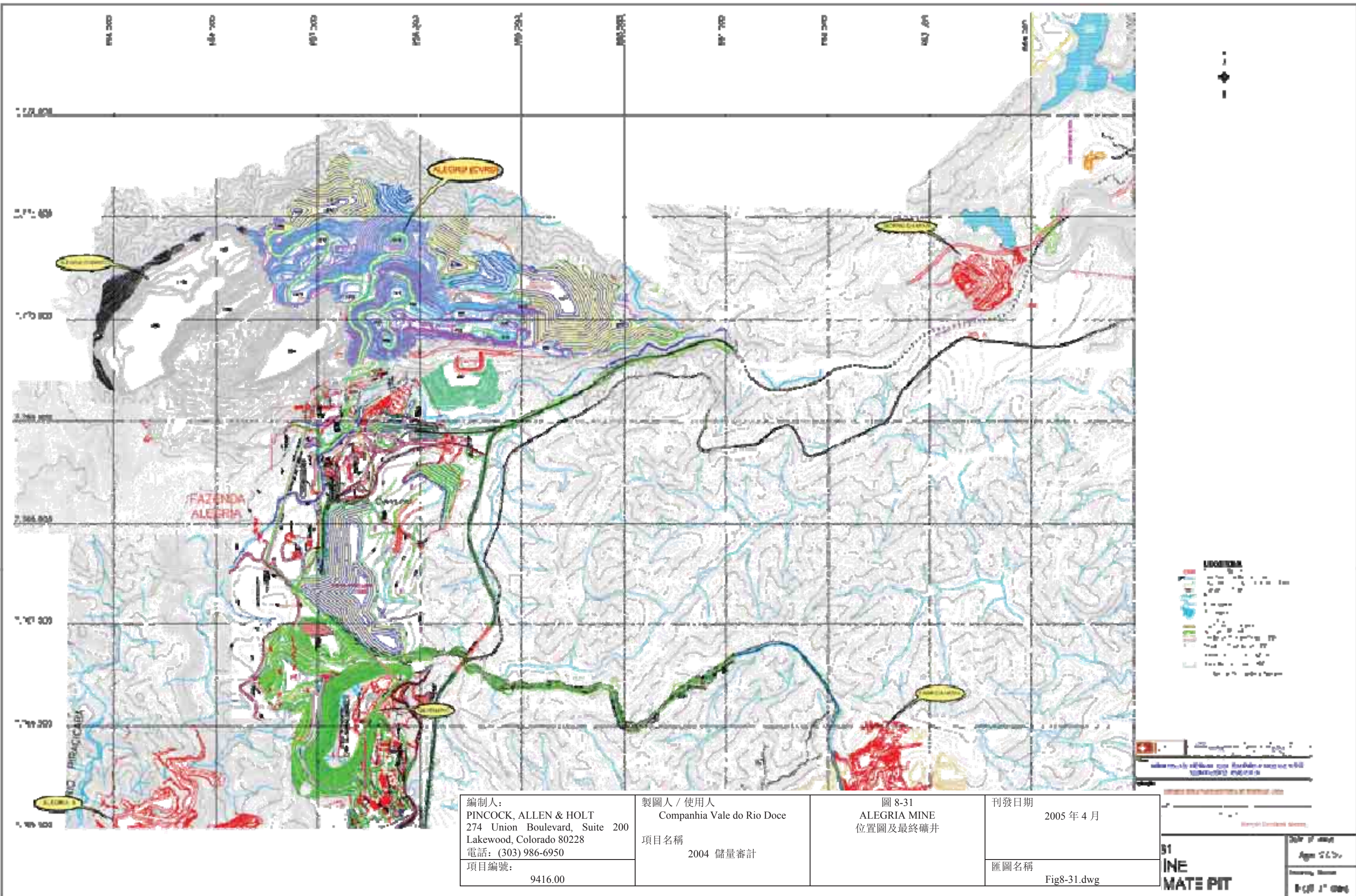
	2000年 (百萬噸)	2001年 (百萬噸)	2002年 (百萬噸)	2003年 (百萬噸)	2004年 (百萬噸)
<u>礦石</u>					
<u>礦區</u>					
Timbopeba	9.494	6.597	6.792	7.685	8.623
Fazendão	1.183	1.043	0.825	0.931	1.229
Alegria	0.000	8.707	13.565	14.225	16.439
<u>廢料</u>					
<u>礦區</u>					
Timbopeba	14.097	19.884	16.779	16.291	15.626
Fazendão	0.909	0.797	0.715	0.878	1.060
Alegria	0.000	7.170	12.989	20.475	20.985
<u>總計</u>					
<u>礦區</u>					
Timbopeba	23.591	26.481	23.571	23.976	24.249
Fazendão	2.092	1.840	1.540	1.809	2.289
Alegria	0.000	15.877	26.554	34.700	37.424

已就礦場有效期制定礦場計劃，而圖8-31展現了最後礦井預測。

Fazendão

近年來，Fazendao礦場一直是一個小型生產井，當前由承包商經營。該承包商將利用卡車，將餘下赤鐵礦塊體運至Alegria工廠。平均每年約一百萬噸，於過往5年期間，礦石平均產量約為每年100萬噸，按噸比噸基準計算，剝採率0.9:1。

於未來數年當預算生產水平大幅提高後，Fazendão將轉為全部使用CVRD勞力。2006年將安裝輸送機，屆時將有能力按每年至少輸送800萬噸的速度，向Samarco工廠輸送礦石。Samarco需要Fazendão原料，原因是Samarco主要從事的是鏡面赤鐵礦生產，可協助公司生產球團礦。



編制人:
PINCOCK, ALLEN & HOLT
274 Union Boulevard, Suite 200
Lakewood, Colorado 80228
電話: (303) 986-6950
項目編號:
9416.00

製圖人 / 使用人
Companhia Vale do Rio Doce
項目名稱
2004 儲量審計

圖 8-31
ALEGRIA MINE
位置圖及最終礦井

刊發日期
2005 年 4 月
匯圖名稱
Fig8-31.dwg

LEGENDA

- 1. Área de mineração
- 2. Área de proteção ambiental
- 3. Área de preservação permanente
- 4. Área de reserva legal
- 5. Área de uso agrícola
- 6. Área de uso urbano
- 7. Área de uso industrial
- 8. Área de uso recreativo
- 9. Área de uso residencial
- 10. Área de uso comercial
- 11. Área de uso público
- 12. Área de uso privado
- 13. Área de uso misto
- 14. Área de uso não especificado

81
INE
MATE PIT

Scale of map
1:50,000
Drawing Sheet
Fig 8-31.dwg

該礦產的儲量估計為接近3.54億噸，其中91%是鐵英岩。CVRD正計劃在Fazendao用規模適度的設備處理礦石及廢料，如Cat 785卡車（136噸）和Cat 994裝載機。

圖8-32顯示該礦產的最終礦井計劃。

Timbopeba

Timbopeba是由CVRD於1984年開發的，且已經以每年650萬到950萬噸之間的近期速度生產礦石。餘下的儲量估計為8,800萬噸可能礦量，但是預計於2008年關閉該礦場。目前已確定的儲量主要源自現有礦井境界，將由小型設備進行生產，可縮窄運輸道的寬度。圖8-33顯示了位置圖及最終礦井結構。

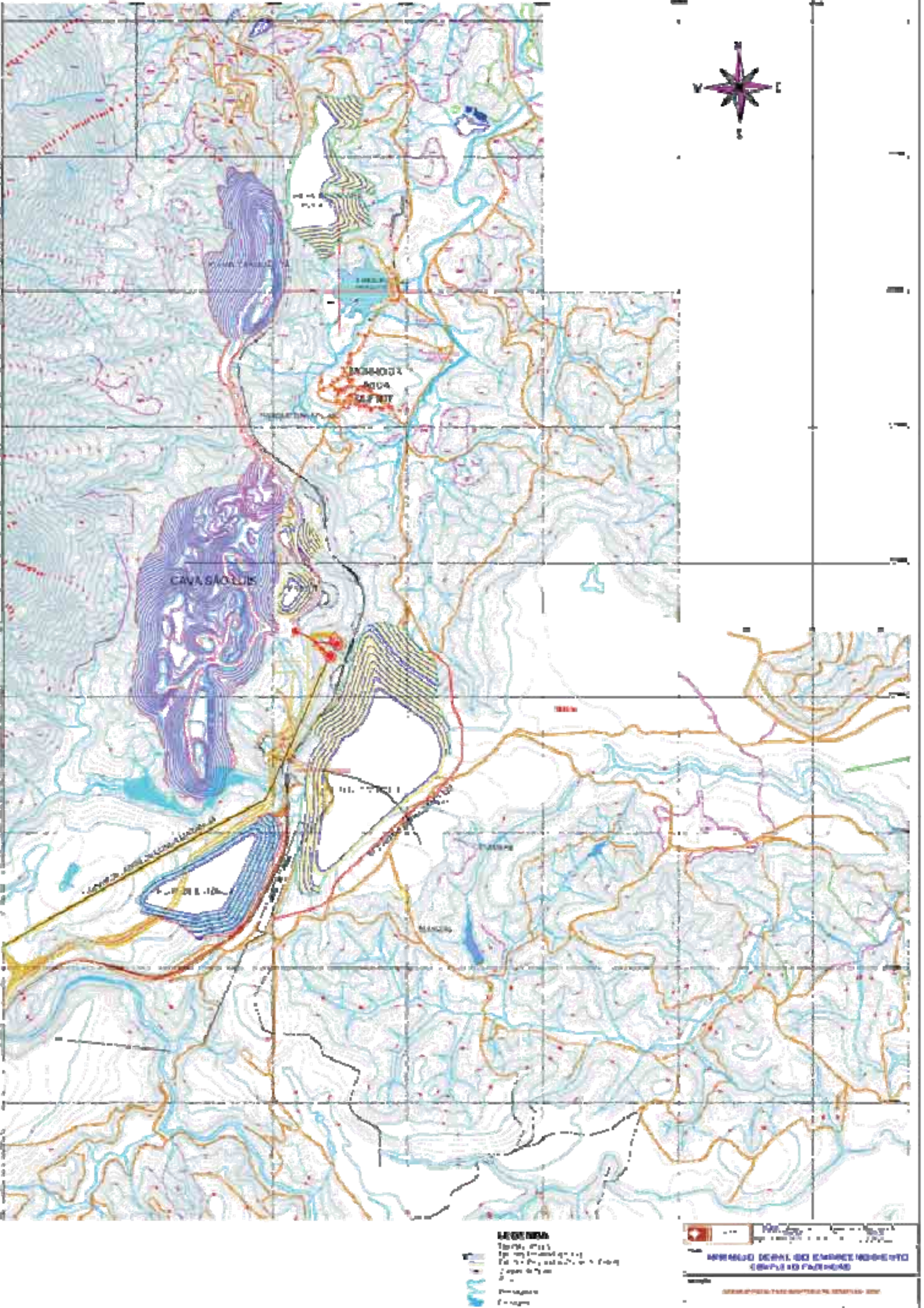
基於移除和重新安置若干表層構造，已深入研究擴展計劃，以提供額外可開採礦石。主要涉及改道穿越該礦井東南側的道路，因為涉及到相當昂貴相關的棧橋及隧道施工。然而，由於2004年10月從Fabrica Nova礦場裝配了陸路輸送機，令得該等計劃不具實際意義。

鐵路運送工廠產品的年運能超過2,000萬噸。在未來數年，Timbopeba將生產400萬噸，Fabrica Nova將生產1,600萬噸。在Timbopeba mine關閉之後，從Fabrica Nova交付的礦石將增加至每年2,400萬噸，因此預計產品產量為1,800萬噸。產量下降是因為礦石品位下降。關閉之後，Timbopeba的採礦設備將轉移到Fabrica Nova。

於2004年，Timbopeba礦場成本似乎在南部體系礦場中最高，移走原料成本接近1.17美元／噸。剝采比為1.81:1，這一數字換算得出的每噸礦石為3.29美元。由於預期是短期業務，所以未來幾年的資本投資幾乎為零。

Fabrica Nova

Fabrica Nova是Mariana綜合項目中最新的礦場，且預計其滿負荷生產時，會成為最大的礦。預計2005年生產近1,000萬噸礦石，礦場的擴展計劃已準備就緒，擴展計劃完成後，每年將可生產3000萬噸礦石。



編制人：
PINCOCK, ALLEN & HOLT
274 Union Boulevard, Suite 200 Lakewood,
Colorado 80228
電話：(303) 986-6950
項目編號：
9416.00

製圖人 / 使用人
Companhia Vale do Rio Doce
項目名稱
2004 儲量審計

圖 8-32
FAZENDÃO MINE
位置圖及最終礦井

刊發日期
2005 年 4 月
匯圖名稱
Fig8-32.dwg

圖例
圖例
圖例
圖例