

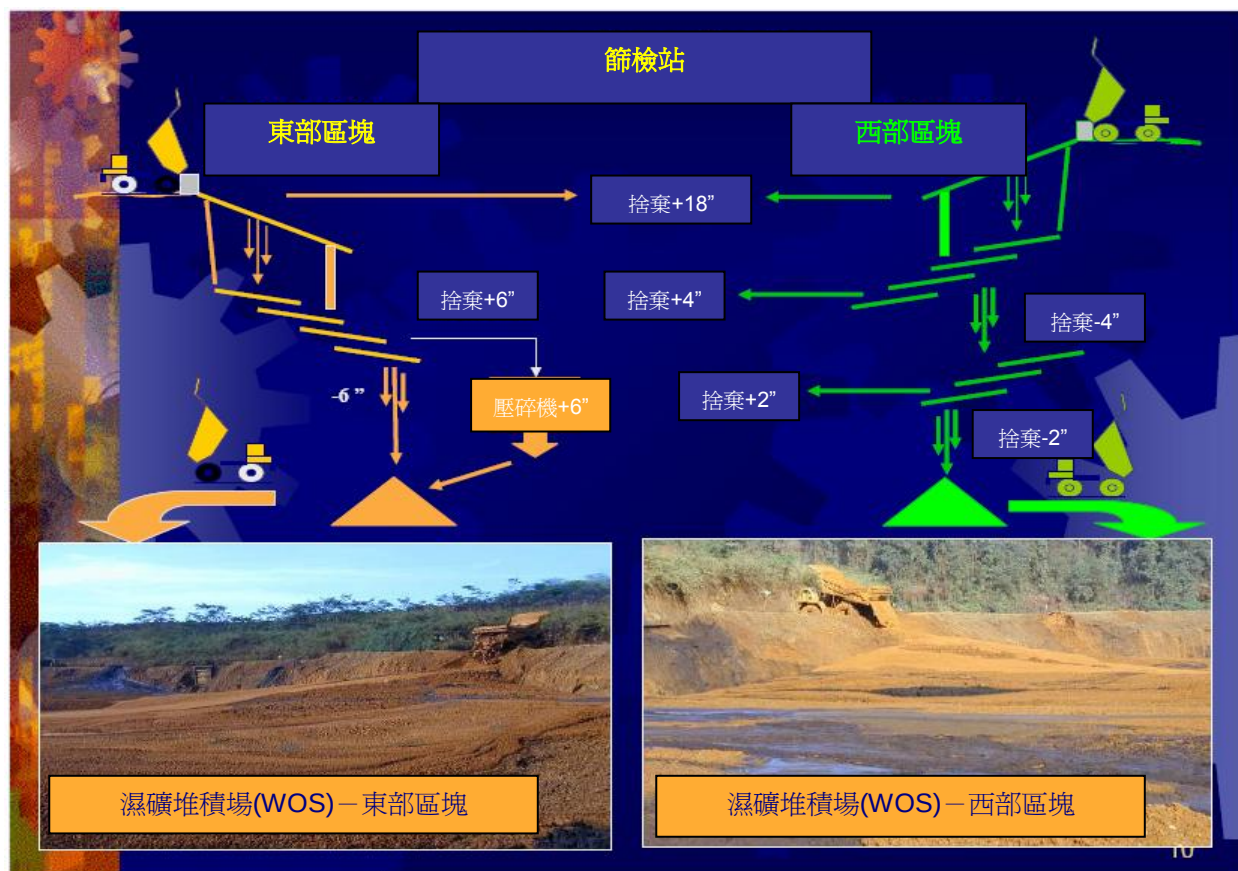


圖 4-28：篩檢站 (PTI)

經過篩檢，SSP 是用卡車運到車間系統所組成的 29 分格成礦不同的化學成分。

礦山設計的地質技術參數

地質技術部門成立於 2005 年。在此之前，PTI 聘有一名地質技術人員和一些外部顧問。該部門現共有八人，包括一名土木工程師致力於礦場水文地理。

邊坡監測設備包括傾角、測壓管和引伸。使用軟件包括 Vulcan、Autodesk Civil 3D、Geo Studio 和 Slope Indicator。土壤實驗室指標性能、力學性能、壓實和核密度進行測試。

地質技術部門和設計參數建議審查是由外部顧問進行。

礦井斜坡設計如圖 4-29 所示。

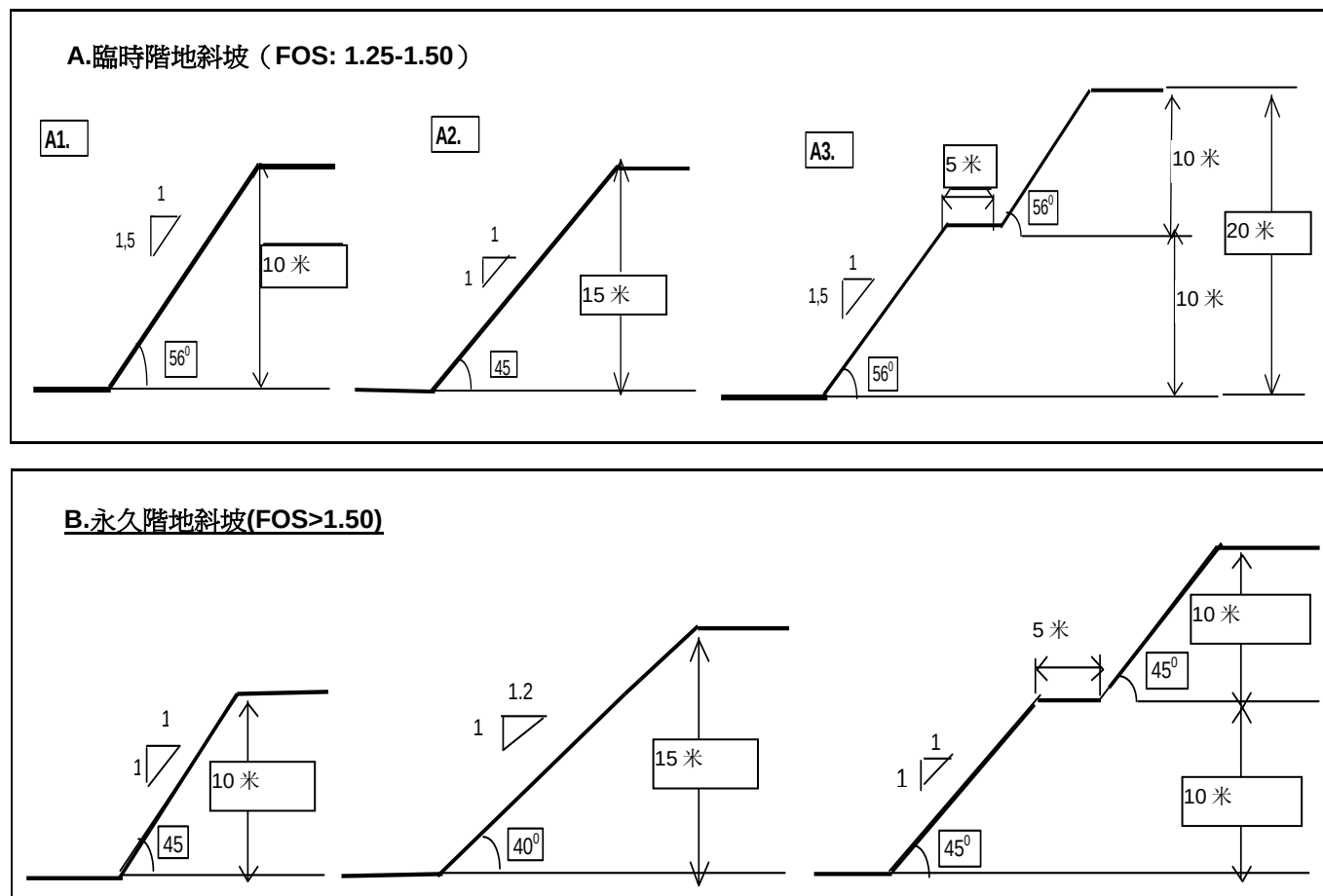


圖 4-29：礦井斜坡設計 (PTI)

礦井設計的檢驗表明，有眾多外圓角設置在礦井井壁，使礦井井壁顯得有些不規則。據了解，某些礦山彼此毗鄰，而由於露天礦場彼此相通，一些井壁可能被採空。然而，重要的是確保如果留下外圓角，則應採取適當步驟，以減輕任何失敗風險。

Anoa South 礦井井壁設置外圓角的例子如圖 4-30 所示，其中一些達到 50 和 60 米的高度。

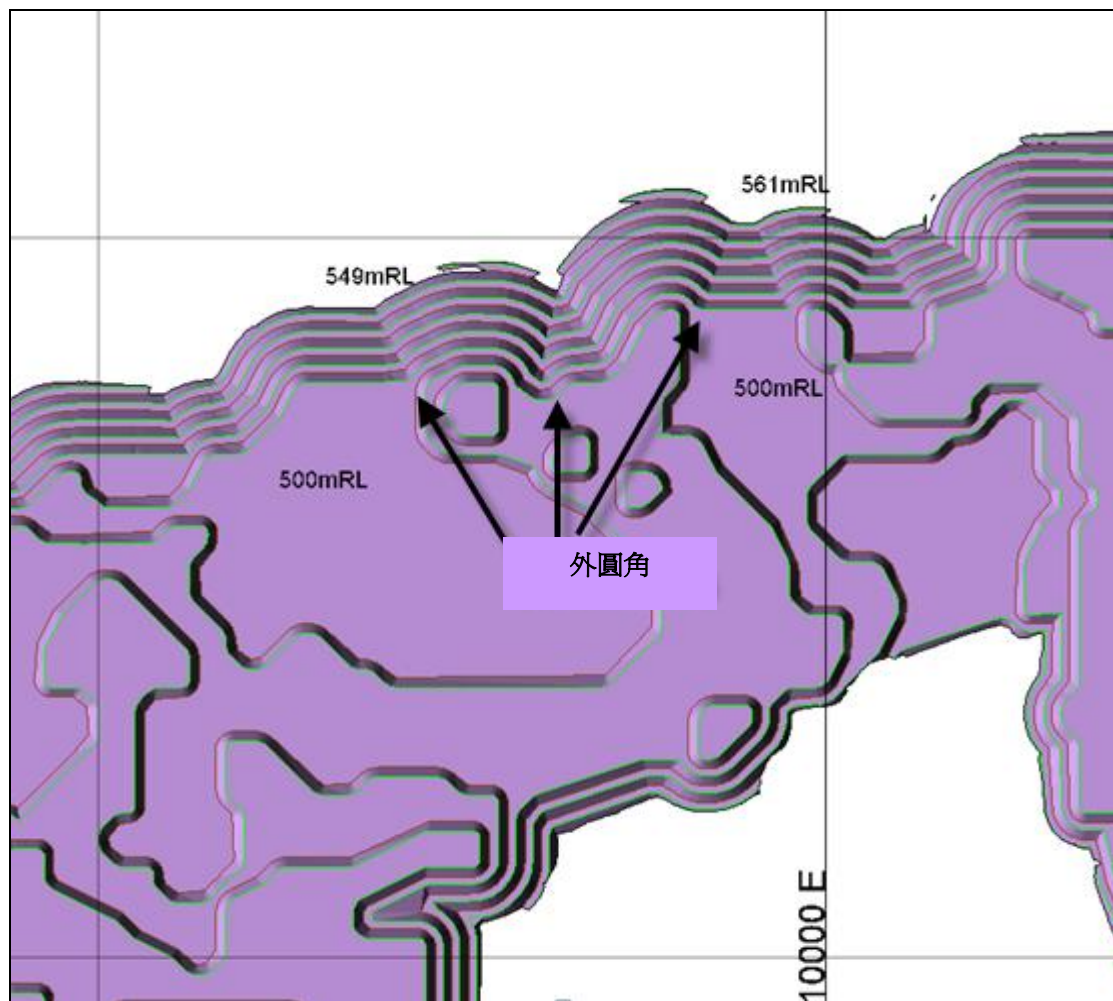


圖 4-30：礦井設計的外圓角

地質技術工程人員納入礦山規劃的過程，其中所有的規劃變更由適當的地質技術人員簽署。

PTI 考慮安裝一個無線實時監測系統，監督邊坡穩定。將人從潛在的故障區域撤走具有很強的安全動機。

地表水監測包括在地質技術部門的職責範圍內。這包括沉澱池和通道大小的監督和設計。

採礦設備

PTI 使用大量的開採設備。這是由於礦體性質及開採所作的採礦方法所致。該機群是用於採礦（地層表土、礦化和土木物料）、復耕、篩檢站和 WOS 之間以及 WOS 和工廠之間的運輸。

挖掘機群見表 4-15。



表 4-15：挖斗機及挖掘機

大小	數目	類型
20 噸	2	Cat 320
20 噸	2	Komatsu PC 200
30 噸	1	Komatsu PC 300
40 噸	1	Komatsu PC 400
47 噸	2	EX Hitachi XZ 470
75 噸	1	Komatsu PC750
80 噸	6	Komatsu PC800
82 噸	6	Hitachi XZ 870
110 噸	1	Hitachi XZ 1200
180 噸	1	Caterpillar 5130 B
190 噸	5	Hitachi EX 1900-5 Shovel

這個機群負責主體和選擇性開採約 57 Mtpa 物料。

卡車車隊見表 4-16。具有多種型號和尺寸。

表 4-16：自卸卡車

大小	數目	類型
~20 噸	3	Volvo NL10 and A400D BM
50 噸	11	Komatsu HD465
50 噸	2	Caterpillar 773D
100 噸	19	Komatsu HD985 and HD785
100 噸	45	Caterpillar 777C and 777D

前端裝載機（FEL）機隊見表 4-17。

表 4-17：輪式裝載機

數目	類型
3	Caterpillar 998F
1	Caterpillar 992D
4	Caterpillar 992G
2	Komatsu WA 800
3	Komatsu WA 470

有 45 個推土機用來清理、開採和復耕，見表 4-18。



表 4-18：推土機

數目	類型
2	Caterpillar D7R
1	Caterpillar D7 LGP
25	Caterpillar D8 LGP
3	Caterpillar D10 N
2	Komatsu D375A
4	Komatsu D65-12LGP
2	Caterpillar D8R Standard
2	Komatsu D155 Standard
2	Caterpillar D8R LGP
2	Caterpillar D6 R

PTI 有四部鑽探機在採石場開採。如表 4-19 所示。

表 4-19：鑽探機

	類型
2	Air Track
1	Drill Teck 25K
1	Sandvik DP 1500

除了上面列出的設備外，支持設備範圍包括：

- 8 部平土機
- 2 部輪式鏟運機（Cat 834B）
- 7 部壓路機
- 5 低男孩
- 1 部炸藥卡車
- 6 部燃料車
- 5 部水車
- 47 部輕型車，以及其他各種配套設備，如拖車、照明設備和水泵等。

採礦年期（LOM）資本計劃中有更換主要設備的條款。除 PTI 配備的鏟運機外，設備根據 MARC 合同配備。PTI 表示，以往鏟運機包括在 MARC 內，但由於太多的索賠糾紛而自合同分離出來。PTI 會檢討自己日後在這方面的立場。

設備計劃和實際利用情況和其他因素載在圖 4-31。



PT INCO 業務，SOROWAKO 項目地段審計劃

參數		2006		2007		2008		2009		2010	5 Years
		預算	實際 (12 月 ytd)	預算	實際 (12 月 ytd)	預算	年初至今 12 月	預算	年初至今 9 月	預算	計劃
實際可用	Backhoe (PC800/EX-Zx870/1200)	85%	78%	85%	79%	82%	71%	83%	82%	80%	80%
	Backhoe (CAT 5130)	80%	79%	85%	83%	80%	78%	84%	72%	85%	85%
	F/ Shovel (EX-1900 & 5130)	80%	81%	85%	84%	85%	80%	84%	84%	85%	85%
	Trucks (Cat 777C/D, HD785, HD985)	88%	89%	87%	86%	87%	85%	85%	88%	85%	85%
	Dozer	85%	80%	83%	77%	80%	75%	75%	76%	75%	75%
	Loaders (800/988/992)	85%	83%	87%	77%	85%	70%	82%	66%	75%	75%
使用 PA	Backhoe (PC800/EX-Zx870/1200)	88%	80%	91%	72%	88%	81%	88%	66%	88%	88%
	Backhoe (ZX1900)	88%	85%	88%	84%	88%	83%	88%	0%	88%	88%
	F/ Shovel (EX-1900 & 5130)	88%	85%	91%	85%	88%	85%	88%	50%	88%	88%
	Trucks (777C/D, HD785, HD985)	88%	89%	91%	84%	88%	86%	88%	73%	88%	88%
	Dozer	88%	72%	85%	66%	85%	59%	85%	40%	85%	85%
	Loaders (800/988/992)	88%	85%	88%	83%	88%	85%	79%	67%	85%	85%
土木/(OB+ROM)%	WEST BLOCK	24%	26%	24%	26%	24%	24%	24%	24%	24%	24%
	EAST BLOCK	24%	21%	24%	15%	24%	19%	12%	19%	18%	18%
卡車因素 (組合 777C/D/85/985)	OB East	80.0	86.4	82.0	85.1	85.0	84.9	85.0	84.2	85.0	85.0
	OB West	80.0	85.8	82.0	84.2	85.0	85.1	85.0	85.3	85.0	85.0
	ROM East	90.0	89.4	90.0	87.4	90.0	89.3	89.0	89.0	89.0	89.0
	ROM West	97.0	93.3	96.0	92.6	94.0	92.7	92.0	92.7	92.0	92.0
	SSP East	87.0	96.9	90.0	92.2	97.0	87.1	88.0	87.7	88.0	88.0
	SSP West	87.0	88.1	88.0	85.7	88.0	81.3	81.0	82.5	81.0	81.0
	CIVIL Quarry			90.0		90.0	94.2	88.0	87.9	90.0	90.0
	CIVIL Slag			70.0		90.0	92.6	80.0	82.9	80.0	80.0
生產力 (噸/工作小時)	Backhoe (ZX870/PC800) Mining	500.0	455.5	450.0	448	465	408	425	467	412	412
	Backhoe (ZX870/PC800) Stripping	500.0	500.8	450.0	431	525	461	480	518	482	482
	F/ Shovel (EX-1900 & 5130) Mining	1,000.0	1,002.9	850.0	978	1,000	834	900	1,033	850	850
	F/ Shovel (EX-1900 & 5130) Stripping	1,200.0	1,499.2	1,200.0	1,096	1,200	1,102	1,080	1,271	1,100	1,100
	Loader (992) ROM / SSP	700.0	671.9	700.0	724	700	561	750	748	700	700
卡車週期 (分鐘)	Loader (992) Reject	300.0	252.0	300.0	286	300	243	400	326	300	300
	Spot time	1.2	1.3	1.2	1.23	1.20	1.33	1.25	1.24	1.25	1.25
	Dump time	1.3	1.7	1.3	1.20	1.00	1.56	1.50	1.40	1.50	1.50
	Overall cycle time			24.2		21.8	23.9	24.8	22.2	26.4	26.4
				20.8		21.7	18.9	22.2	15.9	22.6	22.6
				30.2		28.7	31.5	26.4	29.8	25.8	25.8
				29.0		28.8	31.5	31.0	27.6	29.2	29.2
				66.7		66.4	63.6	68.9	63.4	67.7	67.7
				19.2		19.5	19.1	22.4	18.2	21.4	21.4
			1.3	1.7	1.3	1.20	1.00	1.56	1.50	1.40	1.50
			1.3	1.7	1.3	1.20	1.00	1.56	1.50	1.40	1.50
			1.3	1.7	1.3	1.20	1.00	1.56	1.50	1.40	1.50

圖 4-31：設備利用和生產率 (PTI)

在一般情況下，PTI 適當和足夠的設備，以滿足其生產需要。

PTI 對要求和更換所有主要設備有一個五年設備時間表。卡車車隊將在 2013 年和 2014 年增加，原因是地層表土運距增加。

採出率

預測及礦場年期計劃率按實現率任何限制檢討。

生產率

未來五年日產 介乎 11.7 萬噸和 129,000 噸。2015 年至 2019 年期間上升到 146,000 噸和在 2030 年至 2034 年期間達致頂峰 169,000 噸。日產率見圖 4-32。

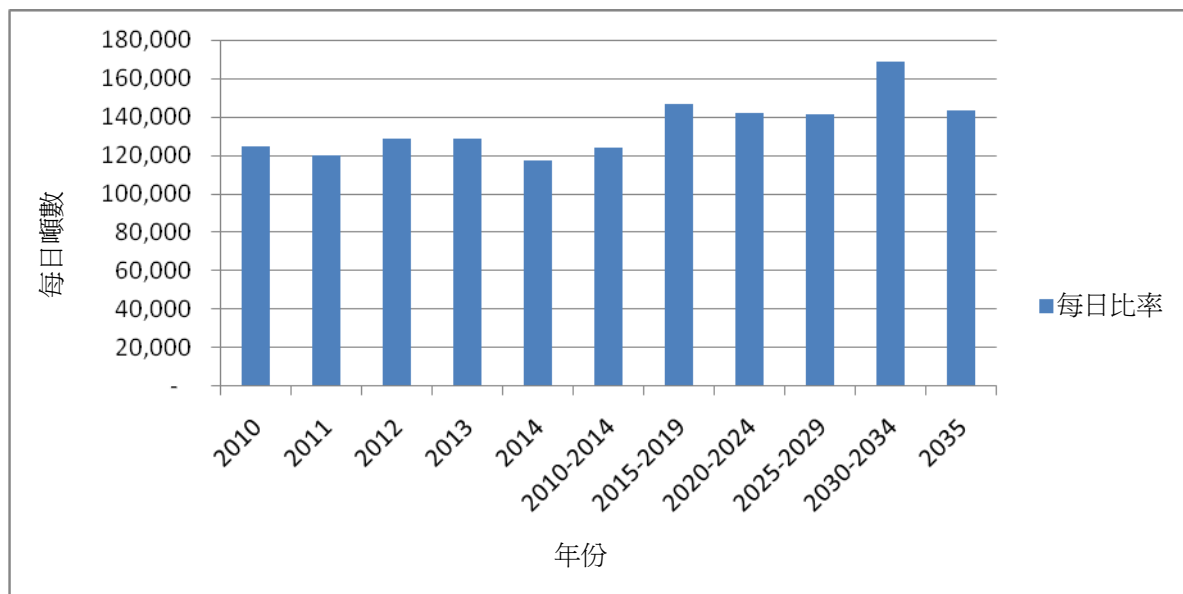


圖 4-32：PTI 日產

PTI 為 2010 年預算以下設備小時，如表 4-20 所示。

表 4-20：2010 年設備小時

設備	總時數	設備台數	每年平均時間
卡車	473 136	80	5 914
推土機	184 647	45	4 103
挖斗機	22 854	5	4 571
挖掘機	99 521	23	4 327
裝載機	59 167	13	4 551
支持設備	535 724	包括照明燈具廠	不適用
篩檢站	24 142	5	4 828

年平均分配設備時間一般視乎工作記錄表、津貼陰雨天、公眾假期及設備的利用率順序為 5000 到 6000。卡車分配時間可能高，而其他設備分配工作時間是保守的。

設備應足以滿足未來幾年的生產率。

礦井服務

礦場設施是永久性兩層結構，在 Harapan 毗鄰廠區。設施包括工場、「趕貨」實驗室、駕駛訓練模擬裝置。設施透過建設百噸運貨卡車能夠通過的運輸道路連接到礦場其他地區。觀察到交通管理控制分離辦公室周圍的輕型和重型車輛，似乎運作良好。

使用承包商維修運輸道路和保養沙池。



生產控制

礦區運行類似全球定位系統的調度系統，實時跟踪裝載設備和卡車。調度操作人以無線電與卡車和挖掘機保持聯繫。

個別卡車的生產報告和特定的時間段可以生產。為便於輪班，在車組室內標記輪班生產。

調度系統還記錄了利用率和卡車和挖掘機的可使用性。它不記錄利用推土機使用率。這可以被視為未來可能的系統擴展。

調度系統如圖 4-33 所示，和工作站如圖 4-34 所示。

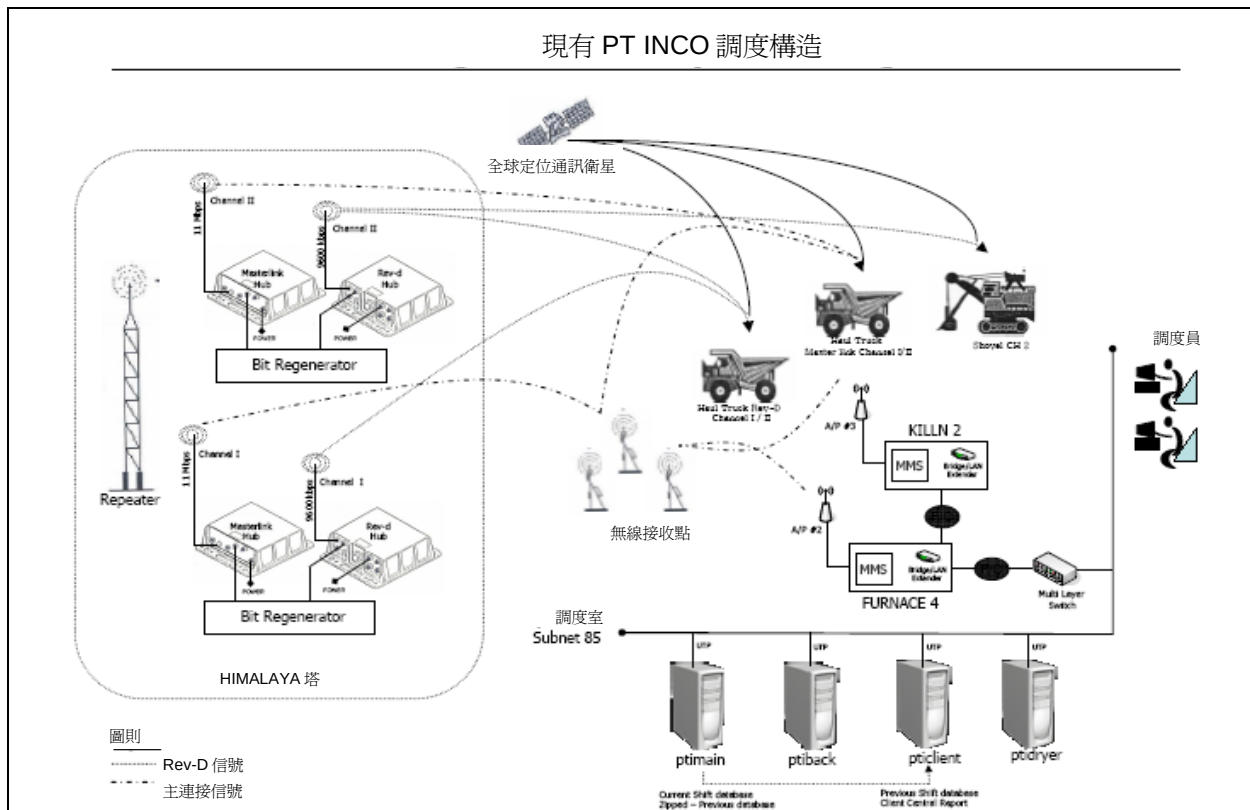


圖 4-33：調度系統 (PTI)



圖 4-34：調度工作站 (PTI)

採礦稀釋、礦石損失和全面復耕

採礦稀釋不適用於 ROM 噸，礦石損失應用於儲量模型，作為指定的西部礦化類型 cong_因素，以計入礦化的礫岩 / 巨石。

回收率因素適用於 ROM 噸及鎳品位（表 4-12），計入篩檢站的超大型篩檢和窯烘乾機。這些因素是基於歷史數據。

鑒於對賬數據所顯示的結果，目前尚不清楚這些因素是否合理。

將礦產資源量轉化為礦產儲量

礦山評級

礦山依據每磅所產出鎳的淨收入評級，考慮因素：

- 化學成份和鎳品位;
- 靠近篩檢站;
- 礦產儲量的信心水平;
- 剝採比;
- 礦山發展基礎設施;
- 處理區可用性;
- 社區和環境事務。



礦山評級中使用的開採成本包括發展基礎設施（如池塘、道路和移動電源線）津貼。管理費用包括在加工費用內。

使用鎳價 6.93 美元/磅。PTI 收到倫敦金屬交易所價格的 78%，故鎳淨價格為 5.41 美元/磅。

LOM 的計劃及時間表

煤礦計劃的目標是保持 WOS 全面，而工廠消耗率平均每週煅燒 78,800 噸增加到 2013 年的 84,000 噸。它是基於混合比例 68:32（西部區塊：東部區塊礦化）。

進行的調度使用 Excel 電子表格。一些調度安排使用了 Chronos（Maptek）。

礦場年期第一年和以後年度幾個月已建立的時間表。第一個五年生產進度表概要如 4-21 所示。LOM 的計劃已經為 PTI 制定了。為 LOM 選定的礦山是基於礦山評級，和目標的 DKP 噸位礦料滿足鐵品位和 S / M 比率。LOM 時間表主要考慮到工廠的大規模關閉和翻修。

表 4-21：生產進度表概要

活動	單位	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
地層表土	公噸	31.1	29.8	32.0	32.1	29.2
ROM	公噸	15.3	13.8	14.8	14.8	13.5
礦井運動合計	公噸	46.3	43.6	46.8	47.0	42.7
土木（挖掘）	公噸	10.6	10.0	10.7	10.7	9.7
SSP	公噸	8.7	8.4	9.1	9.1	8.3
DKP	公噸	4.5	4.4	4.7	4.7	4.3
Lbs-Ni	M 磅	170.8	157.8	169.3	169.9	154.4
鎳品位（工廠）	%	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4
鈷品位	%	1.93	1.90	1.90	1.90	1.90
鐵品位	%	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
二氧化矽品位	%	20.70	20.56	20.56	20.56	20.56
氧化鎂品位	%	31.90	32.86	32.86	32.86	32.86
S / M 比值		15.18	15.74	15.74	15.74	15.74

LOM 概要包含在表 4-22。



表 4-22：LOM 的生產總結

活動	單位	2010-2014 年	2015 年至 2019 年	2020 年至 2024 年	2025 年至 2029 年	2030 年至 2034 年
地層表土	公噸	154.2	196.6	190.8	192.9	239.7
ROM	公噸	72.1	71.0	68.3	65.9	68.8
礦井運動合計	公噸	226.4	267.5	259.1	258.8	308.5
土木（挖掘）	公噸	51.7	61.3	58.9	59.3	71.5
SSP	公噸	43.6	45.1	43.2	42.9	44.8
DKP	公噸	22.7	23.7	23.1	23.1	23.7
Lbs-Ni	M 磅	822.3	826.5	781.5	761.0	774.2
鎳品位（工廠）	%	1.91	1.84	1.78	1.73	1.72
鈷品位	%	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06
鐵品位	%	20.59	20.53	20.54	20.52	20.50
二氧化矽品位	%	32.67	31.86	32.29	31.95	31.53
氧化鎂品位	%	15.63	15.22	15.34	15.12	14.93
S / M 比值		2.09	2.09	2.11	2.11	2.11

LOM 時間表顯示了從 2015 年開始增加地層表土開採，並再次增加地層表土開採，直至 2035 年開採年期終結。這顯示在 圖 4-35。將需要額外的開採能力以應付增加的開採能力。這符合延緩對剝採比較高礦山的開採。

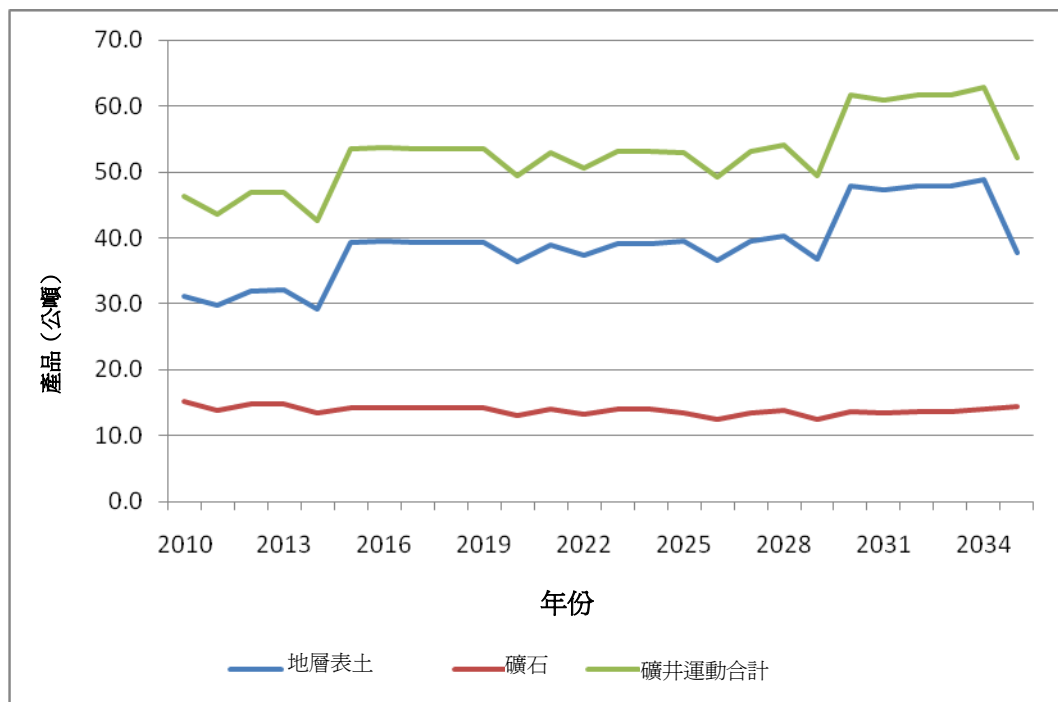


圖 4-35 : LOM 的年產

LOM SSP 和 DKP 的生產見圖 4-36。

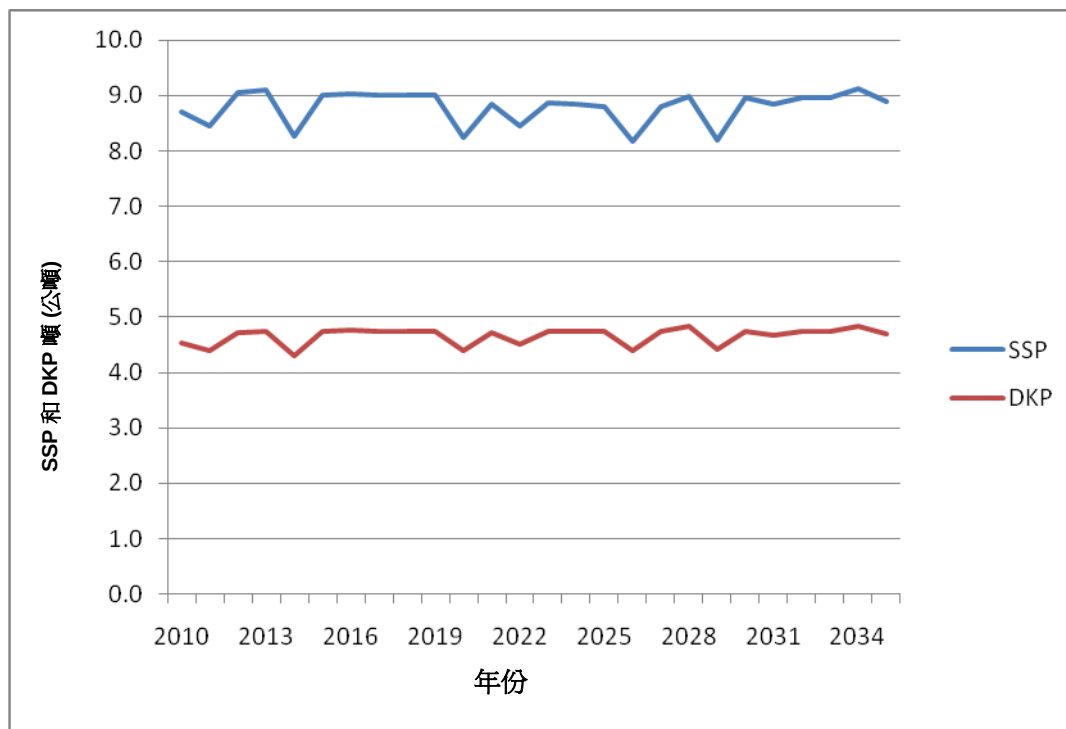


圖 4-36 : LOM 的 SSP 和 DKP 的生產

圖形中的鋸牙效果是因為工廠正在準備大規模關閉和改裝。PTI 估計，重建一個熔爐可能要脫機長達 21 週。



LOM 鎳品位和生產見圖 4-37。

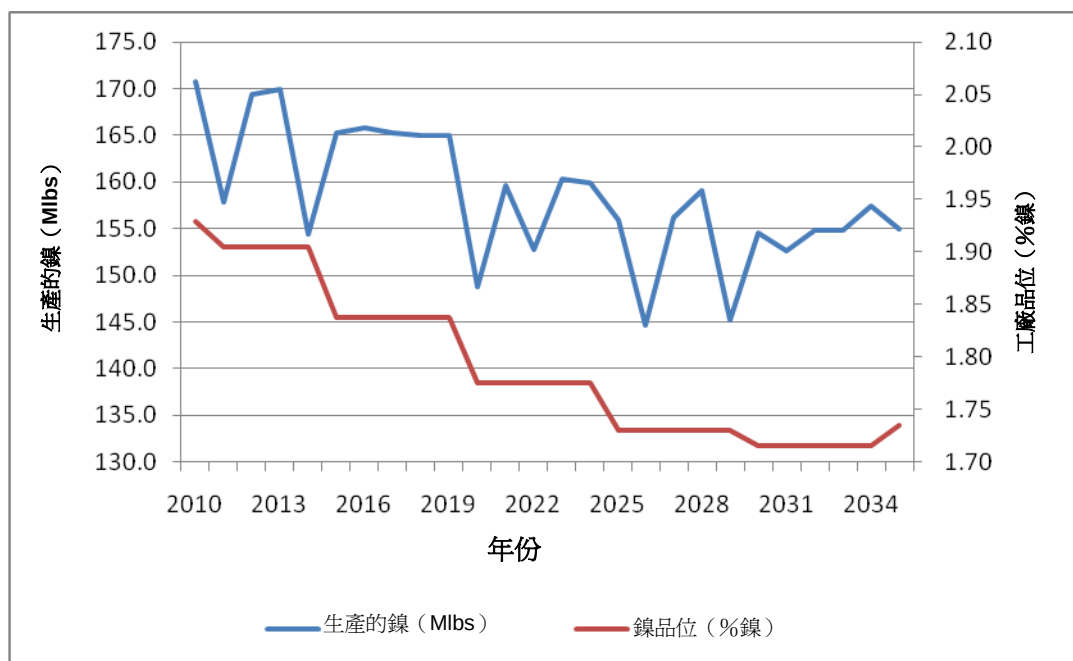


圖 4-37：LOM 的鎳品位和生產

圖 4-37 顯示了品位平穩下降，而鎳產量相應下降。這符合礦山開採回報在礦場年期的早段每磅收入淨額較高。

鐵、二氧化矽和氧化鎂的 LOM 品位及 S / M 比率如圖 4-38 所示。

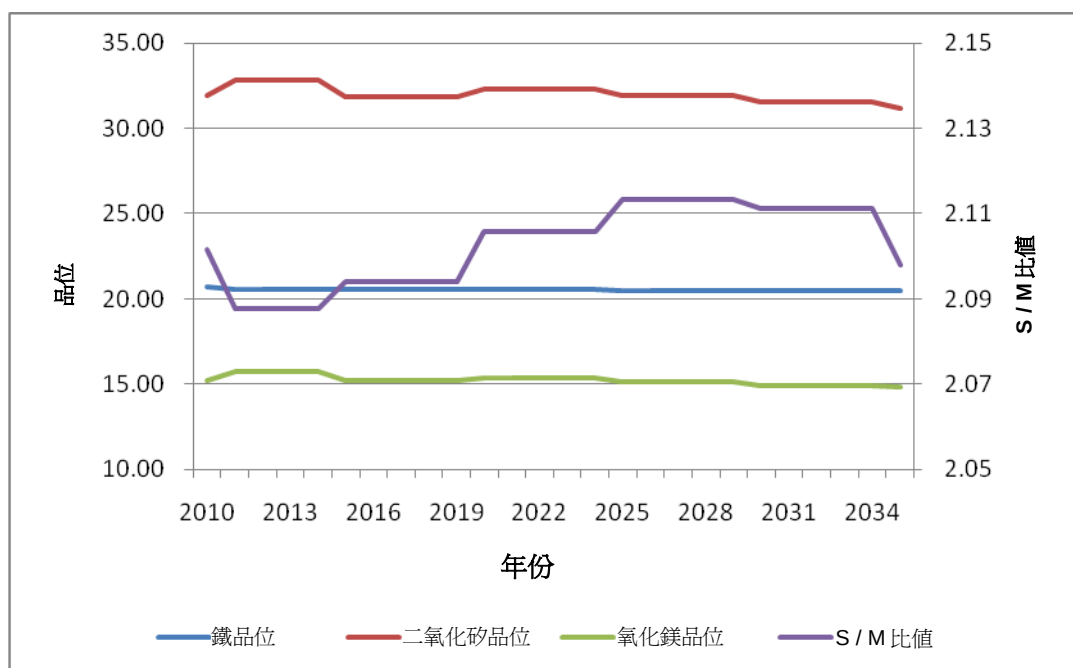


圖 4-38：LOM 的鐵、二氧化矽和氧化鎂品位和 S / M 比值



上圖可以看出，所要求的混合品位在整個礦場年期內一直維持。

LOM 的礦井設計

礦井使用上面討論的地質技術參數，採用 1.5% 的鎳下限設計。運輸道路寬 28 米。

採用品位下限設計礦井，只是意味著潛在的亞經濟礦化可以包含在斜坡角度等因素的設計中，而開採成本和剝離比不予考慮。

在 2008 年和 2009 年，使用 Maptek Pit Optimiser 進行了一些優化，結果與 <1.5% 鎳區塊的礦井設計和優化礦井殼層設計進行比較。其中一個優化隨機選擇，並已與目前的設計比較。下限設計、優化礦井殼層和基於優化殼層的設計如圖 4-39 所示。

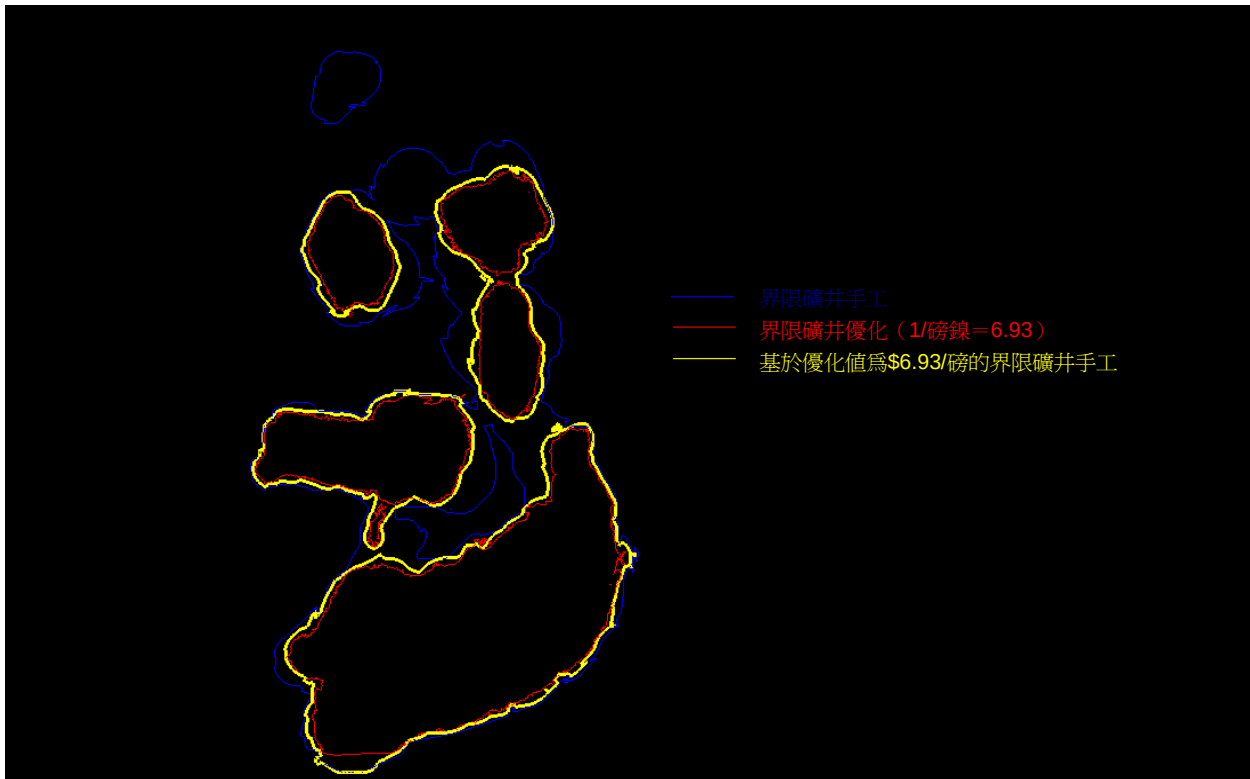


圖 4-39 : Batu Hill 手工設計和優化比較 (PTI)

在圖中，深藍色線顯示地段包括已排除優化的下限設計。

噸數比較見表 4-23。



表 4-23：優化比較

	地層表土	ROM	剝採比
	kt	kt	噸 / 噸
基於 1.5% 鎳下限的設計	8 696	2 494	3.49
優化輸出	5 833	2 310	2.53
基於優化殼層的設計	6 388	2 313	2.76
下限設計 / 優化差分	49%	8%	38%
下限設計 / 優化設計差分	36%	8%	26%

從上表可以看出，下限設計較優化設計包含更多的地層表土（36%），但只包含 8% 以上（亞經濟）礦化。剝採比顯示，亞經濟礦化狹窄，或地層表土較厚。

結果只對給定的參數有效，該等參數包括目前價格相對不穩定。按優化殼層設計的礦井有可能小於按下限品位設計的礦井。

數年來，礦產儲量的修正因素已經制定，並且是合理的。

採礦方法已經制定，並改善了礦場年期。採空區的選擇性開採、關閉和復耕是採礦方法一個組成部分。選擇性開採目標是確保混合參數得到滿足。採礦受到很好的監督。

基於優化中使用的成本參數，跡象表明，亞經濟礦化包括在礦產儲量內，因此礦產儲量可能略有誇大。

地質技術部門已使自己成為採礦隊一個重要組成部分。

採礦年期（LOM）資本計劃中有更換主要設備的條款。除 PTI 配備的鏟運機外，設備根據 MARC 合同配備。目前還不清楚為什麼鏟運機自 MARC 排除。

現場有足夠的採礦設備，以滿足未來五年生產率。

4.14 礦產儲量報告

SPA 截至 2010 年 6 月 30 日的礦產儲量估計在表 4-24 中提供。礦產儲量表反映了 09 年 7 月至 10 年 6 月期間 2009MRMR 聲明耗盡。

這些估計反映 PTI 的乾燥窯產品，並送交 PTI 的冶煉業務（「乾窯產品」或「DKP」）。礦產儲量估計不包括鎳冶煉造成的損失。



表 4-24：截至 2010 年 6 月 30 日礦產儲量表（單位：百萬公噸 DKP）

地段	類別	公噸 DKP	%鎳	%鐵	%二氧化 矽	%氧化 鎂
	探明（2009 MRMR）	52.9	1.88	23.72	32.42	12.17
	可能（2009 MRMR）	10.2	1.85	21.31	33.31	13.03
Sorowako 西部區塊	探明 + 可能（2009 MRMR）	63.1	1.88	23.33	32.57	12.31
	探明 + 可能（已於 09 年 7 月至 10 月 6 月開採）	9.2	1.91	22.42	33.46	12.54
	探明 + 可能（2010 年 6 月剩餘）	53.9	1.87	23.49	32.42	12.27
	探明（2009 MRMR）	24.0	1.75	22.46	28.22	13.96
	可能（2009 MRMR）	5.3	1.66	21.10	30.76	13.85
Sorowako 東部區塊	探明 + 可能（2009 MRMR）	29.3	1.73	22.22	28.68	13.94
	探明 + 可能（開採 July09 - June10）	2.8	1.66	20.61	34.50	14.85
	探明 + 可能（2010 年 6 月剩餘）	26.5	1.74	22.39	28.05	13.84
	探明（2009 MRMR）	11.2	1.83	16.98	34.16	20.48
	可能（2009 MRMR）	36.7	1.65	14.70	33.90	20.32
Petea	探明 + 可能（2009 MRMR）	47.8	1.70	15.23	33.96	20.36
	探明 + 可能（已於 09 年 7 月至 10 年 6 月開採）	9.5	1.67	15.17	34.50	21.15
	探明 + 可能（2010 年 6 月剩餘）	38.3	1.70	15.25	33.83	20.16
褐鐵礦	探明 + 可能（2010 年 6 月剩餘）	0.4	1.38	40.80	10.39	1.68
總計	探明 + 可能（2010 年 6 月剩餘）	119.0	1.79	20.64	31.83	15.13

註：耗盡儲量是按 MRMR 2009 - 實際生產從 09 年 7 月至 6 月 10 日

礦產儲量自 64 個模型編製。Golder 已完成抽查在審計過程中獲提供組成礦產儲量模型的其中三個。隔間設計是為礦山及隔間儲量而提供。由於隔間設計重疊，對於本次審計而言，認為生成個別隔間儲量並不切實可行。相反，Golder 選擇將隔間合併成一個礦山混合設計，並將累積隔間儲量與合併後礦山相比較。

Golder 在審計過程中獲提供的模型、prod_type 場和地形中使用公噸計算。利用密度場進行了單獨的檢查，而「p」字段用來定義「產品」字段。Golder 的獨立計算與 PTI 所提供電子表格 2010_LOM scheduling_COG1.5_noPOP.xls 內所載儲量進行比較。結果概列於表 4-25。



表 4-25：礦產儲量的比較

		地層表土與 廢棄物	ROM	SSP	DKP	模型品 位	儲量品 位 ¹
		公噸	公噸	公噸	公噸	%鎳	%鎳
Anoa South	儲量	43.0	21.0	11.6	5.6		1.95
	Golder	61.4	22.0	12.2	5.9	2.07	1.97
差異		(18.5)	(1.0)	(0.6)	(0.3)		
Nickel Hill	儲量	68.0	27.9	15.5	7.5		1.87
	Golder	85.0	27.9	15.5	7.5	1.97	1.87
差異		(17.0)	-	-	-		
Nayoka	儲量	34.5	6.6	4.6	2.2		1.76
	Golder	35.3	6.9	4.8	2.3	1.86	1.77
差異		(0.8)	(0.3)	(0.2)	(0.1)		

註 1：模型品位被乘以 0.95，以計入乾燥窯內的損失。

若地層表土、ROM 和 SSP 並非礦產儲量的一部分，則是礦場年期 (LOM) 的一部分。據指出，藍區的廢棄物包括在礦井設計內，大致與 Golder 的儲量檢查中顯示的差異相匹配。雖然這種物料不大可能被開採，目前文檔中尚不清楚這種物料已被排除。Anoa South 和 Nayoka ROM 差異約為 5%。這可能部分由於依照隔間重建最終礦井的輪廓存在困難。

4.15 核對及儲量審計

從 2005 年到 2010 年第一季度，PTI 在 Sorowako 和 Petea 礦藏多個位置進行運作。PTI 人員已對全球各礦藏進行核對，並按季度報告。提供給 Golder 的核對結果包括以下比較模型和實際方面；

- 地層表土物料的開採
- ROM 物料開採
- ROM 的鎳%
- ROM 的鐵%
- S / M 比值

作出下文的意見；

Sorowako:

- 所有期間，覆蓋物料的開採噸位大大少於所顯示的資源量模型。同樣，實際礦石開採顯著高於資源模型指定者。
- 留意到有關鎳%和鐵%，模型和實際之間存在巨大差異。但這些差異更顯隨機且具有一致偏差。唯一例外的是自 2009 年開始開採以來，模型的鎳%略高於實際，而鐵%則一貫和明顯高於實際。
- 實際 S / M 比值似乎有系統的高於模型，但隨著開採過程漸進合併在一起。

Petea:

- 很少有跡象顯示有顯著的噸位偏差。平均而言，地層表土數額已被準確地預測。2009 年開採期間，礦化物的實際開採比資源量模型為少 10-20%。
- 按模型對鎳%的預測一直很好，模型略低於實際，直到 2008 年年初，然後與實際匹配非常好，直到 2009 年年中。注意到自 2009 年年中以來期間，模型出現輕微的高估。



- 鐵%的預測與鎳%預測的趨勢較為相似。沒有發現需要關注的地方。
- 實際 S / M 比值系統地低於模型。

PTI 也對礦石和地層表土及基岩之間的接觸界限進行了進一步核對研究。表 4-26 提供了結果概要，分為頂部礦化和底部礦化的百分比收益或損失。

表 4-26：與 OB 和 Bz 接觸的頂部和底部礦石的百分比得失。

礦藏	地段	頂礦		底礦	
		礦石~>OB	OB~>礦石	礦石~>Bz	Bz~>礦石
Sorowako	Anoa South	17	83	89	11
	Inalahi	16	84	74	26
	Koro South	15	85	69	31
	Watulabu South	5	95	60	40
Petea	Petea A	34	66	71	29
	Petea B	27	73	77	23

已對所開採實際礦石和依模型定義的礦石厚度潛在差異開展工作，結果為 Sorowako 模型低估了 12%，而 Petea 模型高估了 4%。

正在運行一些計劃，透過使用自動指令和對一些部分進行大量視覺檢查，以解決地質界線不確定性（有助於這些差異）和改善地質模型。

4.16 環境

PTI 必須以對環境負責的方式運作，並遵守現行法律和法規。PTI 也有責任就新開採地段和項目編製適當的環境影響研究。

PTI 也有義務復耕所有礦區，種植適當植物，進行重新綠化。PTI 完全符合這一要求。2007 年和 2008 年，PTI 獲得了林業部表彰其復耕工作的金獎，也獲得了金獎杯，成為印尼最好的礦業公司，生產超過 1000 萬噸。同樣的礦區復耕高標準在 2009 年仍在繼續。

PTI 有一套合適的沉積物控制方案，該方案在過去數年大大減少了排污量。隨著開採更接近社區和湖泊，今後將繼續同樣勤奮的工作。PTI 的 Sorowako 項目已獲得所有必要的許可證。為發展 PTI 特許權內的其他項目，將在需要時申請有關的許可證。

2009 年，PTI 編寫了一份符合能源部長和礦產資源 2008 年第 18 號法令規定的新關閉礦場報告。本文件是根據 PT International Nickel Indonesia (PTI) 印尼 Sulawesi-設施關閉計劃（2004 年 8 月版），2008 年 1 月最新版本的 PTI 增加和優化鎳礦生產和加工至每年 225 百萬磅鎳銻的 ANDAL 文件，現場收集的信息和 Inco 工作人員提供的信息。按照第 18 號法令，煤礦關閉計劃的前提是於 2025 年 12 月 28 日（CoW 到期日期）終止所有開採和加工活動。這不同於以前的以儲量耗盡為前提的關閉計劃。PTI 的 LOM 計劃擴展到 2035 年，因為 PTI 有信心印尼政府將給予延長 CoW 至 2035 年。

到 2025 年礦山關閉反映在企業復耕委員會（Corporate Reclamation Committee）關閉計劃和資產報廢債務（ARO）本年度的年終檢討中。2005 年 7 月 1 日至 2008 年 6 月 30 日，Pomalaa 區塊亦開展了有限的紅土鎳礦開採，其中的紅土礦出售予 PT Antam。2009 年對這一計劃的更新關閉費用估計 9200 萬美元左右。

正如在 Kroll et al（2009b）所討論，PTI 積極承擔非活動礦區的逐步復耕，以符合採礦租約的規定。PTI 將在整個礦場年期內繼續這一做法，減少關閉時需要復耕的程度。



而在現場，Golder 注意到了租賃地正在進行復耕，許多礦區已返回自然狀態。

4.17 社區及政府事務

出自 MRMR 2009 的社會和政府事務評述指出，在 1998-2003 年期間，印尼經歷了經濟和政治動盪。印尼保持經濟和政治穩定的能力將在很大程度上依賴於印尼政府所採取措施的有效性。採礦業面臨的挑戰包括區域自治立法下監管的不確定性、礦業公司和地方社區之間的糾紛，非政府組織的行動和環境法律和法規潛在的變化。這些挑戰可能影響 PTI 業務，而 PTI 管理層須盡可能在評估印尼當前和今後的活動中予以考慮。

PTI 根據工程合約與印尼政府合作，工程合約在 2025 年到期。新的採礦法只規定了廣泛的監管架構，並規定將於自其生效日期起計一年內頒佈的實施條例內澄清許多重要的細節。需要澄清的領域包括：(i) PTI 於 2025 年後開採現有儲量的能力，及 (ii) PTI 在 2009 年 1 月 12 日一年後按短期基準開採現有儲量的能力，如果政府不批准新所需礦場發展計劃。

4.18 經營成本

經營成本包括用於 LOM 的現金、非現金費用和間接費用，總結於表 4-27。LOM 在 2035 年停止。Vale 在 2035 年後對 PTI 可能有戰略計劃，然而，2035 年後沒有礦產儲量報告，也沒有在 2035 年看作收入的支持 2009 MRMR 聲明的金融模式。

表 4-27：PTI2010 年 LOM 預算案 (Kroll et al, 2009a)

	2010 年預算		LOM – 2035 年	
	百萬美元	美元 / 磅	百萬美元	美元 / 磅
產品成本				
礦業				
燃料	22	0.1	674	0.2
非燃料	62	0.4	1,839	0.4
可變成本	84	0.5	2,514	0.6
固定成本	25	0.1	644	0.2
總開採成本	109	0.6	3,157	0.8
加工成本				
燃料 (HSFO 和柴油)	202	1.2	3103	0.8
煤	15	0.1	727	0.2
其他大宗商品	15	0.1	370	0.1
可變成本	232	1.4	4200	1.0
固定成本	51	0.3	1,652	0.4
總加工成本	283	1.7	5852	1.4
水電費				
Mirrless	39	0.2	87	0.0
汽輪發電機	7	0.0	49	0.0
卡特彼勒發電機組	0	0.0	10	0.0
包鍋爐	4	0.0	80	0.0
水電	3	0.0	81	0.0
可變成本	53	0.3	307	0.1



	2010 年預算		LOM – 2035 年	
	百萬美元	美元/磅	百萬美元	美元/磅
固定成本	9	0.1	234	0.1
共有水電費	62	0.4	541	0.1
企業成本	129	0.8	3627	0.9
總營運現金成本	582	3.4	13176	3.2
非現金費用	86	0.5	3206	0.8
(稅項折舊)				
產品總成本	668	3.9	16382	4.0

這些費用也被用來確定礦山評級（Ranking 2009.xls）的淨收入估計，並按當前和增加中的費用、預算的設備時間和成本、0.60/升的柴油價格和其他預算成本計算。單位成本見表 4-28。

表 4-28：採礦單位成本

活動	單位	單位成本
牽引成本	美元/噸千米（OB 及 ROM）	0.24
載入成本	美元/噸（OB 及 ROM）	0.61
篩檢的成本	美元/噸（ROM 和 SSP）	0.43
固定採礦成本	美元/噸的 DKP	5.47

其中，加工單位成本見表 4-29。

表 4-29：加工單位成本

活動	單位	單位成本
乾燥	美元/噸的 SSP	3.23
煅燒	美元/噸的 DKP	26.51
冶煉	美元/噸的 DKP	4.19
產品成本	美元/磅鎳	0.02
其他	美元/噸的 DKP	68.60

採礦單位成本和加工單位成本是合理的。



4.19 資本成本

今後五年建議的持續和重大項目資金總結在表 4-30。工廠的持續資本包括爐重建，而採礦資本包括更換設備。資本允許興建主要運輸道路、電力線搬遷、沙池建設和復耕。

表 4-30：五年度的資本預算（Kroll et al, 2009a）

維持正常的資本（百萬美元）	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	長期
開採	10	16	28	22	40	15
工廠	13	15	17	7	6	15
公用設施	3	4	9	5	5	11
支持工程服務		6	4	8	5	7
供應鏈管理	4	6	4	4	4	6
其他	4	7	6	5	2	6
小計	34	50	70	50	61	60
5 年內重大專項項目						
Karebbe	126	76				
Larona 發電機升級	2	6	6			
爐重建	42	16		12	50	
窯重建	8	6				
管道更換		6	20	18	18	
煤轉化與運輸		46	26			
Bahodopi 公共道路	14	16				
二氧化硫項目				76	156	
總資本	227	217	124	155	284	

上面列出的一些主要項目已經展開。這些費用是根據研究（其中有些仍在進行中）和 PTI 中央工程概算。據指出，由於資金限制，煤轉化和運輸項目已經放緩，並計劃在 2011 年恢復。

SO₂ 固定項目旨在減少排放量，以符合政府的排放標準。

資本金在未來五年內是合理的。



4.20 稅務

2009 年 MRMR 經濟模型假定固定的稅率於 2009 年為 28% 和從 2010 年起為 25%，適用於淨經營收入減去現金經營成本。資本折舊產生的稅項現金撥備包括現金流的一部分。稅務撥備按每年未償還資金池餘額的 12.5% 計算。截至 2008 年 4 月 1 日，PT Inco 將其稅率劃分為 3 個主要資產類型，包括：建設（5% 直線率）；廠房及機器（12.5% 雙倍餘額遞減）和家具及設備（25% 雙倍餘額遞減）。

4.21 礦產儲量經濟評價

Golder 沒有獲提供 PTI 貼現現金流（DCF）電子表格模型副本，但 Golder 被允許在安全的 Vale 計算機審查和審計 DCF 模型，以獲得對模型的理解，以評估其關鍵輸入變量正確性和測試項目敏感性。

主要假設

關鍵參數摘要用於 PTI 1 卷、綜合報告、主要假設的經濟分析。

PTI 業務現金流量評估

現金流量預測是根據 PTI 礦藏的經更新耗盡礦產儲量估計。Vale 和三年定價假設的總 PTI 現金流量均對項目經濟支持宣稱礦產儲量保持積極證明。

現金流量預測是基於 2010 年 6 月更新的 2009MRMR 經濟模式，包括年初至今儲量耗盡，這反映了如下假設：

- 金融計算是基於稅後折扣。
- 稅項按本報告第 4.20 節的討論計算。
- 所有成本和價格按不升值「真正的」美元計算
- 經濟的評估結果是基於 26 年的採礦計劃，直到 2035 年底。這個日期是根據新的採礦法下當前的實施條例草案，其中表明 PT Inco 可能只能得到一份十年續訂工程合約。如果新的採礦法訂定的招標過程成功中標，PT Inco 可能在 2035 年以後繼續運作，但我們在這個時候並沒有把這種可能性包括在我們的計算內
- 資本支出包括礦山、軋機、冶煉廠、煉油廠和其他部門的預計費用。資本資產的折舊採用直線方式按每年 12.5% 計算
- 封閉現金成本是在礦場年期計劃完成後計作場址年期終結的一次性款項
- 單位成本假設是基於 2009 年計劃界定金屬吞吐產量（Golder 並無審閱）
- 未來的單位成本假設類似於金屬生產
- 產品僅建立在 PTI 礦產儲量礦料；外部給料或濃縮物並沒有已包括在當前的經濟分析中
- 根據美國證券交易委員會的報告要求（三年移動平均價格），收入按可回收金屬和長期預測金屬價格和匯率計算。



敏感性分析

Golder 被允許審查和審計的 DCF 模型，計算機安全 Vale 獲得理解的模型，並評估其正確性和測試項目的關鍵輸入變量的敏感性。

據觀察，該模型包含建設成本、復耕及關閉成本、詳細的稅單、維持資本免稅額和來自（經更新）2009 MRMR 報告的正確的日程表。該基地的成本和價格假設自 2009 年 MRMR 公佈後已更新，而這些變化都反映在模型中。

使用三年移動平均價格的假設情況對個別年份現金流量的基本情況進行觀察。利用 DCF 的電子表格，價格和成本假設進行了重大改變，以測試項目經濟的穩健性。因為模型並沒有提供給 Golder，詳細的敏感性分析是不可能的，但是，這些測試情況涉及鎳價、資本開支、經營成本和外匯+/-20%的變化，按五個百分點遞增。此外，Golder 測試了貼現率影響改變 6%至 10%，增量半個百分點。

結果列於圖 4-40。

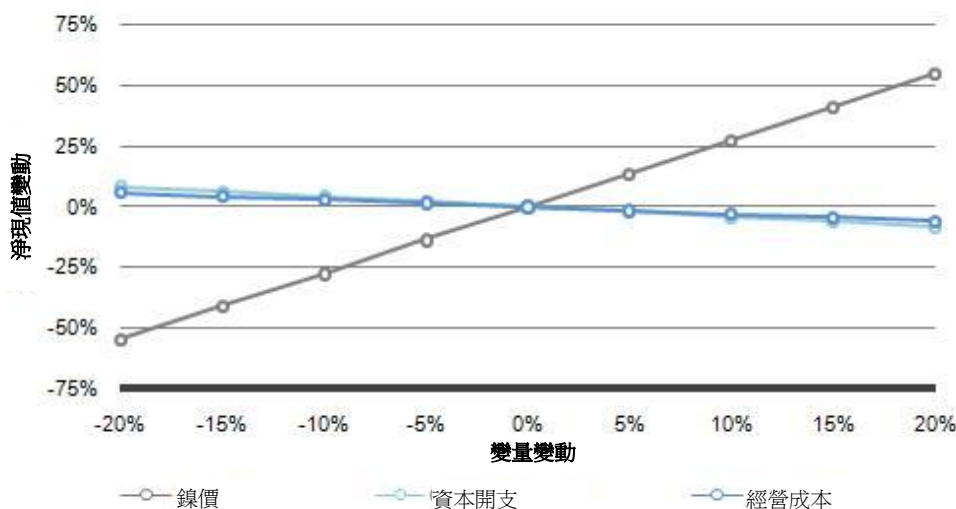


圖 4-40：PTI 業務敏感度分析

鎳價淨現值敏感度很高，美元/加元匯率對淨現值的影響最小。鎳價被認為是一個非常重要的價值驅動。淨現值對採礦經營成本最不敏感。

結論與建議

在所使用的成本和定價假設情景（Vale 和三年移動平均）中，陽性項目經濟支持礦產資源量向礦產儲量的轉換。根據敏感性分析，在所有情況下測試的淨現值仍陽性，表明項目經濟強勁。

4.22 礦場年期

目前的礦場年期受到據以經營的工程合約（CoW）限制。

「印尼議會於 2008 年 12 月 16 日通過了一項新的採礦法，取代了 1967 年的採礦法。新的採礦法於 2009 年 1 月 12 日頒布並生效。它規定了廣泛的監管架構，並規定將於自其生效日期起計一年內（即最遲在 2010 年 1 月 12 日）頒佈的實施條例內澄清許多重要的細節。條例草案已由 DEMR 編纂。該新規定對 PT Inco 現有工程合約的影響須待實施條例獲得通過方會明確。」（Kroll et al, 2009a）。



這意味著 CoW 可能不會獲得延長到 2035 年以後。PTI 提供的 LOM 計劃及本文件中的報告在 2035 年結束。如前所述，Vale 在 2035 年後對 PTI 可能有戰略計劃，2035 年後沒有礦產儲量報告，也沒有在 2035 年看作收入支持 2009 MRMR 聲明的金融模式。

PTI 的礦場年期考慮到了新的採礦法，因此 Vale 不會報告 2035 年以後的礦產儲量。

4.23 報告附註

當提到廣義的地質特徵或有關礦藏的評論時，岩性領域（如鐵帽、紅土等）或其他區域（如殘餘土等）名稱不會大寫。當談到本研究使用三維地質建模定義的空間域時，域或區域名稱大寫，如褐鐵礦、殘餘土等。

本報告常用的縮寫總結於表 4-31。

表 4-31：本報告中使用的縮寫

ADT	鉸接式自卸車
AMEC	AMEC Americas Ltd
CIM	Canadian Institute of Mining and Metallurgy
厘米	厘米
CRM	標準參考物質
CR Mill	連續環軋機。在一些 PTI 文件中顯示為「CRM」
CoW	工程合約
DKP	乾窯產品
DOS	乾礦儲量
DTM	數字地形模型
EDA	探索性數據分析
FPP	備料廠
克	克
Golder	Golder Associates Pty Ltd.
GPR	探地雷達
公頃	公頃
HARD	半絕對相對差
ITS	Inco 技術服務
JORC	聯合礦石儲量委員會
千米	千米
KPI	關鍵績效指標
kt	千噸
磅	磅
LDW	長度幹重（公斤）
LIMS	實驗室信息管理系統
LME	倫敦鎳交易所
LOI	燒失量
LOM	礦場年期
LTP	長期計劃



PT INCO 業務，SOROWAKO 項目地段審計書

ADT	鉸接式自卸車
米	米
Ma	百萬年前
毫米	毫米
MARC	維護和修理合約
MRAL	礦山拉什檢測實驗室
MRI	礦產資源量調查
MRMR	礦產資源量，礦產儲量
Mt	百萬公噸
ProcTech	加工技術實驗室
PTI	PT Inco
QAQC	質量保證和質量控制
RL	海拔（相對水平）
ROM	原礦
SEC	美國證券交易委員會
SMU	選擇性採礦單位
SPA	Sorowako 項目地段
SSP	篩檢站產品
STP	短期計劃
噸	公噸
ton	短噸（2000 磅）
Vale	Vale Inco
WOS	濕礦堆
YTD	年初至今
XRF	X 光射線熒光光譜儀



參考文獻

Amec, 2009, Technical Audit of Sorowako and Petea Deposits, South Sulawesi, Indonesia. Report by Amec, May.

Ardiyanto, P., 2009, Sorowako Project Area Anoa South Mineral Resource Technical Document. Report by PT Inco Operations, November.

Arham, F., 2009, Petea Block B North Mineral Resource Technical Document. Report by PT Inco Operations, September.

Djafar, A., and Kadarusman, A. 2009, Quality Control Summary of Sorowako Project (Petee Block B, Nickel Hill and Songko), PT Inco internal Memorandum, August 26

Kroll, D., Rafianto, R. and Pulungan, S., 2009a, 2009 MRMR Statement. PT Inco Operations MRMR Statement. Report by PT Inco Operations, December 31.

Kroll, D., Pulungan, S., Rafianto, R., Kadarusman, A. and Tutuko, G., 2009b, 2009 MRMR Statement. Mine Technical Report, Sorowako Project Area. Report by PT Inco Operations, December 31.

Matano, A., 2009, Sorowako Project Area Nayoko Block Mineral Resource Technical Document. Report by PT Inco Operations, July 28.

Shaw, William J., 1997. Validation of Sampling and Assaying Quality for Bankable Feasibility Studies. In: The Resource Database Towards 2000, Wollongong, AusIMM Melbourne, p. 41-19, May 16.

電子表格

複製的 PTI-LOM- 12 - 2009MRMR_301009 JYCrev3y rollingAndDiscount10pct.xls

PTI-LOM- 12 - 2009MRMR_300610.xls

附錄 F - 2009 Assumptions-2009 Mineral Res Calc-3-yr avg Metal Prices-May 2010 (2).xls

2010-2014 年規劃假設 - April 30 2010 v2.0.xls



報告 簽名頁

Ian Lipton

首席地質學家

Iain Cooper

首席採礦工程師

Richard Gaze

首席地質統計學家

Gustavo Pilger

高級地質統計學家

RG/IL/IC/GP/jt

m:\jobs410\mining\107641241_vale_inco_audits\correspondenceout\latest report\pt_inco_107641241_002_r_rev0_draft.docx

At Golder Associates we strive to be the most respected global group of companies specialising in ground engineering and environmental services. Employee owned since our formation in 1960, we have created a unique culture with pride in ownership, resulting in long-term organisational stability. Golder professionals take the time to build an understanding of client needs and of the specific environments in which they operate. We continue to expand our technical capabilities and have experienced steady growth with employees now operating from offices located throughout Africa, Asia, Australasia, Europe, North America and South America.

Africa	+ 27 11 254 4800
Asia	+ 852 2562 3658
Australasia	+ 61 3 8862 3500
Europe	+ 356 21 42 30 20
North America	+ 1 800 275 3281
South America	+ 55 21 3095 9500

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates Pty Ltd
Level 2, 1 Havelock Street
West Perth Western Australia 6055
Australia
電話: +61 8 9213 7600

