



Rock solid resources.
Proven advice.™

巴里克黄金公司

阿根廷圣胡安省 贝拉德罗金矿 技术报告

NI 43-101 报告

编写:

卢克·伊万斯 (Luke Evans), 专业工程师

格伦·伊哈苏 (Glen Ehasoo), 专业工程师

霍尔格·克鲁特泽尔曼 (Holger Krutzelmann), 专业工程师

2016年8月1日

RPA 公司

地址: 55 University Ave. Suite 501 | Toronto, ON, Canada M5J 2H7 |

电话: +1 (416) 9470907

网址: www.rpacan.com

报告控制表

文件标题

阿根廷圣胡安省贝拉德罗金矿技术报告

客户名称和地址

巴里克黄金公司

地址:

Brookfield Place, TD Canada Trust Tower
Suite 3700, 161 Bay Street, P.O. Box 212
Toronto, Ontario M5J 2S1

文件索引号	第 2623 号项目	状态和版本号
发布日期	2016 年 8 月 1 日	
主要编写人	卢克·伊万斯 格伦·伊哈苏 霍尔格·克鲁特泽尔曼	
同行评审人	黛博拉·麦肯比 (Deborah McCombe)	
审批项目经理	卢克·伊万斯	
审批项目总监	黛博拉·麦肯比	
报告分发	姓名 客户	副本数量
	RPA 公司归档	1 份 (项目文件盒)

罗斯科-博斯特尔联合公司
地址: 55 University Avenue, Suite 501
Toronto, ON M5J 2H7
Canada
电话: +14169470907
传真: +14169470395
mining@rpacan.com

前瞻性信息

本报告包含前瞻性陈述。除了关于巴里克黄金公司（巴里克公司）和贝拉德罗金矿历史事实的陈述之外，其余所有陈述内容均为前瞻性陈述。“认为”、“预期”、“预计”、“预料”、“目标”、“计划”、“打算”、“规划”、“继续”、“预算”、“估算”、“潜力”、“可能”、“将”、“会”、“可以”等类似表述均为前瞻性陈述。本报告包含大量前瞻性陈述，包括：现金流预测，预期资本、运营和勘探支出，预计成本缩减额、矿山开采年限和生产率，矿化潜力，金属或矿物回收率，与贝拉德罗金矿财务和运营表现改善及矿山开采年限延长有关的信息，而绩效的改善和年限的延长可能通过过渡期金属回收计划、坑邦变陡计划或其他运营成本缩减和生产能力提升计划来实现。本报告中含有的所有前瞻性陈述均需建立在此类陈述发出时所确定的一些意见观点和估算数据之上，这些建立基础均存在重大风险和不确定性，其中许多无法控制或预测。本报告在适用情况下对于前瞻性陈述有关的实质性假设进行了讨论。除了这些假设外，前瞻性陈述还不可避免地受到大量商业、经济和竞争方面的不确定性和意外情况的影响。已知和未知因素可能会导致实际结果与前瞻性陈述的预期存在实质性差异。这些因素包括但不限于：商品（包括金、铜、银、柴油、天然气和电力）现货和远期价格的波动；矿产勘探和开发的投机特性；矿产生产情况、勘探开发以及开发成功程度等的变化；过渡期金属回收计划和坑邦变陡计划目前仍处于早期评估和补充工程设计阶段，还需要开展其他分析，全面评估它们的影响，因此存在一定的风险；储量规模下降或品位降低；与项目基础设施建设相关的成本增长、时间延误、项目暂停及技术方面的挑战；与采矿或开发活动相关的运营或技术难题，包括基础设施和信息技术系统的维护或准备工作遭到干扰，被迫中断；由于实际发生的或预期发生的事故，导致巴里克公司或贝拉德罗金矿的声誉遭到损害，包括关于环境问题处理或社区群体事件处理的负面宣传，无论是否属实都会对公司声誉造成影响；战争、恐怖活动、破坏活动和内乱有可能引起损失；不确定贝拉德罗金矿是否能够达到巴里克公司资本分派目标；全球流动性和信贷投放对现金流实现进程的影响，以未来现金流为基础预测得出的资产价值和债务规模也会发生改变；通货膨胀的影响；货币市场的波动；利率的变化；全国和地方法律、税收、监管制度的变化和/或阿根廷行政执法、政策实践、财产没收或国有化、政治经济发展环境的变化；违反环境和健康安全法律法规；许可证到期，或未能获得必要的审批手续；遭到起诉；资产所有权、水资源、电力及其他必要基础设施的使用权出现争议；自然风险导致的成本增长，包括极端天气事件、资源短缺、气候变化；以及与采矿投入和劳动力相关的利用率和成本增长情况。除此之外，矿产勘探、开发和采矿活动存在许多风险和危害，包括环境风险、工伤事故、罕见或意外的合成物、高压、塌方、洪水以及金块、阴极铜、金和铜精矿出现损失（以及针对这些风险的保险不完善，或者未能获得保险赔偿）。

其中许多不确定性和意外情况都会影响巴里克公司的实际经营结果，使得实际结果与巴里克公司或其代表人在前瞻性陈述中明示或暗示的结果存在实质性差异。这些警告性内容适用于本报告含有的所有前瞻性陈述。除规定的情况外，无论是否出现新信息、发生新的事件，巴里克公司、罗斯科-博斯特尔联合公司以及本报告编写人员均无义务公开更新或修改前瞻性陈述的内容。

目录

1、摘要.....	7
执行摘要	7
技术摘要	11
2、引言	18
3、其他信息来源	22
4、矿权区描述及位置	22
5、交通情况、气候、当地资源、基础设施以及自然地理	27
6、历史	28
7、地质背景及成矿作用	29
区域地质	29
矿床地质特征	31
蚀变	33
成矿作用	35
8、矿床类型	38
9、勘探	38
10、钻探	38
岩芯和反循环回收率	41
钻孔取样的可能误差	41
11、样品的制备、分析与安全	41
采样方法和途径	41
样品的制备、分析和安全	42
质量保证和质量控制	44
12、数据验证	45
13、选矿和冶金试验	46
选矿试验	46
14、矿产资源评价	50
摘要	50
地质模型	51
品位区域	57
冶金学区域	58
密度数据	59
边界品位	60
分析统计	60
特高品位值的处理	61
样品组合	62
接触绘图分析	63
变差函数图	64
资源量估算方法	65

最终资源量模型块体重划分	71
资源估算验证	71
15、矿产储量估算	78
16、采矿方法	79
采矿作业概况	79
采矿方法	83
矿山设计	83
地面条件/边坡稳定性	88
矿坑边坡变陡计划	90
山谷堆浸设施	92
采矿设备	94
人力	95
矿山基础设施	96
17、选矿方法	96
破碎车间	96
山谷堆浸设施	97
美林克洛黄金回收厂	97
讨论	97
18、项目基础设施	101
通行道路	101
矿山现场设施	101
住宿	101
供水	101
供电	101
废料处理和排水	101
通信	102
19、市场研究和合同	102
市场	102
合同	102
20、环境研究、许可和社会社区影响	102
环境研究	102
许可	102
社会或社区要求	105
矿山关闭要求	105
关闭计划的目标	105
21、投资和经营成本	106
22、经济分析	108
23、相邻矿区	108
24、其他相关数据和信息	108
25、解释和结论	108
26、建议	110
27、参考文献	112

28、日期和签名页	115
29、编写人员资格证明.....	116

1、摘要

执行摘要

罗斯科-博斯特联合公司（罗斯科-博斯特公司）受巴里克黄金公司（简称“巴里克公司”）委托编写阿根廷贝拉德罗金矿（简称“该金矿”或“贝拉德罗金矿”）的独立技术报告。本报告旨在为 2015 年 12 月 31 日的金矿矿产资源和矿产储量估算数据公开披露提供支持性资料。本报告采用 NI 43-101 矿产项目信息披露标准。本技术报告中矿产资源和矿产储量估算数据的生效日期为 2015 年 12 月 31 日。如无特别说明，本技术报告所含信息更新时间截至 2015 年 12 月 31 日。在某些情况下，本报告内已经含有目前的更多信息，以反映后续项目活动的进展。罗斯科-博斯特公司于 2016 年 5 月 9-12 日对金矿开展了现场考察，并于 2016 年 5 月 13 日考察了巴里克公司位于阿根廷圣胡安省的办事处。

巴里克公司是一家加拿大上市矿业公司，拥有大量在产矿山和矿业项目，遍布世界四大洲。贝拉德罗金矿是一座大型露天矿，位于阿根廷中西部的安第斯山脉高原地区，采用堆浸法回收金和银。金矿的主要生产流程为：露天开采金银矿石，经过两级破碎作业之后，采用山谷填积进行堆浸，然后通过美林-克洛选矿厂来提取贵金属。贝拉德罗金矿于 2005 年投产，已采出矿石约 2.62 亿吨，金、银品位分别为 1.1 克/吨和 16 克/吨，共回收金约 700 万盎司，银约 1,400 万盎司。

未来 9 年，矿石年产量约为 2,900 万吨。按照计划，未来四年的开采规模将达到峰值，年采剥能力达到 8,500 万吨，之后将逐年减产直至矿山开采年限结束。按照计划，这期间所有矿石都将产自费罗费德里克矿坑（Filo Federico）。巴里克公司通过全资子公司阿根廷黄金矿业有限合伙公司（简称“阿根廷黄金矿业有限公司”公司，之前为“阿根廷黄金矿业股份公司”或“阿根廷黄金矿业公司”）运营贝拉德罗金矿。

表 1-1 汇总了贝拉德罗金矿的矿产资源量（截至 2015 年 12 月 31 日）。

表 1-1 矿产资源量 – 2015 年 12 月 31 日
巴里克黄金公司 – 贝拉德罗矿

资源类别	资源量 (百万吨)	金品位 (克/吨金)	银品位 (克/吨银)	金-金属量 (百万盎司)	银-金属量 (百万盎司)
探明资源	4.1	0.40	6.5	0.053	0.86
控制资源	71.1	0.54	11.7	1.23	26.7
探明+控制 资源合计	75.2	0.53	11.4	1.29	27.5
推断资源	5.6	0.45	10.1	0.08	1.8

注：

1. 矿产资源量采用加拿大采矿、冶金和石油学会（CIM）的定义。
2. 矿产资源量估算数据截至 2015 年 12 月 31 日，采用金价为 1,300 美元/盎司，银价为 17.50 美元/盎司，汇率为 1 美元兑 14.5 阿根廷比索。
3. 矿产资源量并非矿产储量，并未证实具有经济可行性。
4. 矿产资源量的估算采用经济边界品位值，且该品位值会随矿石种类变化。第一类原矿（未经破碎）的金边界品位大约为 0.193 克/吨，第一类经过破碎的大约为 0.500 克/吨。
5. 采用惠特矿坑外形来界定矿产资源的边界。
6. 矿产资源量内不包含矿产储量。
7. 因数字四舍五入，数据加总可能不等于合计。

表 1-2 汇总了贝拉德罗金矿的矿产储量（截至 2015 年 12 月 31 日）

表 1-2 矿产储量 – 2015 年 12 月 31 日
巴里克黄金公司 – 贝拉德罗矿

类别	储量 (百万吨)	金品位 (克/吨金)	银品位 (克/吨银)	金-金属量 (百万盎司)	银-金属量 (百万盎司)
证实储量:					
露天矿	9.1	0.92	14.9	0.27	4.4
矿石堆	7.1	0.51	9.5	0.12	2.2
存量 ⁵	8.5	0.86	-	0.24	-
可能储量					
露天矿	252.1	0.85	14.5	6.92	117.3
露天矿小计	261.2	0.86	14.5	7.19	121.6
证实+可能储量合计	276.9	0.85	13.9	7.54	123.8

注:

1. 矿产储量采用加拿大采矿、冶金和石油学会的定义。
2. 矿产储量估算数据截至 2015 年 12 月 31 日, 2016-2020 年估算所用金价为 1,000 美元/盎司, 2021 年之后 (含) 估算所用金价为 1,200 美元/盎司, 2016-2020 年估算所用银价为 15.00 美元/盎司, 2021 年之后 (含) 估算所用银价为 16.50 美元/盎司, 汇率为 1 美元兑 14.5 阿根廷比索。
3. 矿产储量估算采用的边界品位是可变的, 取决于具体的选矿方法, 不同的选矿方法会影响成本和回收率; 金价为 1,000 美元/盎司时, 边界品位约为 0.25-0.64 克/吨, 金价为 1,200 美元/盎司时, 边界品位约为 0.21-0.54 克/吨。
4. 因数字四舍五入, 数据加和可能不等于合计。
5. 存量仅为金储量。

罗斯科-博斯特尔公司未发现任何可能会对矿产资源量或矿产储量估算造成实质性影响的环境、许可证、法律、所有权、税务、社会-经济、市场影响、政策或其他转换因素。

结论

通过现场考察以及随后的审查工作, 罗斯科-博斯特尔公司得出以下结论:

矿产资源量估算

- 截至 2015 年末 (2015 年底), 探明和控制矿产资源量合计为 7,520 万吨 (不含矿产储量), 金平均品位为 0.53 克/吨, 银平均品位为 11.4 克/吨, 所含金和银的金属量分别为 130 万盎司和 2,750 万盎司。
- 截至 2015 年末 (2015 年底), 推断矿产资源量为 560 万吨, 金平均品位为 0.45 克/吨, 银平均品位为 10.1 克/吨, 所含金和银的金属量分别为 8 万盎司和 180 万盎司。
- 剩余所有资源量和储量均发现于贝拉德罗矿区费罗费德里克矿化带和夸特罗-埃斯基纳斯矿化带 (Cuatro Esquinas) 内, 这两个矿化带也都位于费罗费德里克矿坑内。
- 据估算, 费罗费德里克矿坑预计资源第一类原矿 (未经破碎) 的金

边界品位大约为 0.193 克/吨，经过破碎的大约为 0.500 克/吨，第二类经过破碎的大约为 0.496 克/吨。

- 矿产资源量采用广泛接受的估算方法计算获得。探明、控制和推断资源量的定义符合加拿大采矿、冶金和石油学会于 2014 年 5 月 10 日发布的《矿产资源量和矿产储量定义标准》（加拿大采矿、冶金和石油学会定义）。
- 目前的钻孔数据库能够为矿产资源量和矿产储量估算所用的资源模型提供合理支持。
- 采集地质、岩土工程、化验、密度和其他数据信息所用的方法和流程合理，基本符合广为接受的行业标准。绝大多数普通任务均完好记录了标准操作流程，并定期更新。该金矿对炮眼数据、之前的模型结果和生产调整结果定期开展对比，以校正和改进资源建模流程。
- 勘探开发采样分析计划采用标准操作方法，基本能够提供合理结果。将由此得出的数据有效应用于矿产资源量和矿产储量的估算。
- 总体而言，罗斯科-博斯特尔公司认为阿根廷黄金矿业有限合伙公司的工作是高质量的，超出了行业平均水平。

采矿和矿产储量

- 截至 2015 年末（2015 年底），证实和可能储量合计为 2.769 亿吨，金平均品位为 0.85 克/吨，银平均品位为 13.9 克/吨，所含金和银的金属量分别为 750 万盎司和 1.24 亿盎司。
- 矿产储量采用业界广泛接受的估算方法计算获得，证实和可能储量采用加拿大采矿、冶金和石油学会的定义。
- 回收率和成本数据依据实际运营数据和工程估算数据。
- 对贝拉德罗金矿的矿山开采年限计划开展了经济分析，得出了正现金流的结果，罗斯科-博斯特尔公司认为这一分析符合发布矿产储量报告的要求。除了矿山开采年限计划内的矿产储量外，该金矿还拥有一定的矿产资源量，代表该矿在未来仍有发展空间。
- 预计 2016 年将实现运营成本的降低，当前的运营成本估算结果中未完全考虑这一因素。成本降低直接与去年的油料成本下降有关，这不仅减少了各类供给品的生产和运输成本，而且还减少了油料直接消费成本。除此之外，产能提升行动也一直在推进之中，在未来有可能进一步降低运营成本。
- 阿根廷黄金矿业有限合伙公司已经确定费罗费德里克矿坑的某些最终边坡可以采用变陡方案，这将减少生产计划中的废石量，增加矿石量，提升金矿的整体经济性能。

选矿

选矿设施运行状态良好。2014 年《矿山环境影响评估》进行了第四次更新，其中设定的某些限定参数对山谷堆浸设施（VLF）

产生了一定的影响。获批的 2014 年版《矿山环境影响评估》和与之相关的 2016 年管理方案明确了三个运营管理限定参数（“山谷堆浸设施管控触发条件”），一旦超出这些限定参数，将触发山谷堆浸设施的应急计划和控制措施。在超标期间，新水将限制对堆浸溶液的新水补给量，减少氰化物添加量。

- 该金矿的山谷堆浸设施已经获得了 5B 阶段前的所有必要许可证。矿山开采年限计划预计，山谷堆浸设施未来的运营阶段将需要占有总容积最高达 7 亿吨的区域。金矿此前已经将该情况报告环境主管部门，需要补充获取相关许可证。2015 年 1 月，贝拉德罗金矿向环境主管部门提交了山谷堆浸设施 6-9 阶段的初步设计方案。该方案目前正在接受审查，以优化当前矿产储量的堆置方法。贝拉德罗金矿预计当地主管部门将于 2017 年批准山谷堆浸设施的设计方案。
- 高架胶带输送机由于出现了机械故障，从 2015 年 2 月起一直处于停机状态，导致破碎站至山谷堆浸设施间的矿石运输成本增加。预计高架胶带输送机在 2017 年之前都难以恢复运行。此外，已经在卡车运输方案和胶带输送机运输方案之间启动了折衷方案研究。
- 由于存在机械缺陷，高架胶带输送机的运行率是影响矿山运行的老大难问题。
- 除了高架胶带输送机，运营利用率方面相关的维修也存在问题，虽然目前正在改进之中，但仍存在很大的不足。
- 在完成 2015 年末矿产资源量估算之后，为不断延长矿山开采年限，阿根廷黄金矿业有限合伙公司对于 2024 年开采活动结束后对堆存矿石继续开展 4 年（过渡期）堆浸处理的方案进行了评估。预计在 2024-2028 年的过渡期内，将分别回收金和银 50 万盎司和 120 万盎司。

环境因素

- 贝拉德罗金矿的环境管理计划通过了 ISO 14001 标准认证。
- 贝拉德罗金矿通过《国际氰化物管理标准》的认证。
- 每年对矿山关闭方案开展审查和分析工作。根据目前贝拉德罗金矿对环境的扰动情况，按照一定的折现率，截至 2015 年 12 月 31 日，准备金根据国际财务报告准则所列出的环境修复准备金约为 5,900 万美元。在无折现的情况下，按照目前和未来环境扰动情况计算得出的矿山开采年限矿山关闭费用合计约为 8,200 万美元。
- 2015 年 9 月，贝拉德罗金矿堆浸场的一处管道阀门损坏，导致含氰化物选矿溶液在事故发生时处于开启状态的泄水渠闸门流入附近排水道。阿根廷黄金矿业有限合伙公司将泄漏事故通知了监管部门。阿根廷黄金矿业有限合伙公司和独立的第三方机构在事故发生后和之后的几个月立即开展了环境监测，结果表明溶液泄漏没有对社区居民的健康造成危害，也没有对金矿下游产生不利环境影响。根据上文提及的山谷堆浸设施限定参数触发条件，2015 年 9 月 24

日，金矿撤销了禁止向选矿作业中加入新氰化物的临时性限制，金矿运行恢复正常。根据法院命令，对矿区的监督和监测还将一直持续。2016年4月14日，按照当地部门的要求，阿根廷黄金矿业有限合伙公司因本次事故缴纳了总额约为1,000万美元（按照当时的阿根廷比索对美元汇率计算）的行政罚款。事故发生后，按照圣胡安省矿业主管部门的要求，阿根廷黄金矿业有限合伙公司正对贝拉德罗金矿实施补救行动。某些与事故有关的建设活动仍在进行中，尚未完工。

风险

十年来，贝拉德罗金矿一直处于生产状态，是一座成熟的在生产矿山。罗斯科-博斯特尔公司认为，基于合理预期，该金矿不会出现影响勘探信息、矿产资源量和矿产储量估算结果以及预期经济效益可靠性或可信度的明显风险和不确定因素。

建议

罗斯科-博斯特尔公司提出以下建议：

地质和矿产资源量

- 罗斯科-博斯特尔公司赞同阿根廷黄金矿业有限合伙公司有关补充实施核对流程的计划，该计划将更为直接对资源量模型、品位控制模型和黄金产量做出比较，有助于在未来指导如何修改资源量建模流程，并提供相关支持性数据。

采矿和矿产储量

- 罗斯科-博斯特尔公司赞同阿根廷黄金矿业有限合伙公司调查矿坑变陡方案的可行性，建议其与具备高边坡和陡边坡项目工作经验的国际知名独立岩土工程师开展合作，继续深入调查该方案。

选矿

- 更新折衷研究内容，该研究主要对恢复现有高架胶带输送机，继续采用卡车运送破碎矿石和安装全新高架胶带输送机这三种方案进行了对比。
- 继续按照山谷堆浸设施限定参数触发条件，监测该设施的运行状态。

经济分析

NI 43-101 标准规定，处于生产阶段的公司无需提供在产矿业资产的经济分析信息，除非技术报告包含了现有生产环节的实质性扩建部分。罗斯科-博斯特尔公司注意到，巴里克公司属于生产性公司，贝拉德罗金矿处于生产状态，没有规划实质性扩建部分。罗斯科-博斯特尔公司使用本报告中展示的估算数据，对贝拉德罗金矿开展了经济分析，结果证明该金矿能够产生正现金流，对矿产储量报告提供支持。

技术摘要

矿权区描述及其位置

贝拉德罗金矿地处安第斯山脉的东翼，智利-阿根廷边境以东6千米处。矿区

的坐标大致为南纬 29°22'，西经 69°57'，位于阿根廷西北部圣胡安省的伊格莱西亚地区（Iglesia）。距离矿区最近的人口和商业中心是圣胡安省首府，车程约 360 千米。矿区海拔为 3,800-4,800 米。

土地所有权

1989 年以来，阿根廷圣胡安省矿业勘探开采局（IPEEM）一直是省级矿业主管部门，持有圣胡安省的某些矿业权，同时负责召集和管理省内勘探许可证和采矿许可证的拍卖竞标活动。因此，一些采矿许可证由圣胡安省矿业勘探开采局持有。剩余采矿许可证由阿根廷黄金矿业有限合伙公司持有。罗斯科-博斯特尔公司注意到，巴里克阿根廷勘探公司（BEASA）控制了矿山采矿权延伸区域的土地所有权。该报告仅汇总了与贝拉德罗金矿直接相关的矿业权和地上所有权信息。

贝拉德罗金矿由以下矿业资产组成：(i) 贝拉德罗矿业权组合，包括 8 个采矿权，由圣胡安省矿业勘探开采局持有，根据圣胡安省相关法律以及圣胡安省矿业勘探开采局与巴里克公司的子公司阿根廷黄金矿业有限合伙公司签订的开发合同（修订版），由后者负责经营；(ii) 费罗-诺尔特矿业权组合（Filo Norte），包括 5 个采矿权，由阿根廷黄金矿业有限合伙公司持有，它们分别是：厄苏里那-苏尔（Ursulina Sur）、弗洛伦西亚 1 号（Florescia 1）、加比 M（Gaby M）、里奥 2 号（Rio 2）和里奥 3 号（Rio 3）。贝拉德罗金矿的上述矿业资产占地总面积约为 14,420 公顷。

根据《阿根廷矿业法》的规定，采矿权没有有效期，但为保持采矿权区的良好经营状态，采矿权持有者必须每年缴纳一定的费用，同时达到最低资本投资标准。截至 2016 年 8 月 1 日，贝拉德罗金矿的现有矿业资产均已达到上述要求。

根据 1993 年 5 月生效的 24.196 号联邦法案和相关省级法案的规定，在生产矿山必须向省级政府为在阿根廷境内采出的矿产缴纳最高 3% 的矿产权益金。对采出矿产应缴价值的定义为采出矿产的销售价值减去特定许可证费用。除了上述矿产权益金外，按照巴里克公司与圣胡安省矿业勘探开采局签订的开发合同，前者还需要向后者支付权益金，具体比例为贝拉德罗矿业资产金属产值的 0.75%，这其中包含阿根廷塔矿床（Argenta）的产值。

根据环境影响报告中相关条款的规定，2012 年底一季度，阿根廷塔矿床向省级政府补充缴纳了矿产权益金，具体费率为矿产品销售额的 1.5%，销售额采用矿山开采年限内的产量估算值计算，金、银价格分别采用 1,500 美元/盎司和 35 美元/盎司计算。尽管阿根廷塔金矿的矿产储量已经开采殆尽，但该矿床仍拥有月 80 万吨堆存矿石，内含金 1.41 万盎司。

2011 年 6 月，省级政府和包括阿根廷黄金矿业有限合伙公司在内的在圣胡安省开展经营活动的矿业公司签订了一份采矿责任协议，根据该协议，矿业公司同意在计算 3% 的省级矿产权益金时不会削减某些费用。2011 年 10 月，巴里克公司和圣胡安省矿业勘探开采局达成协议，对于根据开发合同向圣胡安省矿业勘探开采局支付的 0.75% 矿产权益金的计算方法，使用同一标准进行修改，从而将其修改为金块销售总额的 0.75%。

2002 年，作为应急措施，阿根廷开始对包括黄金在内的特定矿产品征收 5% 的出口税。当时，这项税收规定被描述为“临时税收”。从 2005 年投产起贝拉德罗金矿出产的金块需要缴纳 5% 的出口税，直至 2015 年 12 月 21 日，阿根廷新政府

取消了这项税收规定。

2013 年 9 月，阿根廷开始对阿根廷纳税实体向个人和非居民投资者支付的分红收取 10% 的分红税。巴里克公司认为这项所得税制度不适用于贝拉德罗金矿在已有税收稳定协议下支付的分红。2016 年 7 月 23 日，阿根廷新政府取消了这项分红税制度。

2011 年 10 月，阿根廷政府发布 1722 号政府令，要求原油、天然气和矿业企业将通过出口交易获得的所有外币收益全部汇回国内并兑换为阿根廷比索。对于随后发生的比索兑换外币的交易征收银行交易税，之前这些交易一直采用境外基金支付。

现有基础设施

贝拉德罗金矿远离主要城镇，货物采用卡车运输，自给自足。由于地点偏僻，该矿业资产在维持运营所需的基础设施方面必须自给自足。

矿区目前使用的电能来自柴油发电机。柴油发电机的总装机容量为 22MW。

工业用水（即选矿工艺用水和除尘用水）取自拉斯塔瓜斯河（Rio de las Taguas）。生活用水取自两口水井。饮用水经过反渗透膜过滤处理。废水在排放前在矿区经过处理。

矿山营地内设有医疗急救设施、自助餐厅、体育馆、办公室和住宿房间，供贝拉德罗金矿的工作人员使用。

其他基础设施包括：仓库、车辆修理厂、维修设备和分析实验室。

历史

20 世纪 80 年代末期，阿根廷政府的地质学家首先在贝拉德罗地区开展了勘探工作，他们对卫星影像显示的热液蚀变中心开展现场检查时在贝拉德罗地区及周边区域发现了零星的金异常。1988 年，地区矿权主管部门由联邦政府转变为省级政府，1989 年，圣胡安省成立了矿业勘探开采局，作为省级矿业管理主体，持有省内的某些矿业权，负责召集和管理省内勘探许可证和采矿许可证的拍卖活动。

1994 年，通过圣胡安省矿业勘探开采局组织的竞争性拍卖环节，一家加拿大初级勘探企业阿根廷黄金公司（AGC）获得了贝拉德罗地区的勘探权。之后，阿根廷黄金公司按 60:40 的比例与拉克矿产公司（Lac Minerals）达成了合资协议，不久之后，后者被巴里克公司收购。

1995 年，阿根廷黄金公司将其股权分配给其下属子公司阿根廷黄金矿业公司，1996-1998 年，由阿根廷黄金矿业公司和巴里克公司组成的合资体成功对贝拉德罗金矿实施了勘探。于此同时，巴里克公司通过其下属子公司巴里克阿根廷勘探公司对其全资持有的乌苏里纳苏尔矿业权开展了勘探工作，该矿业权是拉马项目（Lama）的一部分。1999 年初，霍姆斯塔克矿业公司（Homestake）收购了阿根廷黄金公司。2001 年 12 月，霍姆斯塔克公司与巴里克公司合并组成了新的巴里克公司，由此，巴里克公司通过阿根廷黄金矿业公司和巴里克阿根廷勘探公司间接持有了贝拉德罗金矿的所有股权。2016 年，通过内部重组计划，阿根廷黄金矿业公司由公司转型为有限合伙制企业，更名为阿根廷黄金矿业有限公司。

地质和矿化

贝拉德罗矿床位于埃尔印第奥金矿带（El Indio Gold Belt）的北端。这条金矿带长 120 千米，宽 25 千米，呈南北走向，主要岩性为二叠纪至晚中新世的火山岩和侵入岩，内部发育大量热液蚀变带和浅成低温矿床。该金矿带由一个第三纪火山裂谷构成，火山熔岩和凝灰岩沉积在其中，之后被相关侵入体切穿。带内的基底岩石由二-三叠纪崔伊组（Choiyoi Formation）安山-流纹质凝灰岩、熔岩流和火山碎屑岩组成，其上非整合覆盖第三纪火成岩和火山岩，其中较老的岩株年龄为 4000 万年，较年轻的凝灰岩、熔岩流和火山碎屑岩年龄为 400 万年。

埃尔印第奥金矿带在约 120 千米的走向长度内发育多处高硫和低硫型矿化，从南端的阿尔图拉斯矿床（Alturas），到中部的坦博-埃尔印第奥矿床（Tambo-El Indio），再到北部的贝拉德罗矿床和帕斯卡-拉玛矿床（Pascua-Lama）。这条矿带内的浅成低温热液矿化与第三纪构造带有关。

贝拉德罗矿床是一个深成氧化高硫型金银矿床，围岩是与中新世火山口穹窿杂岩体有关的火山碎屑沉积岩、凝灰岩和火山角砾岩。热液蚀变具有典型高硫型金矿的特征，核心发育硅化，向外发育高级泥化蚀变，周边发育泥化和青磐岩化蚀变晕。金以细粒自然金颗粒的形式产出，主要分布在硅化带和裂隙表面的铁氧化物或铁硫酸盐薄膜内。银矿化不同于金矿化，产出的范围更大，更为弥散，可能代表了一次独立的成矿事件。

贝拉德罗矿床构成了一条 400-700 米宽，3 千米长，北西 15°走向的浸染状矿化带。火山口穹窿杂岩体的核心是角砾岩化的块状基质支撑的侵入细粒火山碎屑岩，向外过渡为碎屑支撑角砾岩，最外部是火山岩围岩。层状凝灰岩单元呈环状，分布在矿床的南端，覆盖了部分侵入细粒火山碎屑岩和凝灰岩，这套凝灰岩是中心式喷发形成的碎屑物质。贝拉德罗矿床主要有 3 个矿体：南部的阿玛贝尔矿体（Amable），中部的夸特罗-埃斯基纳斯矿体和北部的费罗费德里克矿体。阿根廷矿体是一个小型卫星矿床，位于贝拉德罗矿床东南约 5 千米处。阿玛贝尔矿体已经采空，报告显示该处已经没有储量和资源量。

金品位高于 0.2 克/吨的矿化轮廓与 345°走向的区域构造带相吻合。矿化主要赋存在以北西向断层为边界的火山道角砾岩内。在这条岩性带内，较高品位的富矿体长 300-500 米，金的平均品位约 4 克/吨，其中有 1 米矿体的品位高达 100 克/吨，它们构成了北东走向的构造带，周边发育金品位 0.1-1.0 克/吨的低品位矿化晕。

夸特罗-埃斯基纳斯矿体和费罗费德里克矿体周边的围岩是一系列火山喷发角砾岩和凝灰岩，发育强烈的硅化蚀变。阿玛贝尔矿体赋存在层状火山碎屑角砾岩和凝灰岩，发育硅化和高级泥化蚀变。贝拉德罗矿床的许多区域由盖层覆盖，厚约 40 米，局部厚度可达 170 米。崩积层通常都未固结。

贝拉德罗金矿的贵金属矿化受地层、构造带和高度的控制。贝拉德罗的各类岩石内都能发育金矿化，包括覆盖层和发生了蒸汽热蚀变的岩石。费罗费德里克和夸特罗-埃斯基纳斯的主要围岩是热液角砾岩和长英质凝灰岩，阿玛贝尔的主要围岩是火山碎屑角砾岩和中酸性凝灰岩。

勘探现状

大规模的勘探活动主要集中在 2002 年可行性研究结束之前。最初钻探计划的目标是查明构造与地表地球化学异常（包括岩屑、土壤和经过筛选的山麓堆积物）的关联，结果表明矿化异常与可控源音频大地电磁（CSAMT）高阻-低磁带相对应。

2002 年以来，补充完成了勘探和加密钻探工作。计划布置更多的钻孔，对采矿权区内剩余的空白区实施勘探。地质团队正在制定长期勘探计划，重点是埃尔印第奥金矿带阿根廷一侧的区域。区域勘探团队正将其掌握的确定勘探靶区的知识和经验传授给贝拉德罗金矿的地质团队。矿山地质信息与区域勘探模型相结合将大大提高成功圈定勘探区的几率。

矿产资源量和矿产储量

截至 2015 年末的矿产资源量见表 1-1。使用 2015 年 3 月已有的全部钻孔数据编制了资源量模型。2015 年末的确定和控制矿产资源量合计为 7,520 万吨，金和银的平均品位分别为 0.53 克/吨和 11.4 克/吨，资源量所含金和银的金属量分别为 130 万盎司和 2,750 万盎司。2015 年末的推测矿产资源量为 560 万吨，金和银的平均品位分别为 0.45 克/吨和 10.1 克/吨，资源量所含金和银的金属量分别为 8 万盎司和 180 万盎司。与 2014 年末相比，2015 年末的确定和控制矿产资源量内所含金的金属量减少 350 万盎司，因为在 2015 年末的估算中，这部分金属已经转换为证实和可能储量。资源量估算使用金、银价格分别为 1,300 美元/盎司和 17.50 美元/盎司，美元兑阿根廷比索的汇率为 14.5。罗斯科-博斯特尔公司认为矿产资源量估算结果合理，令人满意，符合加拿大采矿、冶金和石油学会的定义。

绝大多数资源量来自费罗费德里克第一类矿石。原矿通过爆破开采后，由卡车直接运输至山谷堆浸设施，将需要破碎的矿石运送至两级破碎站，破碎后由卡车运输至山谷堆浸设施。第二类矿化在氧化硅内含有更多细粒浸染状金颗粒，银也主要以细粒螺状硫银矿（银的硫化物）的形式分布在氧化硅中，与第一类矿石相比，这些特征降低了金和银的回收率。第二类矿石金、银回收率偏低进一步影响了这类矿石的边界品位，和第二类需破碎矿石和原矿的吨位。费罗费德里克矿体内第一类原矿和需破碎矿石的金边界品位分别约为 0.193 克/吨和 0.500 克/吨，第二类需破碎矿石的金品位约为 0.496 克/吨。

罗斯科-博斯特尔公司审查了资源估算的假设条件、输入的参数、地质解译结果和区块建模过程，公司认为矿产资源量估算适用于该矿化类型，资源量模型合理，能够支持矿产资源量和矿产储量估算（截至 2015 年末）。

贝拉德罗金矿的地质部门已经深入了解了贝拉德罗金矿床的地质特征。构建完成的地质模型能够为品位计算提供地质约束，为矿山开采计划的制定提供参数。使用 Vulcan 软件构建了岩性、蚀变和构造分区的地质模型。此外，还构建了主要断层的模型。在使用 Vulcan 软件制作三维地质线框时使用的线和控制点以钻孔、炮眼和矿坑填图结果为依据。

截至 2015 年末的矿产资源量见表 1-2。在报告最终矿坑设计时的矿产储量时采用的金价假设为 1,000 美元/盎司。2016-2020 年估算最终矿坑内矿产储量所用金价为 1,000 美元/盎司，2021 年之后（含）估算所用金价为 1,200 美元/盎司，2016-2020 年估算所用银价为 15.00 美元/盎司，2021 年之后（含）估算所用银价为 16.50 美元/盎司，汇率为 1 美元兑 14.5 阿根廷比索。边界品位取决于岩石类型和选矿方法，在前五年金价为 1,000 美元/盎司时，边界品位约为 0.25-0.64 克/吨，在矿山开采年限内的剩余时间金价为 1,200 美元/盎司时，边界品位约为 0.21-0.54 克/吨。截至 2015 年底，已证实储量和可能的储量预计为 27,690 万吨，其中金品位为 0.85 克/吨，银品位为 13.9 克/吨，含 750 万盎司的金和 12400 万盎司的银。通过本次审查，罗斯科-博斯特尔公司根据加拿大采矿、冶金和石油学会的定义，将所报告的储量划定为证实储量和可能储量是合理的。

采矿方法

贝拉德罗金矿采用传统的露天开采、卡车-铲车装运的生产方式，该方式从 2005 年一直沿用至今。截至 2015 年末，已经从贝拉德罗金矿开采出各类物料约 8.66 亿吨，金、银产量分别约为 700 万盎司和 1,400 万盎司。

未来 9 年，矿产储量部分的矿石年产量约为 2,900 万吨。按照计划，未来四年的开采速度将达到峰值，年采剥能力达到 8,500 万吨，之后将逐年减产直至矿山开采年限结束。

选矿

贝拉德罗金矿在山谷填积堆浸场内使用氰化物堆浸法处理矿石，在美林-克洛锌置换金选厂内提取金。

低品位矿石（即：低于边界品位的矿石作为原矿石，无需进行破碎；高于边界品位的矿石，需进行破碎）在采出之后，不经破碎，由卡车直接运往堆浸场。高于边界品位的矿石由卡车从矿坑或矿石堆运往双级破碎机进行破碎，破碎后矿石粒度小于 40 毫米。破碎站的日处理能力约为 9 万吨，其中 6 万吨由 1 号线处理，3 万吨由 2 号线处理。卡车直接将待破碎的矿石倒入一段旋回破碎机内。破碎后的矿石转运至带有顶棚的堆矿场内。

经二级破碎后，碎矿石通过长 3.7 千米的高架胶带输送机（这部分矿石目前利用卡车运输）输送至堆浸场附近的卡车卸矿斗，或者由卡车将矿石从破碎站运送至堆浸场。矿石从卸矿斗装运到矿山卡车内，之后运送至山谷堆浸设施进行堆放，矿堆高度为 13 米。

矿石堆浸场的堆放面积约为 2.3-2.6 万平方米，使用滴灌器添加稀氰化物堆浸溶液。溶液泵送系统的标称工作能力为 2,900 立方米/小时。

通过熔炼流程生产出金块，运出矿区外，进行进一步纯化，生产更纯的金和银。

不利市场条件导致副产品汞的销量萎缩。为此，贝拉德罗金矿在金精炼设施附近修建了储存设施，用于长期存放汞。目前将汞存放在 82 升的储罐内，储罐储存在炼厂内。由于矿山关闭计划中未作安排，所以如果无其他处置方案，矿山开采年限结束后清除汞所需的费用将从生产成本中开支。

2014 年《矿山环境影响评估》进行了第四次更新，其中设定的某些管控因素对山谷堆浸设施产生了一定的影响。获批的 2014 年版《矿山环境影响评估》和与之相关的 2016 年管理方案明确了三个运营管理参数（“山谷堆浸设施限定参数触发条件”），一旦超出这些限定参数，将触发山谷堆浸设施的应急计划和控制措施，在超标期间，将限制对选矿溶液的新水补给量，减少氰化物添加量。山谷堆浸设施管控触发条件如下：

山谷堆浸设施限定参数触发条件	参考值
泄漏物收集和回收系统（或 SRRF）	海拔 3,914.7 米
含贵金属贵液储存区（或 AASR）	海拔 3,927 米
泄漏物收集和回收系统（或 SRRF）最大泵送率（干物质）	270 立方米/天

获批新建的含贵金属贵液储存区（PSSA 或 AASR）于 2014 年建成，运行限

制海拔为 3,927 米，作此限制的目的是控制堆浸主底衬承受的水位差。因此需要密切监测山谷堆浸设施内的溶液流量。对泄漏物收集和回收系统（LCRS 或 SRRF）的运行限制是：最高海拔 3,914.7 米，最大泵送率为 270 立方米/天，这可能会限制山谷堆浸设施的正常开发，导致低处矿石对方空间减少，延误金属回收。目前，监管部门正在审查山谷堆浸设施管控触发条件，立足于新完成和正在完成的技术研究结果和相关数据，寻找扩容空间，提高设施的运行灵活性，减少潜在的金属回收生产延误。

冰雪融化会导致堆浸溶液储存区域内的水位上升超出矿山环境许可证 2014 年更新条款设定的山谷堆浸设施限定参数触发条件，从而影响贝拉德罗金矿的生产，因为一旦超出触发条件，矿山就必须启动山谷堆浸设施应急方案和限产措施，在超标期间，限制对选矿溶液的新水补给量，减少氰化物添加量。

环境、审批和社会因素

贝拉德罗金矿的环境管理方案已经通过 ISO 14001 标准认证。该方案每两年更新一次，最近一次更新是在 2015 年。根据该计划，除了按照规定需要每季度或在 24 小时内上报的特定类型的事故外，每隔 6 个月还需向矿业主管部门提交一次环境监测结果。

贝拉德罗金矿也获得了《国际氰化物管理标准》的认证。上一次认证时间是 2015 年，重新认证时间是 2018 年。

主管部门定期对矿区开展现场检查。检查后会提供书面意见，贝拉德罗金矿必须对意见进行回应。

对于环境和监管要求，由现场环境部门的专业技术人员负责管理，同时由沈焕生办事处的法务部门提供支持。

矿山关闭计划已经制定完成，这使得在采矿活动开展的同时实施矿山关闭和修复工作成为可能。采矿和修复同步进行将提高一些工作的效果，与在矿山开采年限结束后，开展矿山关闭工作相比，提前实施还能降低矿山关闭成本，压缩修复时间。每年对矿山关闭计划开展审查和分析。在折扣基础上，截至 2015 年 12 月 31 日，在国际财务报告框架下记录的环境修复准备金约为 5,900 万美元。在无折扣基础上，按照目前和未来环境扰动计算得出的矿山开采年限矿山关闭费用合计约为 8,200 万美元。

2015 年 9 月，贝拉德罗金矿堆浸垫内的一处管道阀门损坏，导致含氰化物选矿溶液通过事故发生时处于开启状态的泄水渠闸门流入附近排水道。阿根廷黄金矿业有限合伙公司将泄漏事故通知了监管部门。阿根廷黄金矿业有限合伙公司和独立的第三方机构在事故发生后和之后的几个月立即开展了环境监测，结果表明溶液泄漏没有对社区居民的健康造成危害，也没有对金矿下游产生不利环境影响。根据上文提及的山谷堆浸设施管控触发条件，2015 年 9 月 24 日，金矿撤销了禁止向选矿流程中加入新氰化物的临时性限制，金矿运行恢复正常。根据法院命令，对矿区的监督和监测还将一直持续。2016 年 4 月 14 日，按照当地部门的要求，阿根廷黄金矿业有限合伙公司因本次事故缴纳了总额约为 1,000 万美元（按照当时的阿根廷比索对美元汇率计算）的行政罚款。事故发生后，按照圣胡安省矿业主管部门的要求，阿根廷黄金矿业有限合伙公司正对贝拉德罗金矿实施补救行动。某些与事故有关的建设活动仍在进行中，尚未完工。

资本成本和运营成本估算

贝拉德罗金矿的剩余资本成本见表 1-3。持续性资本成本主要为山谷堆浸设施的扩建费用；该矿没有预剥离资本成本。

表 1-3 总资本成本
巴里克黄金公司 – 贝拉德罗矿

项目	矿山开采年限内 资本成本 (百万美元)
持续性资本成本	255
其他	66
矿山关闭	59
合计	380

注：

1. 持续性资本成本用于堆浸场扩建；采矿设备持续性成本包含在矿山剩余开采年限的运营成本内，因为按计划不会有大规模购置新设备。
2. 其他资本成本包括与采矿、选矿或矿山关闭成本无直接关系的矿区资本成本。
3. 矿山剥离成本包含在运营成本内。
4. 因数字进位，数据加和可能不等于合计值。

贝拉德罗金矿的单位运营成本见表 1-4。

表 1-4 单位运营成本
巴里克黄金公司 – 贝拉德罗矿

项目	单位	成本金额
采矿	美元/吨采出矿石	4.08
采矿	美元/吨入选矿石	9.38
选矿	美元/吨入选矿石	4.02
综合行政管理费用	美元/吨入选矿石	2.12
合计	美元/吨入选矿石	15.52

注：

1. 采矿成本中包含资本化后的剥离费用。

采矿和选矿单位成本中包含矿山关闭运营成本，与采出矿石和入选矿石吨位正相关。在折扣基础上，截至 2015 年 12 月 31 日，在国际财务报告框架下记录的环境修复准备金约为 5,900 万美元，见表 1-3。在无折扣基础上，按照目前和未来环境扰动计算得出的矿山开采年限矿山关闭费用合计约为 8,200 万美元。

2、引言

受巴里克黄金公司（以下简称为“巴里克公司”）的委托，罗斯科-博斯特尔公司编制了一份独立的关于阿根廷贝拉德罗金矿（以下简称为“该金矿”或“贝拉德罗矿”）的《技术报告》。该报告的目的在于为公开该矿截至 2015 年 12 月 31 日的矿产资源和矿产储量的预测数据提供支持。该《技术报告》符合《NI 43-101 矿产项目信息公布标准》。该《技术报告》提供的矿产资源和矿产储量预测数据的有效日期为 2015 年 12 月 31 日。除另有指定外，该《技术报告》中的信息均指上述日期之前的信息。在某些情形下，报告中已经加入了更多的目前信息以反映后期发生的事件。

巴里克公司是一家上市的加拿大矿业公司，拥有大量的生产矿山和项目。

贝拉德罗矿是一个大型露天堆浸金银矿，位于阿根廷中西部高海拔的安第斯山脉。该矿的业务包括露天金银矿石开采、二级破碎，以及采用山谷填埋堆浸和加锌沉淀回收等方法提取贵金属等。自贝拉德罗矿 2005 年投产以来，已从大约 2.62 亿吨的矿石中回收了大约 700 万盎司的黄金和 1,400 万盎司的白银，矿石的平均金银含量为：金 1.1 克/吨，银 16 克/吨。

在未来九年间，矿石生产预计使用大约 2,900 万吨/年的矿产储量。前四年的最大开采速度预计在 8,500 万吨/年左右，以后每年的开采速度将逐渐降低，直至矿山的开采年限期满。预计所有其余的矿石产量均将来自费罗费德里克矿井。

从 1989 年开始，圣胡安省矿业勘探开采局一直是负责对圣胡安省某些矿业权进行管理并对省内的勘探和开采执照进行招标和管理的省级矿业实体。1994 年，圣胡安省矿业勘探开采局在完成相关竞标程序后，加拿大的初级勘探公司 - 阿根廷黄金公司（AGC）被授予贝拉德罗矿的勘探权。接着，阿根廷黄金公司与拉克矿产公司（Lac Minerals）签订了一份按六四比例合资的协议（后者占 40%）。拉克矿产公司在此后不久即成为巴里克公司的子公司。

1995 年，阿根廷黄金公司将其权益转让给了其子公司-阿根廷黄金矿业公司。1996 至 1998 年间，阿根廷黄金矿业公司和巴里克的合资公司对贝拉德罗矿产进行了成功勘探。同时，巴里克公司的子公司-巴里克勘探阿根廷公司（BEASA）对毗邻的厄苏里那苏尔矿产（Ursulina Sur property）进行了勘探（后者为拉玛项目的一部分）。1999 年初，霍姆斯特克矿业公司（以下简称为“霍姆斯特克公司”）收购了阿根廷黄金公司。2001 年 12 月，霍姆斯特克公司和巴里克公司合并，使得巴里克公司通过阿根廷黄金矿业公司和巴里克勘探阿根廷公司获得了对贝拉德罗矿 100% 的间接控制权。2016 年，根据一项内部重组，阿根廷黄金矿业公司由一家公司转变为一家有限责任合伙企业，并更名为“阿根廷黄金矿业有限公司”。

贝拉德罗矿由下列矿业产权构成：(i) 贝拉德罗矿业集团（根据相关省法律和圣胡安省矿业勘探开采局与阿根廷黄金矿业有限公司签署的（经过修订的）《开采合同》，该矿业集团由八个属于圣胡安省矿业勘探开采局并由阿根廷黄金矿业有限公司经营的矿区构成）；以及 (ii) 费罗-诺尔特矿业集团（该矿业集团由五个属于阿根廷黄金矿业有限公司的矿区构成，即：厄苏里那苏尔，弗洛伦西亚 1 号，加比艾姆，里奥 2 号和里奥 3 号。贝拉德罗矿产的占地面积约为 14,420 公顷。

根据《阿根廷矿业法》，矿区并无到期日，但矿区权益持有人需要缴纳一定的年费并需要达到最低的资本投资要求以保持矿区处于良好的状态。从 2016 年 8 月 1 日起，贝拉德罗矿在现有矿业产权方面已符合这些要求。

巴里克公司在拉斯塔瓜斯营地（Campo Las Taguas）拥有 90% 的未分配权益。该矿场包括受贝拉德罗矿采矿设施影响的地面产权。关于第三方拥有的拉斯塔瓜斯营地的其余 10% 的权益，巴里克公司和圣胡安省矿业勘探开采局已获得所有必要的出入地面产权的地役权（easements）。哥兰圭营地（Campo Colangui）内有某些其它的矿业设施，这些设施也由巴里克公司所有。阿根廷塔矿井（Argenta pit）位于拉斯塔瓜斯营地附近。已取得足够的地面权以确保完成目前在该产权上的生产作业。

根据 1993 年 5 月依照联邦法规施行的第 24.196 号法律以及依照该法规施行的相关省法律，生产矿井在阿根廷土地上提取矿物，需要向省政府缴纳高达 3% 的矿区使用费（当地称为“Boca Mina”）。该矿区使用费被定义为提取矿物的销售额减去一定的容许费用后的差值。除上述矿区使用费外，根据巴里克公司与圣胡安省矿业勘探开采局签署的《开采合同》的条款，从贝拉德罗矿产权上提取金属，包括从阿根廷塔矿床上获取矿物等生产活动，还要向圣胡安省矿业勘探开采局缴纳 0.75% 的矿区使用费。

对于阿根廷塔矿床，根据已获批的《环境影响声明》（EIS）的条款，2012 年一季度还要向一省级发展信托基金缴纳根据在预计矿山开采年限内的产量，按每盎司黄金 1500 美元和每盎司白银 35 美元计算，相当于销售额 1.5% 的额外矿区使用费。尽管阿根廷塔的矿产储量已开采完毕，目前仍有大约 80 万吨的阿根廷塔矿石库存，其黄金含量达 14,100 盎司。

2011 年 6 月，圣胡安省政府与省内运营的矿业公司，包括阿根廷黄金矿业有限公司

司，签订了一份责任采矿协议，根据该协议，矿业公司同意在计算其 3% 的省矿区使用费时不扣除一定的费用。2011 年 10 月，巴里克公司和圣胡安省矿业勘探开采局同意修改根据《开采合同》以同样的标准计算应支付圣胡安省矿业勘探开采局的 0.75% 的矿区使用费的计算方法，因此，有效地改变了矿区使用费的计算方法为按金银总售价的 0.75% 计算。

2002 年，作为一项应急措施，阿根廷通过了一项对包括黄金在内的某些矿产品实行按 5% 的税率征收出口税的政策。同时，有关部门声称，该出口税是“临时性”的。自 2005 年投入运营至 2015 年 12 月 21 日新一届阿根廷政府取消该税期间，贝拉德罗矿的黄金出口都需缴纳 5% 的出口税。

2013 年 9 月，阿根廷通过了一项新政策，对阿根廷企业支付给个人和非居民投资者的股息红利征收 10% 的股息红利税。巴里克公司认为，该代扣税不适用于贝拉德罗矿因现有税收稳定安排而支付的股息红利。该股息红利税已于 2016 年 7 月 23 日被新一届阿根廷政府废除。

2011 年 10 月，阿根廷政府发布了第 1722 号命令，要求原油、天然气和矿业公司将所有从出口贸易得到的外币收入汇出国外和兑换成阿根廷比索。以后在利用离岸资金进行交易过程中需将比索兑换为外币时，需要交纳 0.6% 的银行交易税。

信息来源

罗斯科-博斯特尔公司首席地质学家卢克·伊万斯，科学硕士，专业工程师；罗斯科公司首席矿业工程师格伦·伊哈苏，专业工程师；以及罗斯科公司副首席冶金学家霍尔格·克鲁特泽尔曼，专业工程师，于 2016 年 5 月 9 日至 12 日在该矿视察并于 2016 年 5 月 13 日在圣胡安的巴里克公司办事处召开会议。

巴里克公司和阿根廷黄金矿产有限公司的如下人员参与了座谈讨论：

- 里克·贝克尔，贝拉德罗矿执行总经理；
- 费尔南多·巴里根，总经理；
- 劳埃德·贝金汉姆，运营经理；
- 艾尼瓦尔多·戴阿兹，技术服务经理；
- 奥斯瓦尔多·布洛卡，首席地质学家；
- 赛巴斯提安·华瑞兹，高级建模地质学家；
- 艾里奥·泰拉诺娃，数据库管理员；
- 劳尔·克雷亚，首席采矿工程师；
- 加布里埃尔·罗梅乌，高级长期规划总监；
- 艾美利亚诺·康帕内拉，工序经理；
- 丹提·卡多佐，冶金实验室总监；
- 比尔·费尔迪南德，环境经理

贝拉德罗矿的业务一直是如下资源/储量技术审核活动的主题：

- 2014 年 3 月，罗斯科公司编制的资源和储量 NI 43-101 技术报告；
- 2012 年 3 月，罗斯科公司编制的资源和储量 NI 43-101 技术报告；
- 2008 年 5 月，矿产储量和资源审核，斯科特威尔逊罗斯科-博斯特尔公司集团有限公司（斯科特威尔逊罗斯科公司，罗斯科公司的前身）；
- 2007 年 5 月，贝拉德罗矿模型审查，资源建模公司（RMI）；
- 2005 年 3 月，NI 43-101 技术报告，巴里克黄金公司；
- 2005 年 2 月，储量程序审核，罗斯科公司；

伊万斯先生负责该报告的总编制。伊万斯先生对地质、取样、化验和资源预测工作进行了审查并负责第 3 至 12、14 和 23 章的编写，同时为第 1、2、24、25、26 和 27 章撰稿。伊哈苏先生对采矿、储量预测和经济指标进行了审查并负责第 15、16、19、21 和 22 章的编写，同时为第 1、2、18、24、25、26 和 27 章撰稿。克鲁特泽尔曼先生对冶金、环境和许可方面进行了审查并负责第 13、17 和 20 章的编写，同时，还为第 1、2、18、24、25、26 和 27 章撰稿。罗斯科公司感谢巴里克公司和阿根廷黄金矿产有限公司的相关人员在提交数据过程中表现出的良好配合。

有关文件审查以及其它信息的来源列于该报告最后第 27 章的参考文献部分。

缩略语表

该报告中使用的测量单位采用公制。除另有说明外，该报告中使用的所有货币单位均为美元（US\$）。

a	年	kWh	千瓦-小时
A	安培	L	公升
ARG	阿根廷比索	lb	磅
bbl	桶	L/s	每秒公升
Btu	英制热量单位	m	米
°C	摄氏度	M	兆（百万）；摩尔
C\$	加拿大元	m ²	平方米
cal	卡路里	m ³	立方米
cfm	每分钟立方英尺	u	微米
cm	厘米	MASL	海拔米
cm ²	平方厘米	ug	微克
d	天，日	m ³ /h	每小时立方米
dia	直径	mi	英里
dmt	干公吨	min	分钟
dwt	载重吨	um	微米
°F	华氏度	mm	毫米
ft	英尺	mph	每小时英里
ft ²	平方英尺	MVA	兆伏-安
ft ³	立方英尺	MW	兆瓦
ft/s	每秒英尺	MWh	兆瓦-小时
g	克	oz	金衡制盎司（31.1035 克）
G	千兆（十亿）	oz/st, opt	每短吨盎司
gal	英制加仑	ppb	十亿分之几
g/L	每升克	ppm	百万分之几
gpm	每分钟英制加仑	psia	每平方英寸磅（绝对值）
g/t	每吨克	psig	每平方英寸磅（计量值）
gr/ ft ³	每立方英尺粒数	RL	相对高程
gr/m ³	每立方米粒数	s	秒
ha	公顷	st	短吨
hp	马力	stpa	每年短吨
hr	小时	stpd	每天短吨
Hz	赫兹	t	公吨
in.	英寸	tpa	每年公吨
in ²	平方英寸	tpd	每天公吨
J	焦耳	US\$	美元
k	千	USg	美制加仑
kcal	千卡路里	USgpm	每分钟美制加仑
kg	千克	V	伏特
km	千米	W	瓦特
km ²	平方千米	wmt	湿公吨
km/h	每小时千米	wt%	重量百分比
kPa	千帕斯卡	yd ³	立方码
kVA	千伏-安	yr	年
kW	千瓦		

3、其他信息来源

该报告由罗斯科公司为巴里克黄金公司编制。该报告中包含的信息、结论、意见和预测数据的基础为：

- 罗斯科公司在编制该报告时所掌握的信息；
- 该报告中提出的假设、条件和资格等；以及
- 巴里克公司和其它第三方信息源提供的数据、报告和其它信息。

为了编制该报告，罗斯科公司采用了巴里克公司提供的所有权信息。罗斯科公司没有对贝拉德罗矿的相关产权或矿业权进行研究，也没有对产权的所有权情况发表任何意见。

罗斯科公司在有关贝拉德罗矿收入的适用税种、矿区使用费和其它支付收费或权益方面，得到了巴里克公司的指导。

任何第三方在省证券法规规定的用途以外使用该报告，一切风险由该使用方自行承担。

4、矿权区描述及位置

位置

贝拉德罗矿位于安第斯山脉的东侧，距离智利/阿根廷边界以东 6 千米处。该矿址位于阿根廷西北圣胡安省的伊格莱西亚地区，大约在南纬 29°22'，西经 69°57'。最近的主要人口和商业中心是位于贝拉德罗矿东南部的圣胡安省的省会，距离该矿大约 280 千米。驱车从圣胡安向北，经路面硬化的 40 号国家公路至 436 号省道（硬化路面）和皮斯曼塔村，再行经一条公共砂石路至图得卡姆，总行程大约 360 千米。然后，从图得卡姆驶上巴里克公司的 156 千米全天候砂石路继续前行，依次经过康肯塔山口、库拉山谷和德斯帕波拉斯山口，最终到达贝拉德罗矿。矿区的海拔高度在 3,800 米至 4,800 米之间。该矿的具体位置请参见图 4-1。

土地使用权

从 1989 年开始，圣胡安省矿业勘探开采局一直是负责对圣胡安省某些矿业权进行管理并对省内勘探和开采执照进行招标和管理的省级矿业实体。因此，有些采矿执照由圣胡安省矿业勘探开采局持有，而其余的采矿执照则由阿根廷黄金矿产有限公司持有。阿根廷黄金矿产有限公司是巴里克公司的全资子公司。罗斯科公司注意到，巴里克勘探阿根廷公司在该地区控制着矿区附近的大片土地。该报告只列出了那些与贝拉德罗矿直接相关的矿业权和地面权。

贝拉德罗矿由下列矿业产权构成：(i) 贝拉德罗矿业集团（根据相关省法律和圣胡安省矿业勘探开采局与阿根廷黄金矿产有限公司签署的（经过修订的）《开采合同》，该矿业集团由八个属于圣胡安省矿业勘探开采局并由阿根廷黄金矿产有限公司经营的矿区构成）；以及 (ii) 费罗-诺尔特矿业集团（该矿业集团由五个属于阿根廷黄金矿产有限公司的矿区构成，即：厄苏里那苏尔，弗洛伦西亚 1 号，加比艾姆，里奥 2 号和里奥 3 号。贝拉德罗产权的占地面积约为 14,420 公顷。

关于这些矿业产权的详细信息，请参见表 4-1。该矿的使用权和相关配套设施的地面权以地役权方式取得。关于这些土地产权的详细信息，请参见表 4-2。土地产权如图 4-2 所示。

表 4-1 巴里克黄金公司-贝拉德罗矿矿权表

矿区及执照号	矿区及执照名称	矿权持有人	面积（公顷）
520-0314-M-99	贝拉德罗矿业集团	圣胡安省矿业勘探开采局	11,927
338837-I-92	VE II	圣胡安省矿业勘探开采局	1,459.1
338888-I-92	VE LIII	圣胡安省矿业勘探开采局	1,500
338895-I-92	VE LX	圣胡安省矿业勘探开采局	1,500
338845-I-92	VE X	圣胡安省矿业勘探开采局	1,397.9
338849-I-92	VE XIV	圣胡安省矿业勘探开采局	1,500
338878-I-92	VE XLIII	圣胡安省矿业勘探开采局	1,520.7
338883-I-92	VE XLVIII	圣胡安省矿业勘探开采局	1,470.9
338851-I-92	VE XVI	圣胡安省矿业勘探开采局	1,500
1124-M-525-2009	费罗-诺尔特矿业	阿根廷黄金矿业有限公司	2,515.7
425380-B-03	厄苏里那苏尔	阿根廷黄金矿业有限公司	469.1
0676-F18-M-95	里奥 2 号	阿根廷黄金矿业有限公司	600
0675-F18-M-95	里奥 3 号	阿根廷黄金矿业有限公司	998.4
0764-F28-M-96	加比艾姆	阿根廷黄金矿业有限公司	269.5
296942-F-89	弗洛伦西亚 I	阿根廷黄金矿业有限公司	192.7

表 4-2 巴里克黄金公司-贝拉德罗矿地役权表

编号	描述	矿权持有人	面积（公顷）
1739-F18-A-95	营地及采矿设施	圣胡安省矿业勘探开采局	11,927.1
425129-B-03	营地及采矿设施	阿根廷黄金矿业有限公司	6,037
425255-B-03	道路及网络设施	阿根廷黄金矿业有限公司	399.5
295,232-M-89	道路	阿根廷黄金矿业有限公司	约 60 千米
1124-418-M-2008	飞机跑道	阿根廷黄金矿业有限公司	1,100

阿根廷黄金矿产有限公司对费罗-诺尔特矿业集团矿区拥有 100% 的直接所有权。该矿区位于贝拉德罗矿业集团矿区的东北部并与其毗邻（图 4-2）。贝拉德罗矿业集团矿区由圣胡安省矿业勘探开采局所有。通过其与圣胡安省矿业勘探开采局签订的开采合同和协议记录，阿根廷黄金矿产有限公司获得了对贝拉德罗矿 25 年的开采权，在这一期间，还可对费罗-诺尔特矿业集团矿区进行开发。合同到期后，阿根廷黄金矿产有限公司可自行决定是否继续下一个 25 年的续期。

实际上，除该地区其它大片相邻的土地外，巴里克勘探阿根廷公司还掌控着费罗-诺尔特矿业集团和贝拉德罗矿业集团的所有地面。该矿区主要地面的地役权如图 4-2 所示。未在图 4-2 中展示的地役权大都与交通网络和进出道路有关。

根据 1993 年 5 月依照联邦法规施行的第 24.196 号法律以及依照该法规施行的相关省法律，生产矿井在阿根廷土地上提取矿物，需要向省政府缴纳高达 3% 的矿区使用费（当地称为“Boca Mina”）。该矿区使用费被定义为提取矿物的销售额减去一定的容许费用后的差值。除上述矿区使用费外，根据巴里克公司与圣胡安省矿业勘探开采局签署的《开采合同》的条款，从贝拉德罗矿产权上提取金属，包括从阿根廷塔矿床上获取矿物等生产活动，还要向圣胡安省矿业勘探开采局缴纳 0.75% 的矿区使用费。

对于阿根廷塔矿床，根据已获批的《环境影响声明》的条款，2012 年一季度还要向一省级发展信托基金缴纳根据在预计矿山开采年限内的产量，按每盎司黄金 1,500 美元和每盎司白银 35 美元计算，相当于销售额 1.5% 的额外矿区使用费。尽管阿根廷塔的矿产储量已开采完毕，目前仍有大约 80 万吨的阿根廷塔矿石库存，其黄金含量达 14,100 盎司。

2013 年 9 月，阿根廷通过了一项新政策，对阿根廷企业支付给个人和非居民投资者的股息红利征收 10% 的股息红利税。巴里克公司认为，该代扣税不适用于贝拉德罗矿因现有税收稳定安排而支付的股息红利。该股息红利税已于 2016 年 7 月 23 日被新一届阿根廷政府废除。

2011 年 10 月，阿根廷政府发布了第 1722 号命令，要求原油、天然气和矿业公司将所有从出口贸易得到的外币收入汇出国外和兑换成阿根廷比索。以后在利用离岸资金进行交易过程中需将比索兑换为外币时，需要交纳 0.6% 的银行交易税。

2011 年 6 月，圣胡安省政府与省内运营的矿业公司，包括阿根廷黄金矿产有限公司，签订了一份责任采矿协议，根据该协议，矿业公司同意在计算其 3% 的省矿区使用费时不扣除一定的费用。2011 年 10 月，巴里克公司和圣胡安省矿业勘探开采局同意修改根据《开采合同》以同样的标准计算应支付圣胡安省矿业勘探开采局的 0.75% 的矿区使用费的计算方法，因此，有效地改变了矿区使用费的计算方法为按金银总售价的 0.75% 计算。

2002 年，作为一项应急措施，阿根廷通过了一项对包括黄金在内的某些矿产品实行按 5% 的税率征收出口税的政策。同时，有关部门声称，该出口税是“临时性”的。自 2005 年投入运营至 2015 年 12 月 21 日新一届阿根廷政府取消该税期间，贝拉德罗矿的黄金出口都需缴纳 5% 的出口税。

巴里克公司已获得所有必要的经营贝拉德罗矿的重要许可。

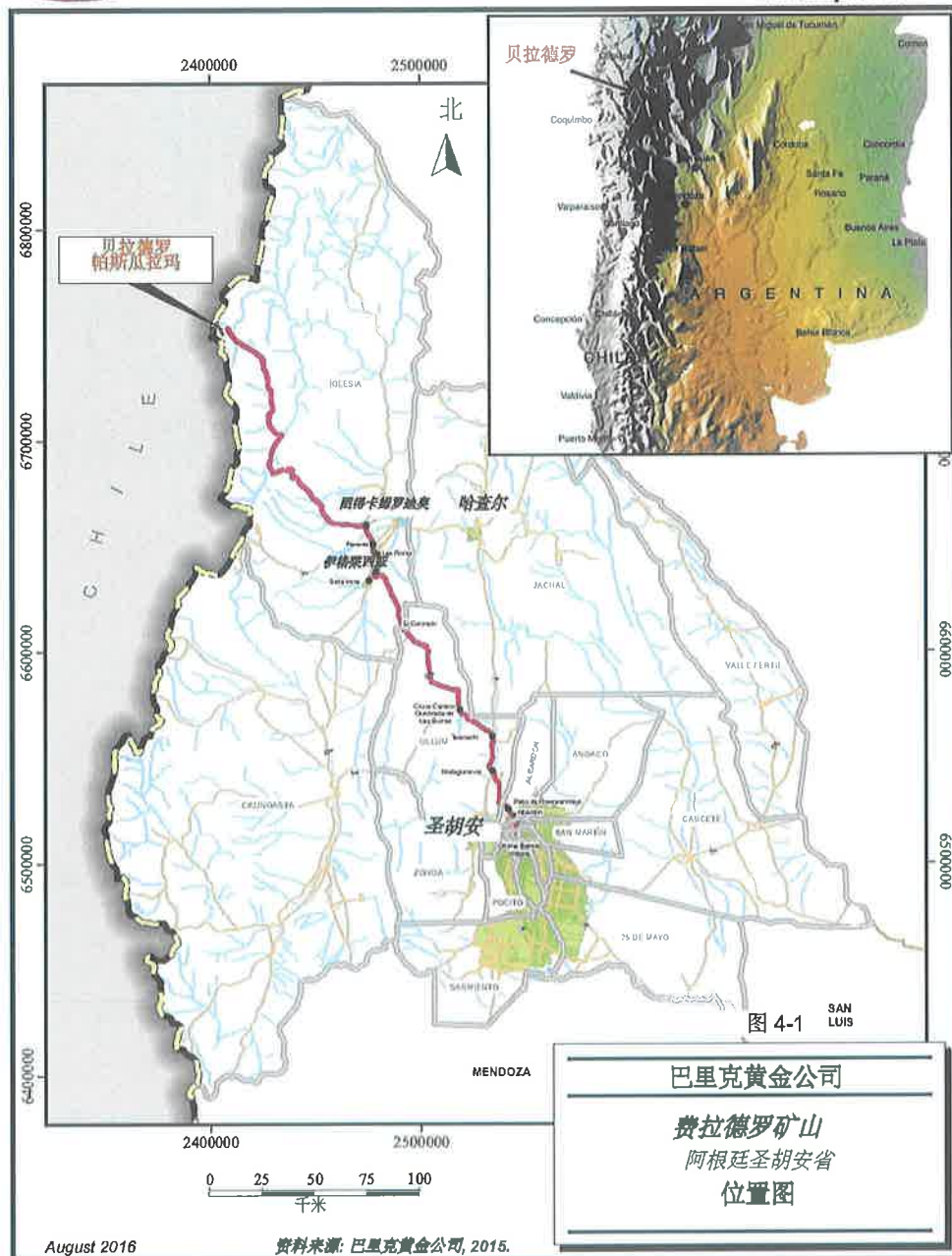
如第 20 章详细阐述的，山谷堆浸设施要按照 2014 年第四次修订的《矿区环境影响评估手册》（EIA）中提出的某些监管参数运行。详细情况请参见第 20 章中的阐述。已获得相关监管部门批准的 2014 年第四次修订的《矿区环境影响评估手册》和相关的 2016 监管决议，规定了三个运行监管参数（或称为“山谷堆浸设施触发限值”），即：一旦超出任何限值，将启动山谷堆浸设施应急预案，限制新水的补给量并停止向选矿溶液中加入氰化物，直到不超限值为止。山谷堆浸设施的触发限值设定如下：

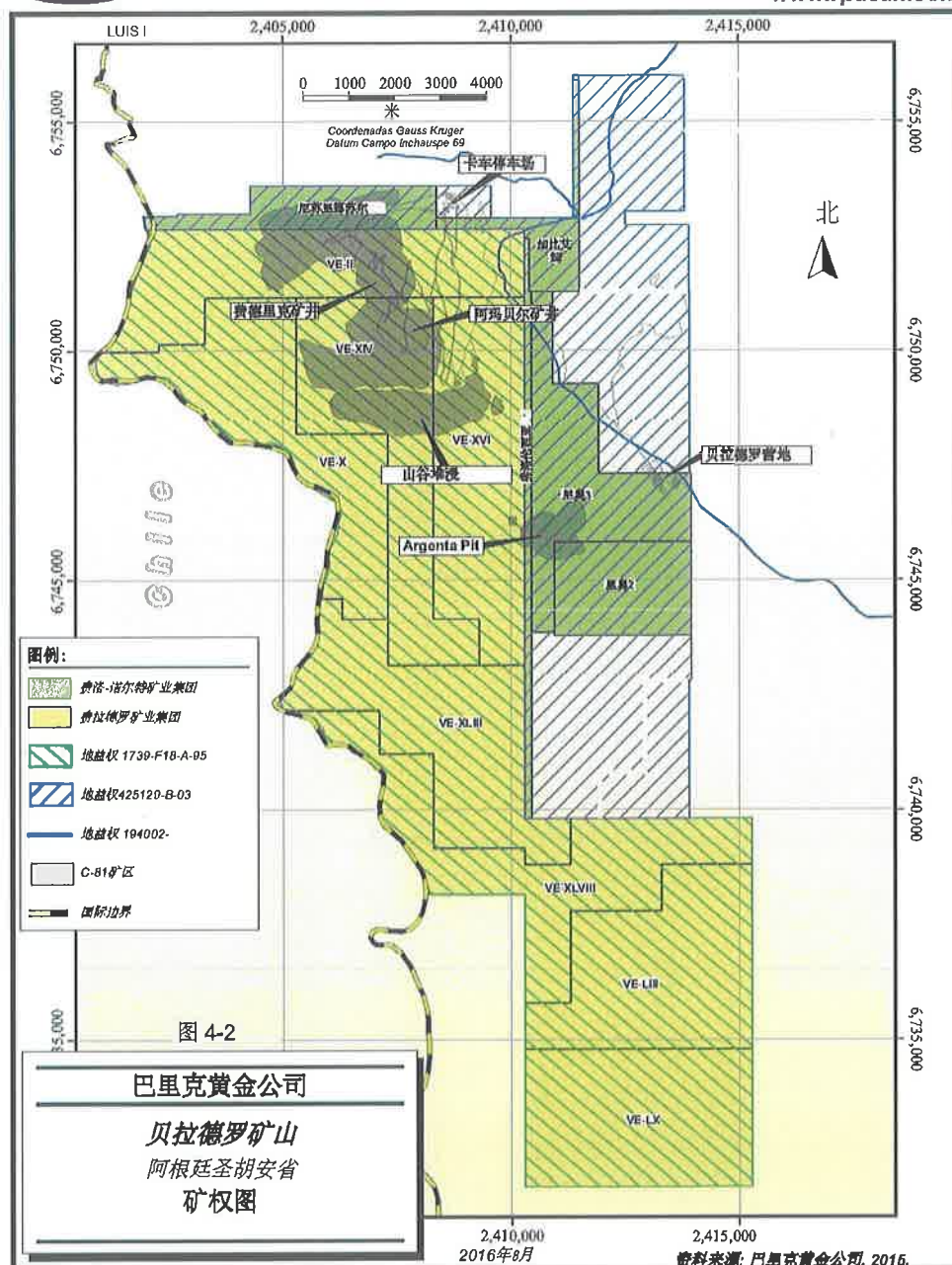
山谷堆浸设施触发限值	海拔高度参考值
泄漏物收集和回收系统（LCRS 或 SRRF）	3,914.7 米
贵液存储区（PSSA 或 AASR）水位	3,927 米
最大泄漏物收集和回收系统（或 SRRF）泵送（干）速度 270 立方米/天	

当融雪引起堆浸液存储区的水位超出 2014 年第四次修订的《矿区环境影响评估手册》中规定的山谷堆浸设施触发器限值时，贝拉德罗矿的运行可能会受到进一步的影响。在这种情况下，矿区可能需要启动山谷堆浸设施应急预案，限制新水的补给量并停止向选矿溶液中加入氰化物，直到不超限值为止。

2015 年 9 月，在贝拉德罗矿上，一个堆浸垫的阀门出现了故障，导致含有氰化物的选矿溶液通过一个当时未关闭的引水渠闸门，泄漏到了附近的一条河道里。阿根廷黄金矿业有限公司将漏泄情况通报给了相关监管部门。阿根廷黄金矿业有限公司和独立的第三方在事后第一时间和随后数月进行的环境监测的结果表明，泄漏的溶液并未危及到附近居民的健康，也未对矿区的下游造成不良环境影响。通过 2015 年 9 月 24 日临时性限制向矿上的选矿管道内加入新的氰化物，相关参数并未超出上述山谷堆浸设施触发器限值，矿区恢复正常生产。根据法院下达的命令，需要继续对矿区进行监测和检查。2016 年 4 月 14 日，阿根廷黄金矿业有限公司按照当地的要求，为该事故支付了大约 1,000 万美元（按当时的美元汇率兑换为阿根廷比索）的行政罚款。事故发生后，阿根廷黄金矿业有限公司按照圣胡安省矿业部门的要求制定了贝拉德罗矿整改行动方案。某些建设项目目前仍未竣工。

罗斯科公司尚不清楚该矿权区负有任何重大环境责任，或存在影响贝拉德罗矿的交通出入、土地权或经营能力的重大因素和风险。





5、交通情况、气候、当地资源、基础设施以及自然地理

交通情况

最近的主要人口和商业中心是位于贝拉德罗矿东南部的圣胡安省的省会，距离该矿大约 280 千米。驱车从圣胡安向北，经路面硬化的 40 号国家公路至 436 号省道（硬化路面）和皮斯曼塔村，再行经一条公共砂石路至图得卡姆，总行程大约 360 千米。然后，从图得

卡姆驶上巴里克公司的 156 千米全天候砂石路继续前行，依次经过康肯塔山口、库拉山谷和德斯帕波拉斯山口，最终到达贝拉德罗矿。

从圣胡安驱车到贝拉德罗矿大约需要六个小时。从圣胡安驱车到门多萨国际机场大约需要两个小时。智利的圣地亚哥与阿根廷的门多萨间有定期的航班，阿根廷的布宜诺斯艾利斯也有至圣胡安的直达航班。

当地资源

贝拉德罗矿远离较大的城镇，矿区的生产生活要靠自给自足，矿区所需的物资要用卡车运送。矿区人员实行轮流工作休假制。生产人员工作 14 天+休息 14 天，每班工作 12 小时。管理人员则实行工作四天+休息三天或工作八天+休息六天工作制。矿上的生产常年不断。

基础设施

由于该矿地处偏远地区，矿上生产所需的基础设施需要自给自足。电力采用数台柴油发电机和一台风力涡轮发电机现场发电。选矿和降尘用工业用水从里奥得拉斯塔瓜斯获得。生活用水从两口水井中获取。饮用水采用反渗透法进行处理。贝拉德罗矿区内建有四个好氧污水处理厂和一个原型污水处理厂，后者利用蠕虫代替细菌分解生活垃圾。在出入通道旁，分别在塞普尔图拉和培娜斯奎图还建有两个污水处理厂。

贝拉德罗矿采矿营地的生活设施包括矿工医疗急诊设施、自助餐厅、健身房、办公室及宿舍等。

其它基础设施包括仓库、卡车停车场、维修设施及分析实验室等。

自然地理

贝拉德罗矿区位于崎岖的山区，周围有四壁陡峭的深谷。矿区的海拔高度在 3,800 米至 4,800 米之间，具有典型的寒冷、干燥、多风的高山气候。植被较为稀少，主要集中在湿地区域。山坡上到处是裸露的岩石和崩积土，矿区内的覆岩厚度在很多地方高达 170 米。

最高气温出现在每年的 12 月至 2 月间，最高日间气温通常在 10°C 至 22°C 之间，最低气温在 -5°C 至 5°C 之间。6 月至 8 月为冬季，日间最高气温通常在 -10°C 至 10°C 之间，夜间最低气温在 -10°C 至 -30°C 之间。在海拔 4,400 米的地区，年度平均降水量预计在 200 毫米左右，大多降水为降雪。冬季气候极为寒冷，常伴有强风，飞雪和严寒，会给进出矿区和矿区作业带来不利影响。不时随阵阵狂风漫天飞舞的岩石和砂砾通常会给矿区作业和进出矿区造成极大威胁。矿区内设有五个气象站，可对当地的天气条件进行实时观测。

该矿位于里奥得拉斯塔瓜斯流域，矿区内有由德斯帕波拉斯、波特来里罗斯、瓜拿哥桑佐、卡尼托以及其它溪流组成的长流河。贝拉德罗矿区的供水取自里奥得拉斯塔瓜斯山谷中的地表和地下水源。

该地区没有永久居民。图得卡姆是最近的村庄。

6、历史

贝拉德罗矿区首先由阿根廷政府的地质学家于上世纪 80 年代末进行了勘探，并在贝拉德罗矿的苏尔地区及其周围区域发现了分散的金异常。这些金异常是他们在通过卫星图像发现热液蚀变中心后，在热液蚀变中心进行现场勘查时发现的。1988 年，该地区的采矿权由联邦政府管理转变为由省政府管理。1989 年，圣胡安省设立了省级矿业实体—圣胡安省矿业勘探开采局，负责对省内某些矿业权进行管理并对勘探和开采执照进行招标和管理。

1994 年，圣胡安省矿业勘探开采局在完成相关竞标程序后，加拿大的初级勘探公司—阿根廷黄金公司被授予贝拉德罗矿的勘探权。接着，阿根廷黄金公司与拉克矿产公司签订了一份按六四比例合资的协议（后者占 40%）。拉克矿产公司在此后不久即成为巴里克公司的子公司。

1995 年，阿根廷黄金公司将其权益转让给了其子公司—阿根廷黄金矿业公司。1996 至 1998 年间，阿根廷黄金矿业公司和巴里克的合资公司对贝拉德罗产权进行了成功勘探。同时，巴里克公司通过其子公司—巴里克勘探阿根廷公司，对其毗邻的拥有 100% 产权的厄苏里那苏尔产权进行了勘探（后者为拉玛项目的一部分）。1999 年初，霍姆斯特克矿业公司收购了阿根廷黄金公司，并加强了对贝拉德罗矿的勘探。同时，巴里克公司对厄苏里那苏尔产权上的费罗北或费德里克矿床进行了界定。2001 年 12 月，霍姆斯特克公司和巴里克公司合并，使得巴里克公司通过阿根廷黄金矿业公司和巴里克勘探阿根廷公司获得了对贝拉德罗矿 100% 的间接控制权。2016 年，根据一项内部重组，阿根廷黄金矿业公司由一家公司转变为一家有限责任合伙企业，并更名为“阿根廷黄金矿业有限公司”。

起初，贝拉德罗合资公司的勘探工作主要集中在贝拉德罗苏尔金异常上，但最终西北转移并在今天的阿玛贝尔矿床地区发现了与出露角砾岩体有关的明显金矿化异常。1995 年末进行的首次反循环钻探，对该（布来查阿古提那）区域内的一个小资源（点）做出了界定，并将合资公司的勘探重点转移到了该产权上的其它角砾岩露头上。

自贝拉德罗矿 2005 年投产以来，已从已大约 262 吨的矿石中回收了大约 700 万盎司的黄金和 1,400 万盎司的白银，矿石的平均金银含量为：金 1.1 克/吨，银 16 克/吨。该矿的生产史详见第 16 章。

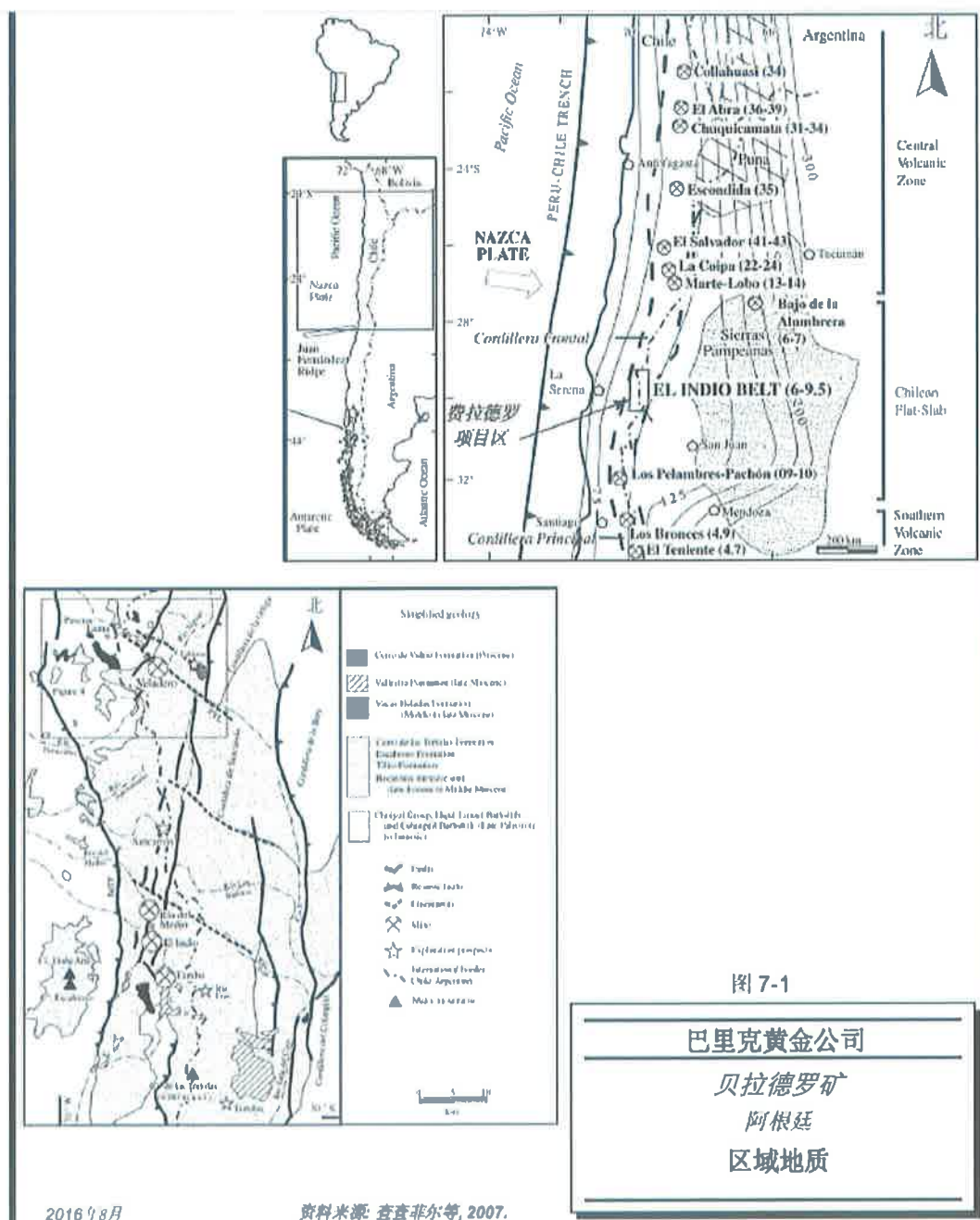
7、地质背景及成矿作用

区域地质

贝拉德罗矿床位于埃尔印第奥（El Indio）金矿带，其走向北东，长 120 千米、宽 25 千米，由二叠系到晚中新统的火山岩和侵入岩组成，赋存有许多热液蚀变区和浅成热液矿床（图 7-1）。该带包括一个第三纪火山裂谷盆地，其内沉积了火山熔岩流和凝灰岩，其后被共生的侵入岩切穿。该带的基底岩石包括安山质到流纹质凝灰岩、熔岩流以及二叠-三叠系崔尤（Choiyoi）建造的火山碎屑岩，其上非整合覆盖了第三纪火成岩和火山岩，最老的岩株年龄为 4000 万年，最新的凝灰岩、熔岩流以及火山碎屑岩的年龄为 400 万年。盆地内的火山岩可以分为 5 个单元，从新到老为巴耶西托（Vallecito，500 万年-700 万年），巴卡斯拉达斯（Vacas Heladas，900 万年-1,300 万年），塞罗德拉斯托托拉（Cerro de las Tortolas，1,200 万年-1,900 万年），伊斯卡波若瑟（Escabrosa，1,700 万年-2,100 万年）以及提力头（Tilito，2,100 万年-2,700 万年）。所有这些单元包括来自火山中心的长英质和中-铁镁质的火山岩，就位矿化带内侧和外缘。

埃尔印第奥金矿带的区域构造主要为与第三纪东-西向区域挤压作用有关的断裂和裂隙系统。主断裂系统为一系列的南-北走向的逆断层，与其共生的为东-西向伸展裂隙系统以及 30°-60° 以及 320°-300° 的共轭剪切系统。侵入和火山中心集中在构造交接部位。南-北向的逆断层接近火山裂谷盆地。这些构造方向对于贝拉德罗成矿的就位非常重要，且与该带的其它矿床有关，包括阿尔图拉斯（Alturas）、埃尔印第奥、帕斯卡-拉玛（Pascua-Lama）和赞卡伦（Zancarron）矿床。

埃尔印第奥金矿带在走向超过约 120 千米长的地段赋存有高硫和低硫型的矿化，从南部的阿尔图拉斯矿床，中部的坦博-埃尔印第奥矿区到北部的贝拉德罗和帕斯卡-拉玛矿床。该带的浅成热液矿床与第三纪构造方向有关。



矿床地质特征

贝拉德罗矿床是一个深成氧化高硫型金银矿床，围岩是与中新世火山口穹窿杂岩体有关的火山碎屑沉积岩、凝灰岩和火山角砾岩。热液蚀变具有典型高硫型金矿的特征，核心发育硅化，向外发育高级泥化蚀变，周边发育泥化和青磐岩化蚀变晕。金以细粒自然金颗粒的形式产出，主要分布在硅化带和裂隙表面的铁氧化物或铁硫酸盐薄膜内。银矿化不同于金矿化，产出的范围更大，更为弥散，可能代表了一次独立的成矿事件。铜和其它贱金属较少，且硫化物的成矿作用可以忽略。对金成矿作用起到主要控制作用的因素为构造、角砾岩、蚀变、赋矿岩石以及标高。

沿着西北 15°走向的构造线，贝拉德罗矿床形成了一个宽阔的、浸染状的 3 千米长的矿化带。火山口穹窿杂岩体的核心是角砾岩化的块状基质支撑的侵入细粒火山碎屑岩，向外过渡为碎屑支撑角砾岩，最外部是火山岩围岩。层状凝灰岩单元呈环状，分布在矿床的南端，覆盖了部分侵入细粒火山碎屑岩和凝灰岩，这套凝灰岩是中心式喷发形成的碎屑物质。贝拉德罗矿床主要有 3 个矿体：南部的阿玛贝尔矿体，中部的夸特罗-埃斯基纳斯矿体和北部的费罗费德里克矿体。阿根塔矿体是一个小型卫星矿床，位于贝拉德罗矿床东南约 5 千米处。

夸特罗-埃斯基纳斯矿体和费罗费德里克矿体周边的围岩是一系列火山喷发角砾岩和凝灰岩，发育强烈的硅化蚀变。阿玛贝尔矿体赋存在层状火山碎屑角砾岩和凝灰岩，发育硅化和高级泥化蚀变。贝拉德罗矿床的许多区域由盖层覆盖，厚约 40 米，局部厚度可达 170 米。崩积层通常都未固结。

贝拉德罗的地下水位较深，低于设计矿坑的底部标高。在堆积层内也未见大量地下水。矿区简化岩性见图 7-2。

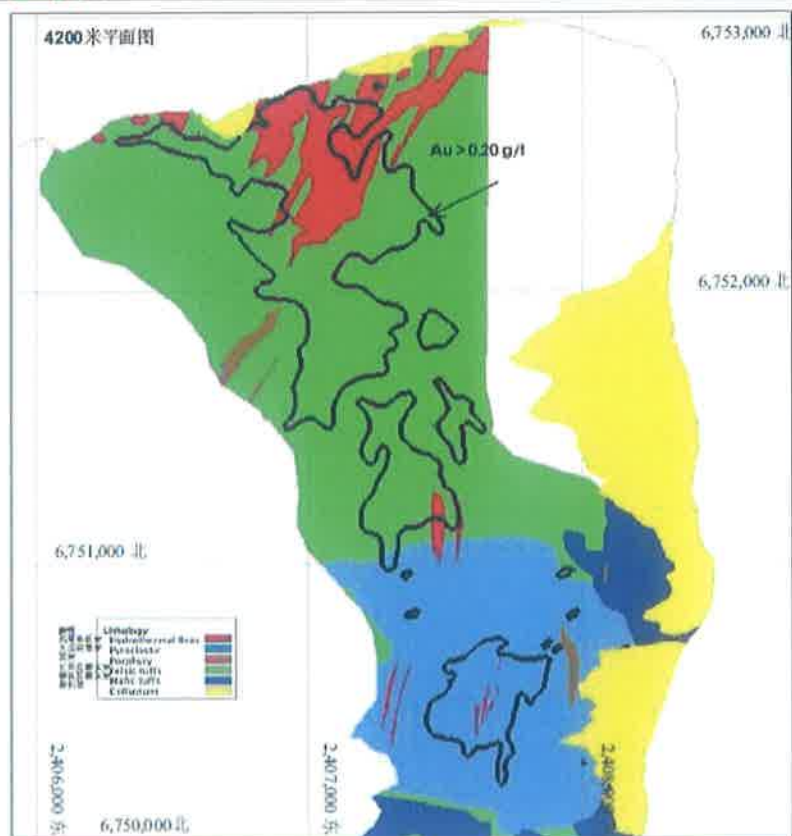
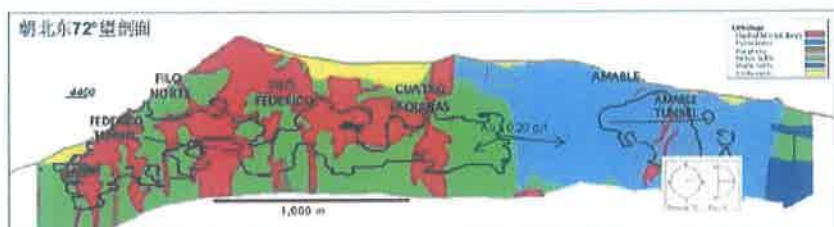


图 7-2



巴里克黄金公司
贝拉德罗矿
阿根廷
岩性分布简图

2016年8月

资料来源: 巴里克黄金公司修编, 2011.

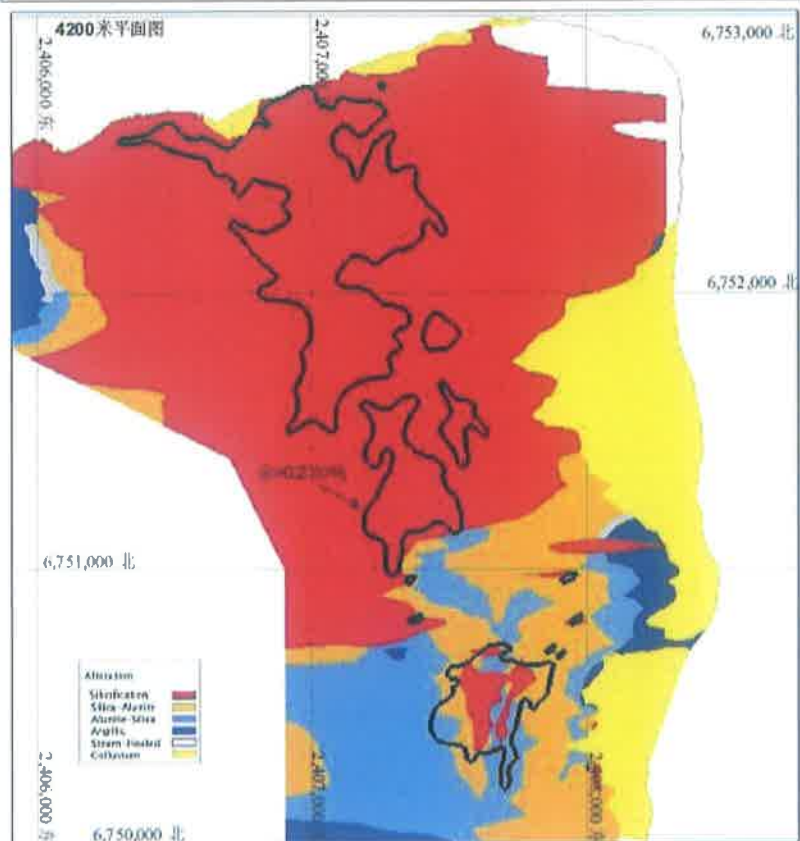
蚀变

矿床蚀变为典型的高硫型蚀变组合，核心硅化，向外逐渐变为硅化/明矾石化，然后变为泥化蚀变。金矿化主要与硅化核有关，其主要由二氧化硅、赤铁矿、针铁矿和黄钾铁矾组成。出现少量硫化物矿化，其含量低于 1%。

贝拉德罗矿床主要有 3 个矿体：南部的阿玛贝尔矿体，中部的夸特罗-埃斯基纳斯矿体和北部的费罗费德里克矿体。阿根塔矿体是一个小型卫星矿床，位于贝拉德罗矿床东南约 5 千米处。夸特罗-埃斯基纳斯矿体和费罗费德里克矿体周边的围岩是一系列火山喷发角砾岩和凝灰岩，发育强烈的硅化蚀变。阿玛贝尔矿体赋存在层状火山碎屑角砾岩和凝灰岩，发育硅化和高级泥化蚀变。强烈硅化蚀变可能为多孔状到块状。周围岩石一般包括发育泥化和青磐岩化的中性火山熔岩、穹窿以及火山碎屑沉积物。

晚阶段硅破坏事件形成了强烈的蒸汽单元，集中在北西走向主断裂附近。该单元蚀变强烈，岩石强度很低。

矿区简化的蚀变分布见图 7-3。



北

图 7-3

巴里克黄金公司
费拉德罗矿区
阿根廷
蚀变分布简图

2016年8月

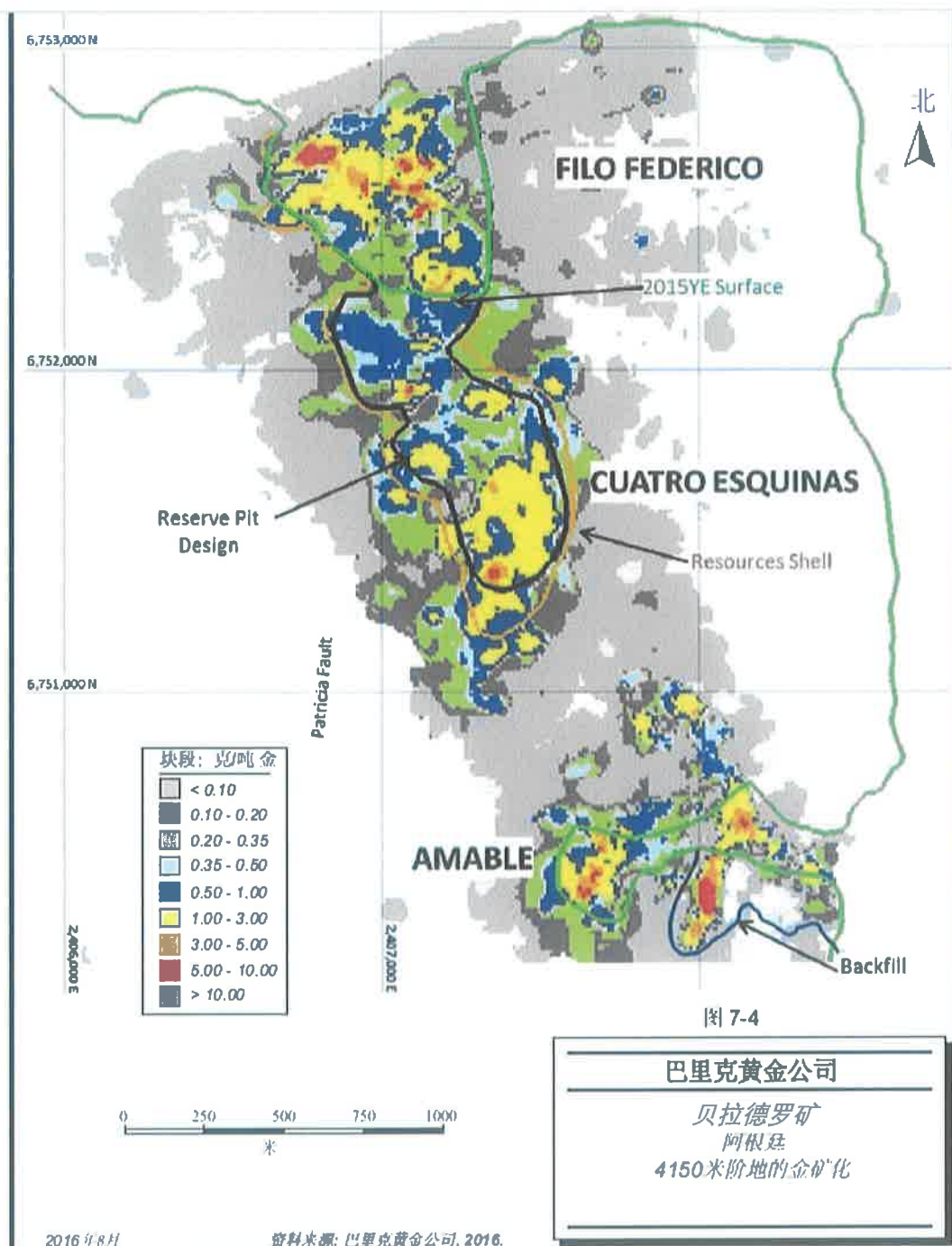
资料来源: 巴里克黄金公司修编, 2011.

成矿作用

贝拉德罗贵金属成矿作用受地层、构造方向以及标高控制。浸染状金矿化形成了一个400-700米宽、3千米长的板状矿带，位于标高3,950米和4,400米之间。贝拉德罗可以分成3个主要矿体，南部的阿玛贝尔、中部的夸特罗-埃斯基纳斯和北部的费罗费德里克(图7-4)。矿床所有矿体都以高硫型矿化为特征。

金品位高于0.2克/吨的矿化范围沿345°方向的区域构造带延伸。矿化主要赋存在沿北西向受断层控制的火山爆发角砾岩内。其中高品位矿化体的平均品位约4克/吨，其中1米的品位高达100克/吨，沿东走向的构造线长300米到500米，周围被低品位矿化晕包围，品位在0.1克/吨和1.0克/吨之间。

在阿玛贝尔和夸特罗-埃斯基纳斯(Cuatro Esquinas)之间有一不含矿区域，长约300米。从夸特罗-埃斯基纳斯北部到费罗费德里克金矿化的范围是连续的。贝拉德罗矿化范围内缺少深部已识别出的矿根或高品位供矿通道，也没有证据表明形成了大量金属的表生富集(巴里克，2005)。



地表以下矿床的大致规模和深度见表 7-1。

表 7-1 矿床规模
巴里克黄金公司-贝拉德罗矿区

矿体名		从底到顶（米）	大致规模（米）		
			长	宽	高
阿玛贝尔	主区	50	620	350	360
	593 区	90	350	80	140
	203 区	80	600	140	200
	艾格斯蒂娜区	出露地表	180	60	190
夸特罗-埃斯基纳斯		250-300	700	430	280
费罗费德里克		200	1400	650	400
费罗马里奥		出露地表	360	210	80
阿根廷		出露地表	550	150	90

贝拉德罗的各类岩石内都能发育金矿化，包括覆盖层和发生了蒸汽热蚀变的岩石。费罗费德里克和夸特罗-埃斯基纳斯的主要围岩是热液角砾岩和长英质凝灰岩，阿玛贝尔的主要围岩是火山碎屑角砾岩和中酸性凝灰岩。金的主成矿阶段明显早于火山喷发、酸释放以及硅化和碎裂作用的主阶段。其伴随着或紧密地在铁氧化物和黄钾铁矾深部沉淀之后形成。构造作用诱发的开放空间（裂隙区域，构造交接部位）、有利围岩、角砾岩化、蚀变以及标高主要控制了金矿的定位。

贝拉德罗的金以自然金小颗粒呈浸染状沿裂隙表面分布，通常与硅化有关，并与赤铁矿、针铁矿或黄钾铁矾共生。在岩相上发现了微量金碲化物，但含量很少。发现金颗粒被石英包裹，也被黄钾铁矾包裹。从许多钻孔中肉眼可回收达 1 厘米的金颗粒，但大部分的贝拉德罗金颗粒小于 50 微米。岩相学研究表明金含有一些银，总体的金纯度或千分纯度约 800 到 900。

阿玛贝尔和夸特罗-埃斯基纳斯的有些区域内发现浸染状的以及包裹在石英或残留硫化物之内的金，颗粒小于 5 微米。相比之下，费罗费德里克和费罗马里奥的金矿化主要包括位于颗粒表面或裂隙表面的金颗粒，可能暗示出金在两个独立成矿事件形成（SNCL，2002）。

贝拉德罗的银含量始终不规则。主要的载银矿物为螺状硫银矿（硫化银）。另外，在薄片上发现了自然银、氯化银以及载银碲化物。在矿化区，银和金表现了不同的分布特征：部分银矿化与金有关（银与金比的值一般小于 20 : 1）；部分银并没有与金共生；同时，一些金有很少或不与银共生。这些观察到的银和金的分布特征说明具有多次贵金属成矿事件（巴里克，2005）。

银颗粒一般小于 5 微米，大部分为典型的硫化银、氯化银（角银矿）以及自然银产出，所有都不同程度地包裹在石英中。

针铁矿、赤铁矿和黄钾铁矾为贝拉德罗矿体的主要脉石矿物，以粗糙状到结晶裂隙薄膜、晶簇、角砾基质以及浸染状产出。黄钾铁矾在阿玛贝尔矿体含量较多，而费罗费德里克以赤铁矿和针铁矿为主。

矿床的硫化物矿化可以忽略，总含量小于 1%。黄铁矿为最常见的硫化矿物，局部可达 3%。目前的情况是，黄铁矿以细粒浸染状包裹在石英中或与石英交生，且并不明确其与金的共生关系。薄片观察到的其它金属硫化物为黄铜矿、闪锌矿、斑铜矿、磁黄铁矿、毒砂、辰砂和辉钼矿；含量均较低。

从阿玛贝尔、夸特罗-埃斯基纳斯以及费罗费德里克矿体（表 7-2）的 109 个钻孔中采集的 5 米岩芯样品的微量元素分析结果已经返回。在 9 个分析元素中，汞的含量是变化最大

的，其次是砷。在阿玛贝尔矿体，微量元素地球化学显示出较宽的砷、铋、铊和铅的强异常。汞在整个矿区都是异常值，最高值在费罗费德里克，汞的含量在该地区超过了 10ppm。在该矿体，汞与强硅化长英质凝灰岩单元之间显示了强相关性（巴里克，2005）。

表 7-2 微量元素地球化学结果
巴里克黄金公司-贝拉德罗矿区

	砷 ppm	铋 ppm	铜 ppm	汞 ppm	锰 ppm	钼 ppm	铅 ppm	铊 ppm	锌 ppm
平均值	216.2	18.72	19.85	8.43	71.53	12.2	152.21	25.83	14.36
中值	71	4.6	13	1.92	51	10	62	7.7	7
标准差	687.56	80.54	66.26	58.31	208.76	9.85	302.52	82.07	37.65
范围	9999.5	1999.9	3850.5	3801.99	6594	270.5	9999	1999.9	959.5
最小值	0.5	0.1	0.5	0.01	2	0.5	1	0.1	0.5
最大值	10000	2000	3851	3802	6596	271	10000	2000	960

来自巴里克（2005）

8、矿床类型

贝拉德罗矿床是一个深成氧化高硫型金银矿床，围岩是与中新世火山口穹窿杂岩体有关的火山碎屑沉积岩、凝灰岩和火山角砾岩。热液蚀变具有典型高硫型金矿的特征，核心发育硅化，向外发育高级泥化蚀变，周边发育泥化和青磐岩化蚀变晕。金以细粒自然金颗粒的形式产出，主要分布在硅化带和裂隙表面的铁氧化物或铁硫酸盐薄膜内。银矿化不同于金矿化，产出的范围更大，更为弥散，可能代表了一次独立的成矿事件。铜和其它贱金属较少，且硫化物的成矿作用可以忽略。对金成矿作用起到主要控制作用的因素为构造、角砾岩、蚀变、赋矿岩石以及标高（巴里克，2005）。

9、勘探

在 2002 年可行性研究完成之前进行了大规模的勘探项目。最初的钻探项目是以构造交接部位具地表地球化学异常处（包括基岩、土壤以及筛分碎屑）为目标，且该处与可控源音频大地电磁测深（CSAMT）高阻和低磁异常处吻合。

自 2002 年开始，完成了附加勘探和加密钻探工作。在矿山开采权范围内进行更多钻探工作来勘探空白区。地质队伍集中在埃尔印第奥金矿带的阿根廷一侧制定了长期的勘探计划。区域勘探队伍的知识 and 经验发展而来的勘探目标准则正在转给贝拉德罗地质队伍。矿山地质信息将和区域勘探模型结合起来确定更可能找矿成功的新的兴趣区域。

1995 年至 2015 年的钻探工作将在下面第 10 章进行阐述。

10、钻探

基于 2015 年 3 月之前的可用数据建立资源模型。其包括 1,304 个钻孔，共深 334,762 米，以及 490 个地下碎裂面和剖面样品，共计 4,195 米（表 10-1）。超过 95%的钻探和碎裂样品的金、银分析结果见表 10-1。钻孔平面图见图 10-1。钻孔横剖面的样品见剖面 14。

超过 80%钻孔为反循环钻探（RC），剩余部分为金刚石钻孔（DDH）。在 2002 年和 2003 年，从地下勘探平硐共钻进约 28 个金刚石钻孔，共进尺度 5,675 米。大部分的地表金刚石钻孔和反循环钻孔朝西或南东方向沿陡倾斜方向钻进。

反循环钻孔使用 5¼英寸到 6 英寸的三锥钻头，所有金刚石钻孔开孔使用 HQ、HQ2 或 HQ3 尺寸的钻具。当情况允许的时候，一些钻孔减少到 NQ 直径的钻具。许多金刚石深钻孔配合使用反循环钻进开孔，尤其是在厚层表土覆盖的区域。孔长从 20 米到 601 米。贝拉德罗许多硅化强烈发育部位和断裂/角砾岩发育部位会造成钻进过程缓慢，钻头使用时间变短以及每米钻进成本的提高。岩芯钻进的平均速度为每天 24 小时进尺仅 17 米，而反循环过程的平均速度为每天约 52 米。

整个矿床的钻孔间距是变化的。在阿玛贝尔和费罗费德里克矿坑的中部，平均钻孔间距为 35-40 米，向外变为 50-90 米，到矿体外围增加为约 100-120 米。矿化区之外的验证孔距离矿体约 400 米，以确定废石区域和其它基础设施场地。

在 2015 年约完成了 10 个反循环钻孔，共计进尺 2,002 米。

表 10-1 历史钻进总结
巴里克黄金公司-贝拉德罗矿区

年	类型	数量	总米数
1996	反循环	40	4,218
1997	反循环	16	2,259
1998	反循环	48	14,708
	金刚石	13	3,110
1999	反循环	116	32,976
	金刚石	17	4,882
	反循环-金刚石	41	15,789
2000	反循环	358	97,036
	金刚石	32	8,802
	反循环-金刚石	6	1,714
2001	反循环	119	44,834
	金刚石	9	3,174
2001/2002	隧洞口	490	4,195
2002	反循环	72	14,932
	反循环_G	27	482
	反循环_W	26	509
	SDH	19	3,908
2003	反循环	10	1,605
	SDH	9	1,767
2004	反循环	24	7,007
2005	反循环	22	5,136
2006	反循环	37	9,298
2007	反循环	65	8,224
2008	反循环	32	7,217
	金刚石	4	960
2009	反循环	13	4,218
	金刚石	3	960
2010	反循环	30	6,145
	金刚石	7	2,323
2011	反循环	20	6,763
2012	反循环	23	6,528
2013	反循环	18	5,287
	金刚石	3	1,443
2014	反循环	15	3,546
2015	反循环	10	2,002
总结			

共计	反循环	1088	284,939
共计	金刚石	88	25,654
共计	反循环-金刚石	47	17,503
共计	反循环_G/反循环_W	53	991
共计	SDH	28	5,675
共计	隧洞口	490	4,195
总和	总计	1794	338,957

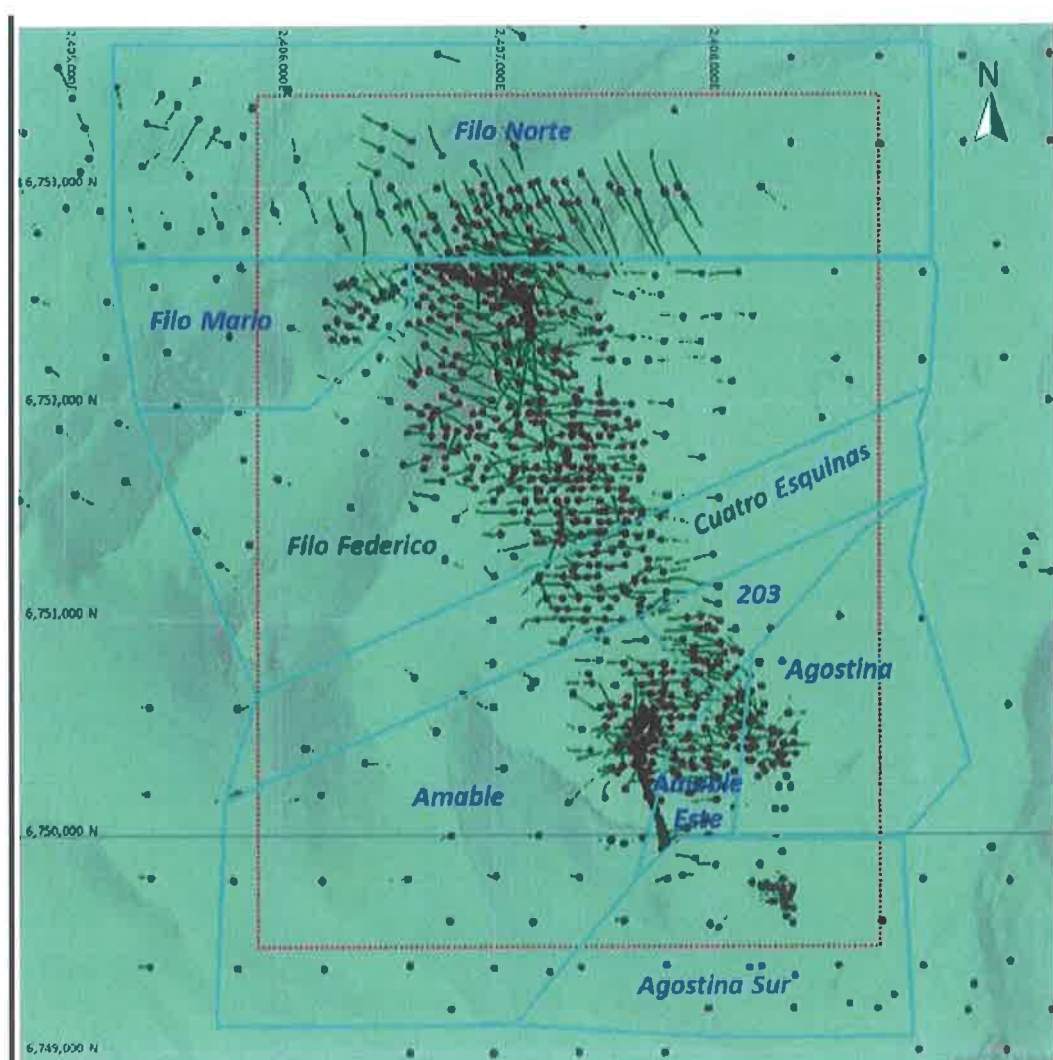


图 10-1



巴里克黄金公司

费拉德罗矿区

阿根廷

钻探平面图

2016年8月

资料来源: 巴里克黄金公司, 2016.

岩芯和反循环回收率

岩芯历史回收率为 81%，且约 60%样品的岩芯回收率超过 80%。反循环钻进历史回收率平均为 70%，且只有约 35%的样品的回收率会超过 80%。较低的岩芯和反循环回收率可以归因为贝拉德罗赋矿岩石具有大量裂隙及发育角砾岩化。

钻孔取样的可能误差

超过约 80%的钻孔样品取自反循环钻孔。对比反循环钻进和金刚石钻进样品的品位发现，金刚石岩芯样品比临近的反循环样品含有更低的品位（资源评价公司，2003）。这种矛盾可以归因为反循环可以采取大量样品来回收更多地细粒样品，这部分与金刚石钻孔岩芯相比含有大量的金，尤其是在裂隙高度发育和多孔的部位，倾向于赋存更高品位的金。

圣富尔戈（Sanfurgo，2004）发现在阿玛贝尔使用反循环钻进时，当样品回收率较低时获得的金和银品位降低，在费罗费德里克获得的品位更低。筛分试验发现大部分的金存在细粒部分内，且金品位和裂隙密度之间有直接的联系。该结果说明在阿玛贝尔和费罗费德里克的反循环钻进得到金和银的品位可能被低估了。

RPA 公司总结认为，金刚石钻进和反循环钻进得到的金和银品位可能被降低了。

11、样品的制备、分析与安全

采样方法和途径

取自最初 56 个反循环钻孔（钻探 6,734 米）的样品的采样间隔大于或等于 2 米。所有后来的反循环钻探的采样间隔均为 1 米。大部分反循环样品通过干式钻探获取。仅在钻遇地下水或为防止钻杆被黏住需要注水时才采取湿式采样。双旋流器系统用于尽可能多地收集反循环钻孔的细粒物料。将来自第一段旋流器的废气给入第二段旋流器进一步收集细粒物料，细粒物料与来自采样流程的所有碎屑放在一起。

钻孔岩心名义上按 1 米区段取样，其取决于地质条件。钻孔岩心的最大采样间隔为 2 米。采用水冷式金刚石锯把岩心劈裂成两半；其中的一半经包装后运送给被委托单位用于分析，另一半保留作为副样或用于冶金样品。

在工作工程中，从 509 米长的阿玛贝尔西面和 638 米长费罗费德里克斜面上共获得 5,150 米碎屑样品，这些碎屑样品大部分都是 1 米长水平切割样品，采用风凿从各个侧壁和表面凿取。分别从各下倾推进循环获取的覆层料堆取样，共获得 7,181 个独立样品。覆层样品不用于资源评估。
贝拉德罗矿

在刮去钻孔上方物料后，采用铁铲从爆破孔碎屑堆的两侧切槽采取爆破孔样品。大约有 12 千克爆破孔物料被送至矿山试验室。钻机无裙座，但是因为钻机加水，因此在强风作用下的细粒损失不是很严重的问题，在半冻结的情况下保存碎屑。除了定期更新金品位包络线和地质线框图以外，爆破孔数据未用于资源模型。

RPA 公司认为贝拉德罗的岩心、反循环、地下碎屑和爆破孔采样程序是合理的。

样品的制备、分析和安全

在 2000 年 1 月之前，钴探样品的制备和分析由 Centro de Investigacion Minera y Metalurgica (CIMM) 负责。CIMM 是一家位于智利圣地亚哥的独立商业试验室。所有的反循环钴探样品都是在现场收集，并分成 8 千克-10 克的副样，之后将样品送至位于贝拉德罗营地的简易制样设施处。样品在 50°C 的条件下干燥，采用颚式破碎机破碎至大约 5 毫米的粒度，之后使用对辊将样品破碎至-10 目。反循环样品残留物留在贝拉德罗。简易设施始终无法满足将样品破碎至 100%的-2 毫米粒度的制样要求，因此在完成第一阶段 3,175 个钴探样品的制样工作后，将停止使用这一设施。之后将所有的样品送至 CIMM 位于圣胡安的制样设施处。在此处将所有 8 千克-10 千克的反循环样品破碎至-2 毫米占 100%的粒度，之后分成 1 千克每袋的小样，然后给入一个单循环 LM-2 流程中，并将样品研磨至-150 目占 95%的粒度。

从 2000 年 1 月开始，智利科金博的 Bondar-Clegg(及其后继公司——澳实矿物试验室)被委托为替代 CIMM 的主试验室，之后的反循环、岩心和岩石碎屑样品都在现场设施制样。将所有的反循环样品截段(或一半金刚石钻孔样品岩心)送至制样试验室进行称重、60°C 干燥，之后劈取 8 千克-10 千克样品，其大约代表原始反循环样品重量的 25%。粗粒碎屑保存于贝拉德罗，25%的劈分样品采用 Rhino 破碎至 10 目占 90%的粒度，之后再次进行缩分，获得 1.0 千克样品。将此样品送至门多萨在 60°C 条件下烘干，之后磨至-150 目占 95%的粒度，采用分样器分取 250 克样品用于分析。2010 年，智利圣地亚哥的 Acme Analytical Laboratories S.A.(Acme)被委托作为主分析实验室。从 2012 年开始，SGS 一直在其现场样品制备设施中制备样品，样品在圣胡安的 SGS 试验室中进行分析。

钻孔岩心、现场副样和碎屑物料已经有序、完善地保持于圣胡安现场。250 克矿浆放入小塑料旋盖容器中，储存于 45 加仑的鼓状容器中。

贝拉德罗的钴探样品和岩屑的标准分析方案包括采用 50 克矿浆采用火法分析法进行金品位初始分析和采用原子吸收法(AA)开展的分析。报告中金品位单位为 ppm，金品位检测下限为 0.005ppm。对于银，采用 1 克矿浆进行 4-酸(“总”)溶解，之后采用原子吸收法分析仪分析。银品位单位以 ppm 表示，设置的检测下限为银含量 0.10ppm。

所有样品中初始分析的金品位高于 3ppm 或银品位高于 50ppm 的样品均作为超限元素，使用 50 克火法融矿和重量分析法重新分析。重量火法分析法的检测下限为金 0.1ppm，银 0.35ppm。

针对复合钻探样品开展 10 元素地球化学分析，从 5 个 1 米钻探样品中取出样品，混合成 10 复合样本矿浆。摇匀之后，采用 ICP 法对矿浆复合样本开展铜、铅、锌、镉和钼元素分析。采用蒸汽冷却法分析水银，采用氢化物发生法分析砷、铋和锑。

在 2003 年，对金品位大约 0.4ppm 的钻探样品开展金银 6 小时振动氢化物堆浸试验，试验所用样品量为 20 克样品矿浆。

以电子表格的形式接收分析结果，并在无外部操作的情况下将分析结果直接输入 acQuire 数据库。

在 2012 年，按照 SGS 的要求，委托 CIM 和 Bondar-Clegg（澳实矿物试验室）作为本项目的主分析试验室。针对钻探样品的其它分析工作和校核分析由包括 Alex Stewart、澳实矿物试验室/Geolab、Geoanalítica、莱克菲尔德、McClelland 和 Verilab 在内的其它试验室完成。自 2012 年起，所有的样品的分析工作均由位于圣胡安的 SGS 试验室完成。SGS 和 ALS 都是在世界范围内拥有优良信誉独立试验室的大型国际公司。

岩屑和钻探样品都由阿根廷黄金矿业有限公司员工运送至现场样品制备设施处，该处为 SGS 设想的样品存储地。

爆破孔样品由贝拉德罗矿山试验室进行制样与分析，贝拉德罗矿山试验室是一个整洁的、现代化的和装备精良的试验室，试验室装备有试验室信息管理系统（LIMS）和良好的内部质保/质控和报告程序。爆破孔样品经破碎至-10 目占 90%的粒度后，再磨至-200 目占 95%的粒度。这些样品的金分析采用 40 克矿浆融样火法分析和原子吸收法分析。对于银，采用 1 克矿浆进行 4-酸（“总”）溶解，之后采用原子吸收法分析仪分析。将所有样品中初始分析的金品位高于 3ppm 或银品位高于 50ppm 的样品作为超限元素，使用重量分析法重新分析。

RPA 公司认为样品的制备、分析方案和安全措施都非常好，超过了工业实践标准。基本上所有的相关样品资源的分析都在知名和有信誉的独立试验室完成。

质量保证和质量控制

贝拉德罗的质量保证和质量控制程序是由顾问巴里·斯米（Barry Smee）先生在 1998 年设计的，利用现存空白样检测污染；矿浆标准样检测准确度；加上用现场副样、制样副样和矿浆副样检测精确度。质量控制样品包括来自反循环碎屑、钻孔岩心和地下碎片采样获得的样品。

空白样由破碎的贫矿样品组成，每四十个样品插入一个空白样。如果空白样品分析结果表现出金或银品位异常，试验室将重新分析包括空白样品在内的本组所有样品。每三十个样品中插入一个副样，按照不同的间隔掺入以使试验室无法掌握副样的插入规律。如果副样误差超过误差界限（通常为 $\pm 20\%$ ），则本组所有样品均重新分析。

利用贝拉德罗物料制备出 6 个内部参考标准矿浆，矿浆品位覆盖一定的品位范围。将这些标准样用于检测试验室化验的准确度。与副样的情况相同，如果试验室分析结果超过预先设定的控制界限，则包括标准样在内的本组所有样品均需重新分析。标准矿浆按每三十个样品插入一个的频率插入。

每 20 个破碎样品中取出一个样品进行粒度分析，以确保粒度为-10 目占 90%，在每 20 个磨矿样品中取出一个样品进行粒度分析，以确保磨矿细度为-150 目占 95%。

在钻探过程中或钻探完成后，主要试验室（Bondar-Clegg、澳实矿物试验室）分析的所有样品的 10%将在次级试验室中进行重新分析，本项工作用于独立核查主要试验室的准确度。

在 2006 年，巴里克黄金公司开始针对勘探和生产样品采用世界标准质保/质控程序，包括内部标准样、空白样、现场副样、碎屑副样和矿浆副样的标准插入频率。目标插入率大约为标准样占 5%，空白样占 2%，现场、碎屑和矿浆副样总共占 5%。另外，将大约 5% 的矿浆样品送至外部试验室，并按一定的规定开展筛分试验。目前，贝拉德罗勘探样品的插入率大约为标准样、空白样和副样各占 5%，外部校核分析样占 5%。目前爆破孔样品的插入率为每三十个样品中 1 个标准样、1 个空白样和 2 个副样（现场、碎屑和矿浆）。

至少每年编制一次详细的质量控制报告，或者各主要采样工程完成后都需要编制质量控制报告。本报告包括控制章节和对目前报告期间的质量控制结果的阐述。

自 1998 年至 2002 年，均由巴里·斯米完成年度贝拉德罗采样分析质保/质控报告的编制。2003 年，由资源评估公司和 Micon 国际有限公司分别完成了连同资源和储量审计在内的贝拉德罗数据库复核。

勘探样品的整体采样和分析精确度在含金 0.5 克/吨时大约为 10%（斯米，2001 年和 2002 年）。这一结果对金矿来讲非常好，表明大部分的金是按细粒均匀分布的。与资源相关的样品的标准样和外部校核分析数据没有显示出严重的分析偏差。

贝拉德罗矿山试验室成立于 2004 年 11 月。所有爆破孔样品均在矿石试验室进行分析，矿山试验室有自己的质保/质控程序。于 2005 年 6 月由 Analytical Solutions Ltd.（ASL 公司）的琳达·布罗姆对试验室开展了检查，检查结果表明，矿山试验室是一个拥有良好样品制备、分析和质控程序设计的试验室。试验室各项程序都非常好，是标准的金分析工业实践试验室。检查发现的试验室亮点包括：

1. 试验室信息管理系统可以提供工艺水平的信息控制。
2. 样品的条形码可以提高查找效率，使弄混样品的可能性降低到最低。
3. 非常重视分析质量控制。
4. ASL 公司试验室审计表格得分为 93%，分数相当高。

ASL 公司于 2006 年 12 月再次对试验室进行了检查。2006 年巴里克黄金公司员工对矿山试验室的准确度、精确度和其它较小的问题进行了重新的认识，并由 Harwardt（2006 年）和 ASL 公司（2006）进行了确认。巴里克黄金公司在 2006 年在程序上完成了一定的改变，在 2007 年矿山试验室分析得到大幅提升。

质保/质控条款和结果也由斯科特·威尔逊 RPA 公司于 2007 年（斯科特·威尔逊 RPA 公司，2008 年）进行了复核。2007 年提供给斯科特·威尔逊 RPA 公司的矿山试验室内部参考保证结果表明矿山试验室金分析是准确的，一般无偏差。acQuire 数据库管理者提供每月和每季的质保/质控报告。2011 年至 2015 年，矿山试验室控制章程均由 RPA 公司进行快速可视复核，复核后未发现严重的问题。

RPA 公司认为贝拉德罗在勘探和制备样品上的质保/质控实践是可接受的且超过工业标准。

12、数据验证

贝拉德罗资源数据库一般由阿根廷黄金矿业有限公司员工采用 Vulcan 数据验证模型和 Gemcom 软件程序进行验证，用于确定数据中可能存在的任何矛盾或逻辑错误。矿山员工也按照一定的规则在屏幕上对钻孔数据进行可视化检查。外部审计人员会对电子数据库、样品提交文件、质保/质控记录、重要的分析认证、钻孔编录和其它地质记录进行抽查，以发现错误、矛盾或统计异常。

作为贝拉德罗采样和质保/质控程序的年度审计的一部分，巴里·斯米博士对电子数据库

和重要的分析验证进行了数据抽查，抽查中没有发现任何差异。同时他还核查了原始样品记录本中的样品标签数量，发现与电子数据库中的样品数量有很好的相关性。

斯米(2001年)声明随机抽取 18 个 Bondar Clegg 分析验证与主数据库数值进行了对比，18 个分析验证代表大约 1,000 个样品，或 1.5% 的总计 2,000 和 2,001 个样品。在两组数据对比中没有发现差异或错误。

在 2003 年资源审查过程中，在电子数据库中通过与分析验证对比，资源评估公司(REI)核查了 5% 的贝拉德罗分析间隔，发现了小于 0.5% 的出错率，这一出错率是可以接受的。REI 发现电子数据库中某些金分析结果的第三位小数以后的数据出现了缺失。这一结果与错误的输入-输出设置有关，不是主数据库的问题。这个错误修正之后，整个数据库由巴里克黄金公司(2005 年)再次进行了复核，特别在数据格式方面查找任何其它可能存在的错误。没有发现其它错误。

在 2007 年，RPA 公司用主数据库审核了钻孔编录、分析验证和 2005 年钻探的 DDH073 和 RC628、2006 年钻探的 RC660、2007 年钻探的 RC738 钻孔下调查数据的电子副本，复核中未发现实质性错误。仅发现有与 DDH073 钻孔北向坐标相关的少量数据编号错误。RPA 公司也使用了许多 Access 查询、Gemcom 数据库验证程序和可视检测法，没有发现存在实质性数据库验证问题，验证中已充分考虑了数据库的大小。

自从 2004 年起，在 AcQuire 已经有爆破钻孔。2011 年 7 月，将勘探数据转送至 QcQuire。开展的电子对比证明其与 MS Access 中早期主要数据没有差别。另外，由矿山调查者(Vildoza, 2011 年)对自从 2005 年开始钻探的钻孔的所有孔口坐标校对，并对自 1995 年至 2004 年钻探的 32 个钻孔的分析结果与分析鉴定结果进行校对，没有发现错误(Berbe, 2011 年)。

2016 年 6 月，RPA 公司采用分析鉴定结果对 AcQuire 的分析数据进行抽查，没有发现错误值。

RPA 公司认为钻孔数据集可以用于支持资源与储量的评估工作。

13、选矿和冶金试验

选矿试验

用于支持可行性研究的初始选矿试验是由位于美国内华达州里诺的麦克里兰试验公司(MLI)完成的。开展了滚瓶、柱浸和搅拌堆浸试验以选出适用于贝拉德罗的工艺方法，并将其用于评估运营成本和金属回收率。

在贝拉德罗矿山运营过程中，经常从浸堆上采取样品以证明其回收率并未随时间改变。滚瓶试验时间为 96 小时，柱浸时间试验为 30 天。随着时间的推移，堆浸厂 90 天堆浸循环的回收率曲线与试验结果表现出极好的相关性。选别特性根据金品位和矿石类型的不同以及是否是破碎(CRUSH)的矿石或原矿(ROM)而变化很大。第二类矿石以二氧化硅中细粒浸染状金含量的增加为特点，相对于第一类矿石，第二类矿石中二氧化硅中细粒硫银矿的存在限制了矿石中金和银的回收率。因此，第二类矿石回收率更低。贝拉德罗所用的回收率公式见表 13-1。阿玛贝尔矿坑已经开采完毕，因此已经删除了与之相关的回收率公式。

冶金部分内容见第 14 部分，图 14-5。

表 13-1 平均金回收率公式
巴里克黄金公司-贝拉德罗矿

矿石类型	金品位 (克/吨)	回收率公式 (%)
费罗费德里克第一类矿石 (破碎)	金 $\leq$ 0.3	60
	0.3 $\leq$ 0.5	38.4 * 金 (克/吨) + 55
	0.5 $\leq$ 1.6	2.4 * 金 (克/吨) + 77
	1.6 $\leq$ 2.0	10.0 * 金 (克/吨) + 65
	2.0 $\leq$ 金 $<$ 3.0	2.0 * 金 (克/吨) + 81
	3.0 $\leq$ 金	87
费罗费德里克第二类矿石 (破碎)	金 $\leq$ 0.5	40
	0.5 $\leq$ 金 $<$ 1.0	4.0 * 金 (克/吨) + 38
	1.0 $\leq$ 金 $<$ 3.0	14 * 金 (克/吨) + 28
	3.0 $\leq$ 金	70
费罗费德里克第一类矿石 (原矿)		60
费罗费德里克第二类矿石 (原矿)		所估算破碎矿石回收率的 60%

估计费罗费德里克第一类矿石和第二类矿石中银的回收率为 6.5%。

RPA 公司评估了 2014 年和 2015 年的生产。评估结果汇总于表 13-2。

2014 年和 2015 年的总堆放矿石量均低于预算值,而矿石金和银品位均高于预算值。2015 年的方差仅为 1%,而 2014 年的方差为 9%。

2014 年金产出量比预算高 2%,而 2015 年金产出量比预算低 2%。2014 年银产出量比预算高,而 2015 年银产出量比预算低 6%。

浸堆金存量从 2014 年的 248,439 盎司降低至 2015 年的 235,236 盎司。

2015 年副产品-汞的产出量高于 2014 年。

表 13-3 中详细列出了过去三年产量,数据显示出整体上生产数字具有的一致性。良好的运营情况维持了其恒定的产出。

表 13-2 生产评估
巴里克黄金公司-贝拉德罗矿

	2014 年			2015 年		
	实际数据	预算	方差	实际数据	预算	方差
破碎厂和堆浸场						
破碎矿石（干公吨）	27,526,320	30,311,999	-9.19%	26,647,530	26,958,165	-1.15%
破碎矿石金品位（克/吨）	1.03	0.85	22.39%	0.84	0.82	2.64%
破碎矿石银品位（克/吨）	11.9	10.9	8.31%	21.4	20.5	4.53%
原矿（干公吨）	1,973,424	2,287,915	-13.75%	1,737,410	1,318,925	31.73%
原矿金品位（克/吨）	0.48	0.27	77.83%	0.51	0.31	65.03%
原矿银品位（克/吨）	8.6	10.4	-16.69%	17.1	14.6	17.07%
总堆放量（干公吨）	29,499,744	32,599,914	-9.51%	28,384,940	28,277,090	0.38%
矿堆金品位（克/吨）	1.00	0.80	23.91%	0.82	0.80	3.14%
矿堆银品位（克/吨）	11.6	10.9	7.3%	21.2	20.2	4.56%
矿堆含金量（盎司）	945,655	842,789	12.21%	751,918	725,285	3.67%
矿堆可回收金（盎司）	739,923	652,671	13.37%	588,241	570,554	3.10%
矿堆含银量（盎司）	11,043,980	11,376,286	-2.92%	19,306,826	18,395,639	4.96%
美林·克洛选矿厂						
给料体积（立方米）	23,070,823	22,778,934	1.28%	23,978,817	23,393,778	2.50%
贵液金品位（克/吨）	1.00	0.97	3.31%	0.79	0.85	-6.59%
贫液金品位（克/吨）	0.04	0.02	73.97%	0.02	0.03	-21.36%
精炼						
总产金量（盎司）	722,418	697,765	3.53%	601,444	615,636	-2.31%
总产银量（盎司）	1,391,715	1,321,864	5.28%	1,340,585	1,423,069	-5.81%
浸堆存量						

金（盎司）	248,439	235,236
回收率		
金（%）	72.76	73.34
银（%）	13.56	12.44
汞		
产量（千克）	52,292	59,481
销售（千克）	0	0

表 13-3 生产评估
巴里克黄金公司-贝拉德罗矿

	2013 年实际数据	2014 年实际数据	2015 年实际数据
破碎厂和堆浸场	26,768,425	27,526,320	26,647,530
破碎矿石（干公吨）	0.98	1.03	0.84
破碎矿石金品位（克/吨）	14.26	11.86	21.42
破碎矿石银品位（克/吨）	2,317,912	1,973,424	1,737,410
原矿（公吨）	0.39	0.48	0.51
原矿金品位（克/吨）	5.37	8.63	17.10
原矿银品位（克/吨）	29,086,338	29,499,744	28,384,940
总堆放量（干公吨）	0.94	1.00	0.82
矿堆金品位（克/吨）	13.6	11.6	21.2
矿堆银品位（克/吨）	876,133	945,655	751,918
矿堆含金量（盎司）	671,344	739,923	588,241
矿堆可回收金（盎司）	12,675,229	11,043,980	19,306,826
矿堆含银量（盎司）	20,962,562	23,070,823	23,978,817
美林·克洛选矿厂	1.33	1.00	0.79
给料体积（立方米）	0.029	0.035	0.024
贵液金品位（克/吨）			
贫液金品位（克/吨）	640,697	722,418	601,444
精炼	2,466,064	1,391,715	1,340,585
总产金量（盎司）			
总产银量（盎司）	230,935	248,439	235,236
浸堆存量			
金（盎司）	72.32	72.76	73.34
回收率	13.68	13.56	12.44
金（%）			
银（%）	55,125	52,292	59,481
汞	0	0	0
产量（千克）			
销售（千克）			

过渡期的金属回收

随着 2015 年年终矿产资源评估的完成，并作为持续延长矿山开采年限（LOM）措施的一部分，阿根廷黄金矿业有限公司预计在 2024 年完成矿石开采活动后，堆存矿石的堆浸时间可增加 4 年（延期至 2028 年），该时期称为“过渡期”。

根据由阿根廷黄金矿业有限公司和独立咨询公司完成的试验工作和核对工作，在过渡时期，有可能从堆存于山谷堆浸设施的矿山开采年限期间累积的矿石中额外回收大约 50 万盎司金和 120 万盎司银。

RPA 公司认为，实现过渡期的生产具有合理的潜力。

14、矿产资源评价

摘要

基于金价为 1,300 美元/盎司，银价为 17.50 美元/盎司，美元与阿根廷比索的汇率为 14.5，表 14-1 总结了截至 2015 年 12 月 31 日露天矿不含矿产储量的矿产资源量。至 2015 年底探明和控制矿产资源总量合计达 7,520 万吨，平均金为 0.53 克/吨和银 11.4 克/吨，含有金 130 万盎司，含银 2,750 万盎司。此外，至 2015 年底推断的矿产资源总量达 560 万吨，平均金 0.45 克/吨和银 10.1 克/吨，含有金 8 万盎司，含银 180 万盎司。至 2015 年底探明和控制矿产资源与 2014 年底的预测相比，黄金减少了大约 350 万盎司，因为这部分物质转化为了 2015 年底预测中证实的和可能的矿产储量。

表 14-1 矿产资源量——2015 年 12 月 31 日
巴里克黄金公司—贝拉德罗矿

分类	质量 (百万吨)	金的品位(克 /吨)	银的品位(克 /吨)	含金量(百万 盎司)	含银量(百万 盎司)
探明资源	4.1	0.40	6.5	0.053	0.86
控制资源	71.1	0.54	11.7	1.23	26.7
探明资源和 控制资源总 量	75.2	0.53	11.4	1.29	27.5
推断资源	5.6	0.45	10.1	0.08	1.8

注：

1. 矿产资源量采用加拿大采矿、冶金和石油学会（CIM）的定义。
2. 矿产资源量估算数据截至 2015 年 12 月 31 日，采用金价为 1,300 美元/盎司，银价为 17.50 美元/盎司，汇率为 1 美元兑 14.5 阿根廷比索。
3. 矿产资源量并非矿产储量，并未证实具有经济可行性。
4. 矿产资源量的估算采用经济边界品位值，且该品位值会随矿石种类变化。第一类原矿（未经破碎）的金边界品位大约为 0.193 克/吨，第一类经过破碎的大约为 0.500 克/吨。
5. 采用惠特尔矿坑外形来界定矿产资源的边界。
6. 矿产资源量内不包含矿产储量。
7. 因数字四舍五入，数据加总可能不等于合计。

由于主要为细颗粒的螺状硫银矿（硫化银），在贝拉德罗银的回收率非常低，所以不考虑银作为资源量和储量的边界品位。对边界品位的估计随材料类型和矿坑有所不同。在阿玛

贝尔和阿根塔并无剩余的储量和资源量，因为这些地区已经开采完毕。阿玛贝尔矿坑目前正在回填矸石。其余大部分资源都来自费罗费德里克的第一类材料。ROM 材料为爆破材料，直接用卡车运到山谷堆浸设施，粉碎材料要先通过两阶段的破碎流程。

据估算，费罗费德里克矿坑预计资源第一类原矿（未经破碎）的金边界品位大约为 0.193 克/吨，经过破碎的大约为 0.500 克/吨，第二类则分别为 0.483 克/吨和 0.496 克/吨。

巴里克资源地质学家塞巴斯蒂安·华雷斯（Sebastian Juarez）在巴里克公司储量和资源技术服务经理克里斯蒂安·蒙罗伊（Cristian Monroy）的监督下于 2015 年 3 月、4 月准备资源模型，使用了截至 2015 年 3 月的所有可用钻孔。华雷斯先生采用跳跃式更新岩性和蚀变线框。资源建模工作的总体监督由巴里克资源和储量建模主管本杰明·圣富尔戈（Benjamin Sanfurgo）完成。

RPA 公司对资源模型的审查不仅适用于表 14-1 中所列的矿产资源，同时也适用于转换为矿产储量的矿产资源。

RPA 公司检查了资源的假设、输入参数、地质解释和块体建模程序，并认为矿产资源估计适合此种类型的矿化作用，且资源模型对于支撑 2015 年底矿产资源和矿产储量的估计是合理的、可接受的。

RPA 公司是不了解任何环境的、许可的、法律的、所有权的、税收的、社会经济的、市场营销的、政治的或其他修正因子可能实质性影响矿产资源和矿产储量估计。

地质模型

贝拉德罗地质部门对贝拉德罗的地质环境有很好的理解。构建地质模型来为品位估算提供地质控制，并为矿山设计提供参数。采用蛙跳和伏尔甘软件建立了对岩性、蚀变、分区和构造域的地质模型。主要的断裂也都针对当前资源进行了建模，详细的三维构造模型已经纳入 2015 年的资源模型。新的构造解释如图 7-4 所示。

基于 50 米东西走向的横截面矿山地质人员完成了对岩性模型的解释，基于 25 米东西走向的横截面矿山地质人员完成了对蚀变模型的解释。根据勘探钻孔、爆破孔、矿坑地图，线和控制点用来在蛙跳软件中创建三维地质线框图。

用于主要岩性、蚀变、分区的线框分别列于表 14-2、14-3 和 14-4。这些线框用于给块体模型分配代码。

表 14-2 岩性代码
巴里克黄金公司——贝拉德罗矿

代码	描述
1	分层火山碎屑岩和外生碎屑沉积物 (B1)
2	非分层异类岩性蒸汽岩浆侵入角砾岩 (B2)
3	长英质结晶—岩屑凝灰岩 (英安岩—流纹岩) (FCLT)
4	长石斑岩侵入体和穹隆 (FP)
5	镁铁质结晶—岩屑凝灰岩 (MCLT)
6	细粒度等粒状闪长岩 (DIF)
7	无代码
8	崩积层 (Co)

表 14-3 蚀变代码
巴里克黄金公司——贝拉德罗矿

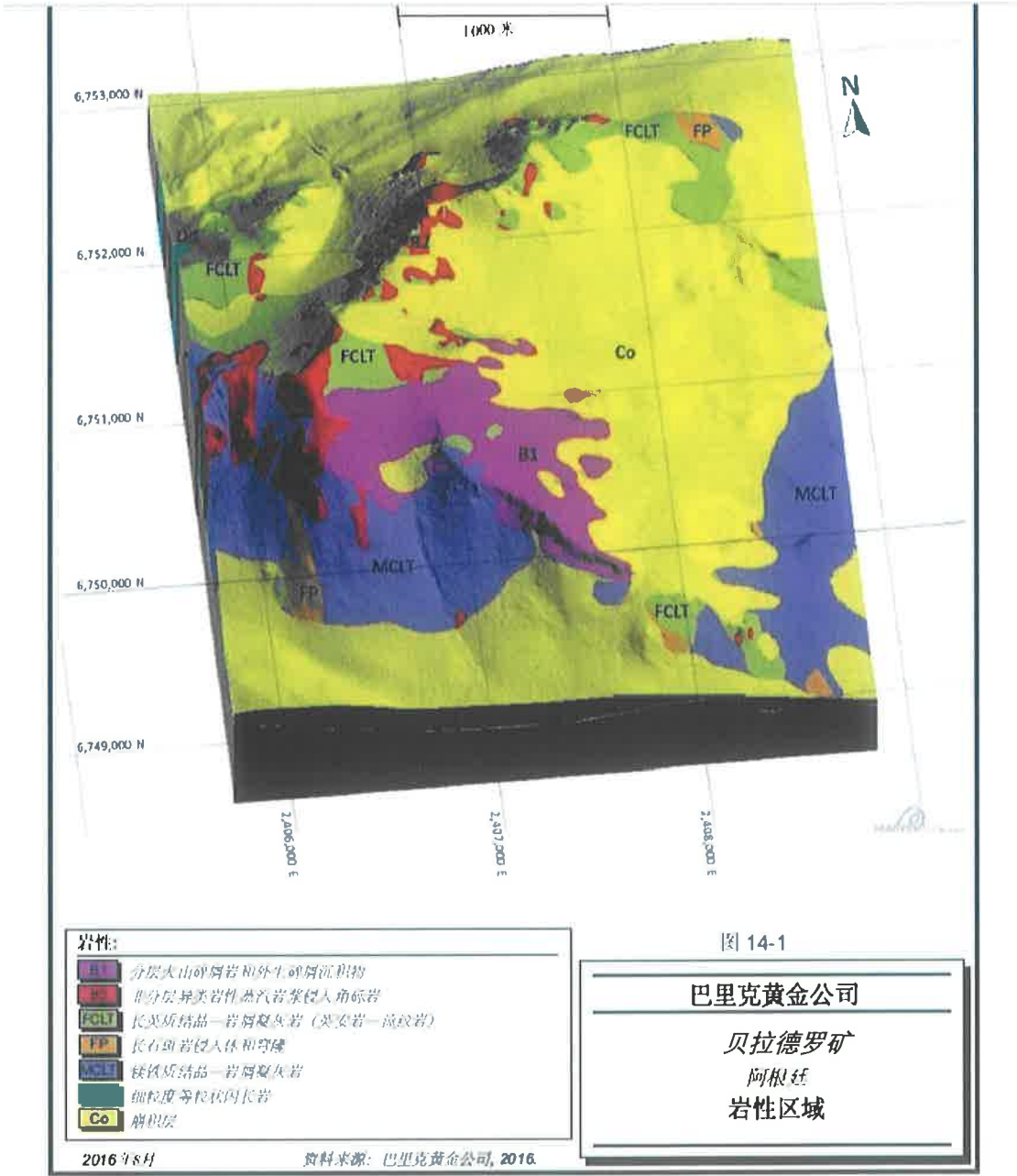
代码	描述
1	硅石 (Si)
2	硅石—明矾石 (QAL)
3	明矾石—硅石 (ALQ)
4	石英—伊利石 (QILL)
5	硅质粘土岩 (ARG)
6	青盘岩化 (PP)
7	热液型 (StHt)
71	弱热液型 (WStHt)
8	崩积层 (Co)
9	多孔硅石 (SR)
10	蛋白石硅石 (OS)

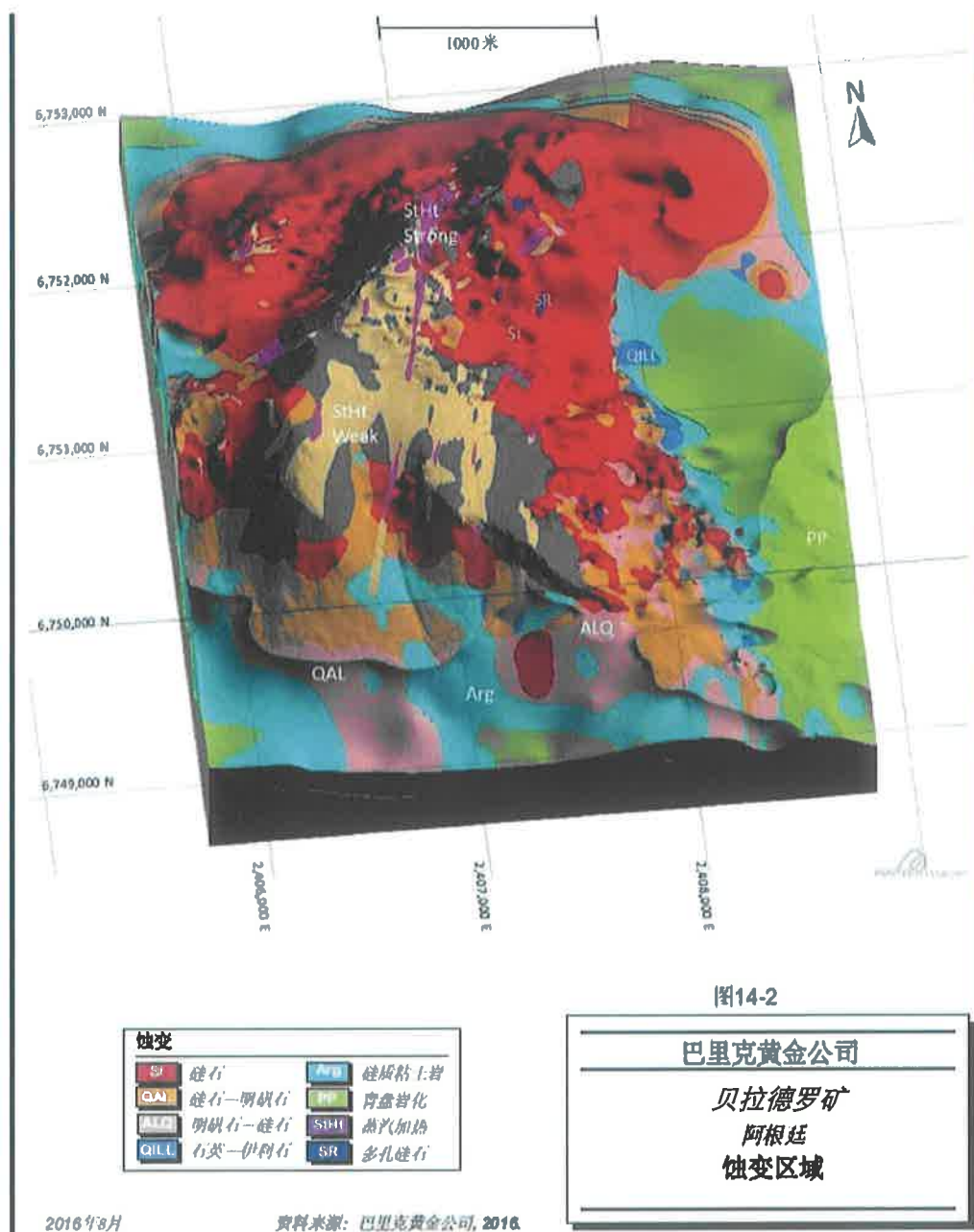
表 14-4 分区代码
巴里克黄金公司——贝拉德罗矿

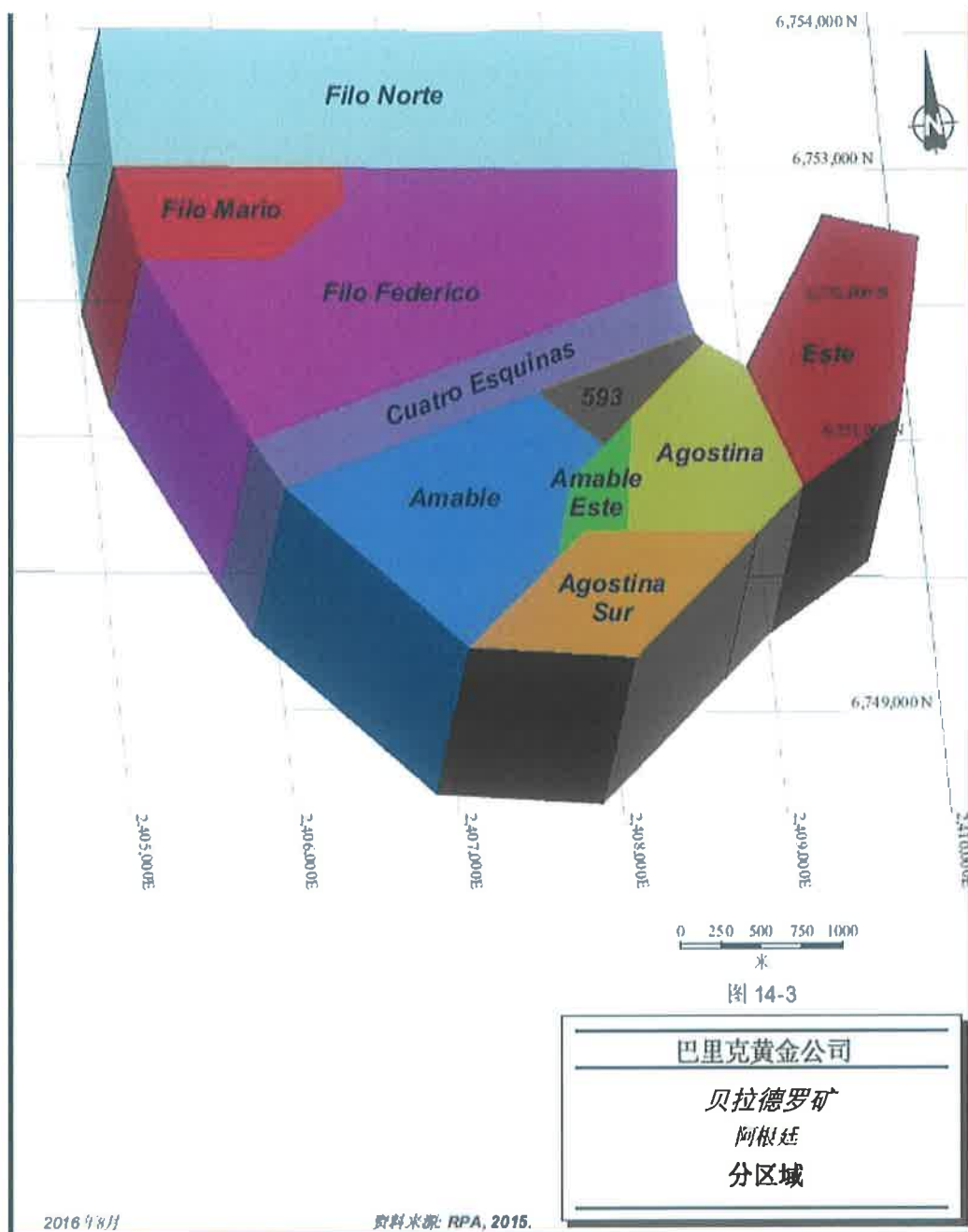
代码	描述
1	费罗诺尔特 (FN)
2	费罗马里奥 (FM)
3	费罗费德里克 (FF)
4	埃斯基纳 (CE)
5	593
6	阿玛贝尔 (AM)
7	埃斯泰 (E)
8	艾格斯蒂娜苏尔 (AS)
9	艾格斯蒂娜 (AG)
10	阿玛贝尔埃斯泰 (AME)

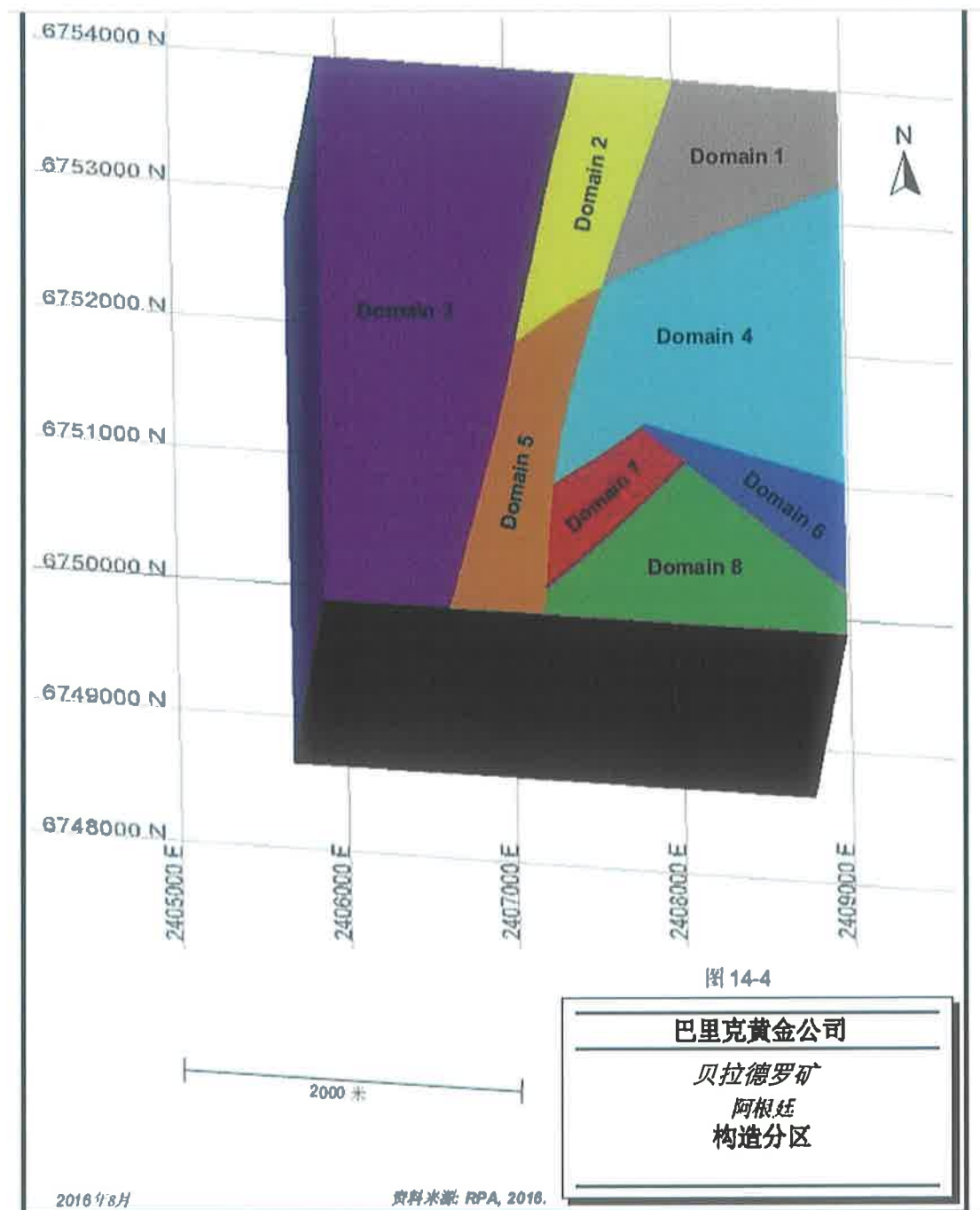
贝拉德罗有两个主要的区，费罗费德里科（分区 1、2、3、4）和阿玛贝尔（5、6、7、8、9、10）。岩性、蚀变和分区的模型分别见图 14-1、图 14-2 和图 14-3。

将矿床分成八个构造域，用于改善本地搜索椭球的定向（图 14-4）。









控制矿化作用的主要是蚀变和分区。成矿作用通常横切所认为的岩性边界，除崩积层和热液型区块外。热液型和蛋白石硅石大多是不含矿的成矿后蚀变印记。崩积层的基底大部分是不含矿的，但是，它可以赋存一些在当地有经济利益的矿化碎片。

蚀变代码分组形成了 4 个简化的蚀变区，如下所示：

1. 硅化—高级粘土化区域（蚀变代码 1 至 3 和 9）
2. 泥质青盘岩化区域（蚀变代码 4 至 6）
3. 热液型和蛋白石硅石（蚀变代码 7 和 10）
4. 崩积层（岩性代码 8）

硅石—明矾石和明矾石—硅石蚀变之间的区分对品位插值法并无影响，但是对矿坑边坡角度有显著的影响。由于地质技术原因，弱热液型蚀变域加入了 2015 年底模式。

按照重要性递减的顺序，硅化、石英—明矾石、明矾石—石英是与成矿作用有关的主要蚀变类型。基于钻孔数据库蚀变代码，约 76% 的钻探总长度位于硅化—高级粘土化区域，约 4% 位于粘土青盘岩化区域，约 1% 存在于热液型区域，7% 在崩积层，约 11% 无可用蚀变代码。

品位区域

利用钻孔和爆破孔数据从 5 米等值线中建立金 0.2 克/吨、银 25 克/吨的 3D 包络线。

基于区块金品位超过 0.1 克/吨的可能性大于 50%，创建了一个单独的略低品位指示包络线。

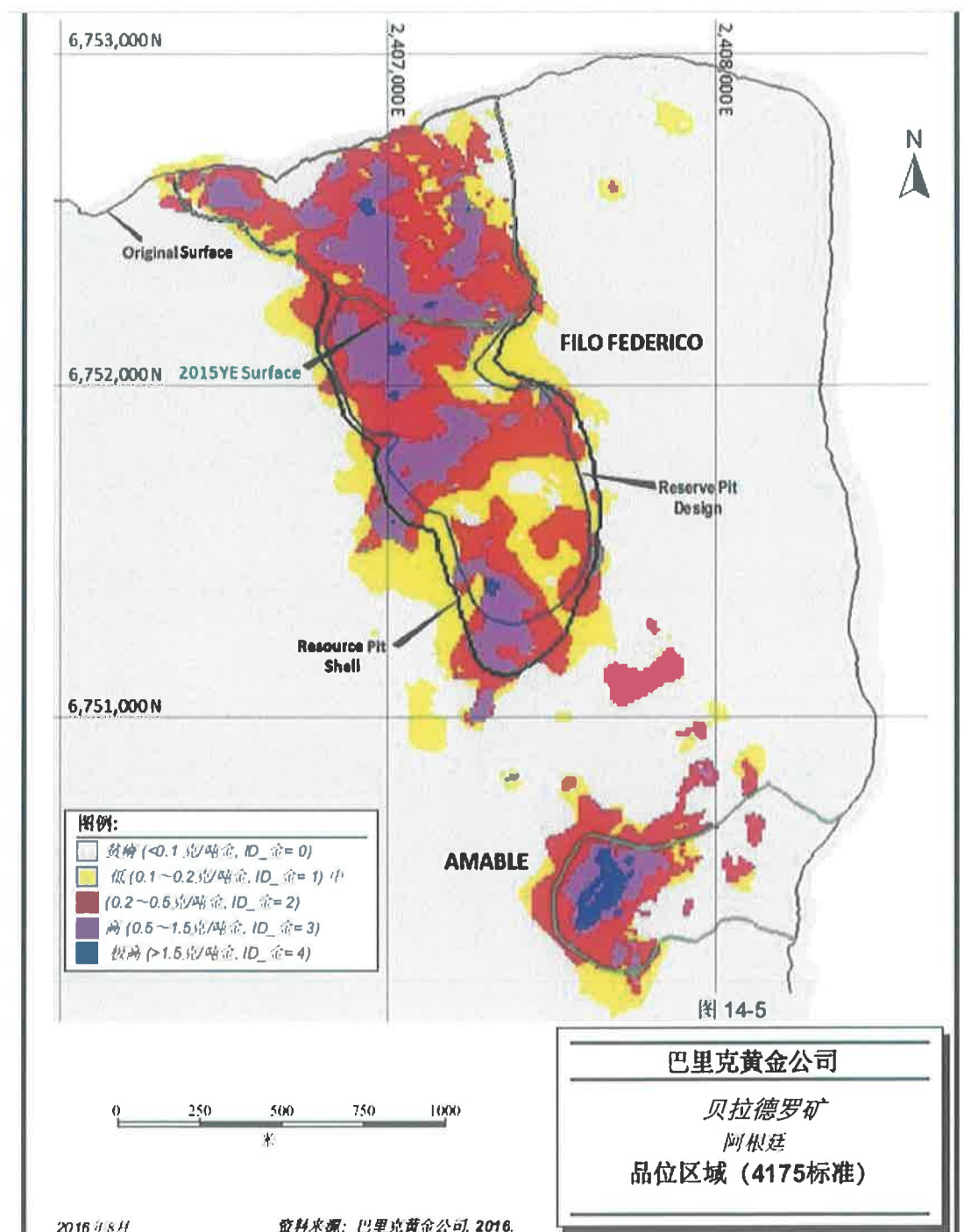
因为以往最低的边界品位为低于 0.2 克/吨金的包络线。另外，基于区块品位超过 0.5 克/吨金和 1.5 克/吨金的可能性大于 50% 而创建了单独的更高品位指示包络线。这形成了五个品位区域（图 14-5），可以用来将代码分配到区块模型中（表 14-5）。

表 14-5 品位分区代码
巴里克黄金公司——贝拉德罗矿

代码	说明
0	贫瘠（<0.1 克/吨金）
1	低品位（0.1-0.2 克/吨金）
2	中等品位（0.2-0.5 克/吨金）
3	高品位（0.5-1.5 克/吨金）
4	极高品位（>1.5 克/吨金）

将极高品位、低品位和贫瘠的区域视为硬边界，其中只有位于其中的组合模式用来内插位于其中的区块。中等品位区块使用软边界进行插值，允许将高品位、中等品位的组合模式应用于中等品位区块。高品位区块也使用软边界进行插值，允许将高品位、极高品位的组合模式应用于高品位区块。

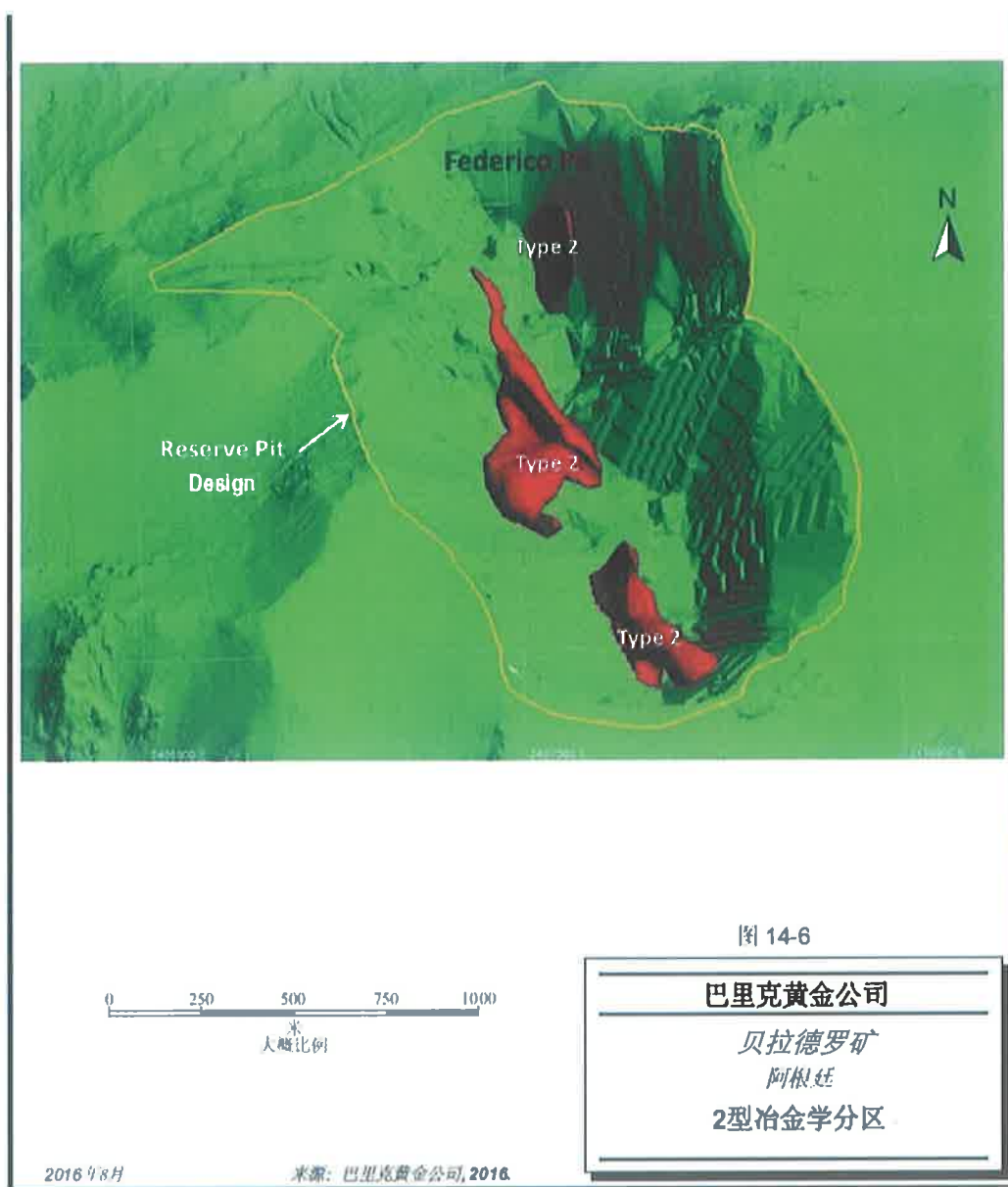
巴里克对高品位和中等品位区域使用半软或单向边界，对级高品位区域使用硬边界。巴里克继续调查和实现插值参数的改变，以进一步改进调解结果。



冶金学区域

根据由 ML1 实验室完成的滚瓶试验和在贝拉德罗针对费罗费德里克第一类材料的内部测试, 冶金回收率模型在 2008 年 11 月更新。所有其他的冶金类型维持 2002 年的冶金回收模式。冶金回收率随金品位和冶金类型 (第 13 章, 表 13-1) 有所不同。银的回收率非常低, 估计费罗费德里克第一类和第二类矿化为 6.5%, 阿玛贝尔第一类和第二类矿化为 9.0%。冶金特性取决于矿物。特别是, 第二类以细粒浸染型金的比例随硅含量的增加而增大为特征, 且以二氧化硅中细粒硫银矿 (硫化银) 为主, 与第一类矿石相比, 限制了金、银的回收。

因此, 第二类矿化作用的回收较低。图 14-6 显示了第二类矿化在费罗费德里克的空间分布。



密度数据

根据主要蚀变单元（表 14-6）来分配吨位因子。在硅化蚀变区域的所有区块分配的吨位因子为 2.47 吨/立方米。在硅石—明矾石、明矾石—硅石蚀变区域的所有区块分配的吨位因子为 2.36 吨/立方米。由于含有更高的粘土和多孔硅石成分，蚀变区域的吨位因子更低。与更低级蚀变作用有关的所有区块吨位因子为 2.45 吨/立方米。热液型蚀变区块分配的为 2.10 吨/立方米，崩积层区块分配的为 2.00 吨/立方米。

表 14-6 吨位因子
巴里克黄金公司——贝拉德罗矿

蚀变类型	主要模型（吨/立方米）
硅化作用	2.47
硅石—明矾石、明矾石—硅石蚀变	2.36
石英—伊利石	2.45

粘土化	2.45
青盘岩化	2.45
热液型和蛋白石硅石化	2.10
崩积层	2.00

吨位因素基于直至 2009 年底可得到的超过一千次的密度测试。RPA 公司认为当前的吨位因素是合理的。

边界品位

资源的经济临界值是基于黄金价格为 1,300 美元/盎司和第 15 章矿产储量讨论的成本、回收及其它参数确定的。对边界品位的估计随材料类型和矿坑有所不同。大部分的资源都来自费罗费德里克的第一类材料。原矿材料为爆破材料，直接用卡车运到山谷堆浸设施，粉碎材料要先通过两阶段的破碎流程。对于费罗费德里克资源和储量的边界品位的估计在罗梅乌（2015）中有详细的记载。

2 型材料的回收率太低，无法直接发送到山谷堆浸设施作为原矿。据估算，费罗费德里克矿坑预计资源第一类原矿（未经破碎）的金边界品位大约为 0.193 克/吨，经过破碎的大约为 0.500 克/吨，第二类经过破碎的大约为 0.496 克/吨。

分析统计

金的分析统计总结在表 14-7 内，并在图 14-7 内以箱形图表示。费罗费德里克（诺尔特）和阿玛贝尔（苏尔）的统计以蚀变类型分组。321,699m 的钻孔品位超过 0.0001 克/吨，平均 0.42 克/吨，金的分析标准偏差（SD）为 2.72，变化系数（CV）高达 6.40。

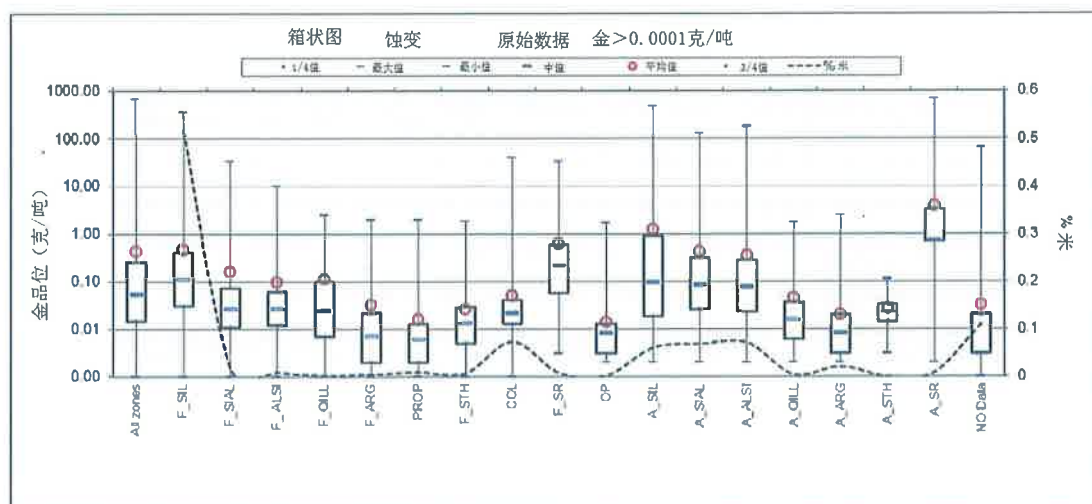
表 14-7 金（克/吨）分析结果

巴里克黄金公司

类型	编号	米数	米数百分比%	平均值	标准偏差	最低值	1/4 值	中位值	3/4 值	最大值	变化系数
所有区域		321,699		0.42	2.72	0.001	0.02	0.05	0.26	664.00	6.40
F SIL	1	166,001	51.6%	0.47	2.19	0.001	0.03	0.11	0.39	363.00	4.68
F SIAL	2	5,814	1.8%	0.16	0.76	0.001	0.01	0.03	0.08	34.06	4.84
F ALSI	3	3,019	0.9%	0.10	0.40	0.001	0.01	0.03	0.06	10.22	4.07
F QILL	4	901	0.3%	0.11	0.24	0.001	0.01	0.02	0.10	2.48	2.10
F ARG	5	1,731	0.5%	0.03	0.11	0.001	0.00	0.01	0.02	1.97	3.35
PROP	6	3,125	1.0%	0.02	0.06	0.001	0.00	0.01	0.01	1.95	3.39
F STH	7	2,506	0.8%	0.03	0.06	0.001	0.01	0.01	0.03	1.81	2.22
COL	8	23,640	7.3%	0.05	0.39	0.001	0.01	0.02	0.04	39.86	7.63
F SR	9	2,683	0.8%	0.63	1.53	0.003	0.06	0.22	0.61	33.70	2.42
OP	10	766	0.2%	0.01	0.07	0.002	0.00	0.01	0.01	1.68	4.71
A SIL	11	19,511	6.1%	1.24	5.73	0.002	0.02	0.10	0.91	476.00	4.61
A SIAL	12	22,074	6.9%	0.42	1.59	0.002	0.03	0.09	0.31	133.00	3.77
A ALSI	13	23,152	7.2%	0.36	1.78	0.002	0.02	0.08	0.28	179.50	4.97
A QILL	14	1,520	0.5%	0.04	0.12	0.002	0.01	0.02	0.04	1.71	2.60
A ARG	15	6,907	2.1%	0.02	0.06	0.002	0.00	0.01	0.02	2.35	2.84
A STH	17	67	0.0%	0.03	0.02	0.003	0.02	0.02	0.03	0.11	0.79
A SR	19	2,897	0.9%	3.89	15.88	0.002	0.71	0.71	3.39	664.00	4.08
无数据	99	35,384	11.0%	0.03	0.35	0.001	0.00	0.00	0.02	61.60	11.13

资源来源：Juarez（2016）

图 14-7 分析统计箱形图



特高品位值的处理

样品组合前先对高品位分析结果进行处理。费罗费德里克硅化蚀变主要特高品位顶阈值为金 70 克/吨，银 250 克/吨；石英-明矾石和明矾石-石英蚀变金的特高品位顶阈值分别为 6.0 克/吨和 2.5 克/吨。蚀变程度较低的区域较小的一部分采用了金品位 0.05 克/吨至 1.0 克/吨的范围。崩积层内采用了金品位 2.0 克/吨为顶阈值（表 14-8）。

表 14-8 金品位顶阈值

巴里克黄金公司-贝拉德罗金矿

说明	编号	米数	米数百分比	顶阈值（克/吨金）	阈值变量系数	GT 缺失	百分比数
所有区域		321,699	100%		4.11	2.6%	99.99%
F SIL	1	166,001	51.6%	70.00	3.61	1.4%	99.99%
F SIAL	2	5,814	1.8%	6.00	3.18	8.1%	99.72%
F ALSI	3	3,019	0.9%	2.50	2.47	10.4%	99.64%
F QILL	4	901	0.3%	1.00	1.70	5.9%	99.18%
F ARG	5	1,731	0.5%	0.50	2.14	11.2%	99.12%
PROP	6	3,125	1.0%	0.20	1.73	14.2%	98.91%
F STH	7	2,506	0.8%	0.20	1.25	8.0%	99.04%
COL	8	23,640	7.3%	2.00	2.34	14.5%	99.81%
F SR	9	2,683	0.8%	9.00	1.84	4.7%	99.38%
OP	10	766	0.2%	0.05	0.75	25.6%	98.30%
A SIL	11	19,511	6.1%	60.00	2.86	4.8%	99.91%
A SIAL	12	22,074	6.9%	25.00	2.89	2.1%	99.95%
A ALSI	13	23,152	7.2%	25.00	2.87	4.1%	99.97%
A QILL	14	1,520	0.5%	0.50	1.69	9.2%	99.08%
A ARG	15	6,907	2.1%	0.50	2.08	3.6%	99.84%
A STH	17	67	0.0%	0.05	0.49	11.2%	93.08%
A SR	19	2,897	0.9%	55.00	1.55	11.8%	99.67%

无数据	99	35,384	11.0%	2.00	3.32	8.3%	99.90%
-----	----	--------	-------	------	------	------	--------

来自 Juarez (2016)

顶阈值主要基于费罗费德里克和阿玛贝尔每种蚀变区域分析的调查统计，直方图，对数概率图。品位乘厚度产品（GT）用来估算每个特高品位处理后大致的金属缺失量。一些区域 GT 值很高，但通常与贫矿、低品位和较小蚀变区域有关。总体上，目前的金特高品位处理大约减少了费罗费德里克 3% 的金储量。

RPA 公司与巴里克黄金公司所选取的新特高品位处理相一致。2015 年新的处理比 2014 年的宽松，这些改变大约增加了 1% 的平均金品位。

样品组合

钻孔数据的样品组合为 5m 长，从钻铤开始，在崩积层底部重置。样品组合文件有额外的字段来记录每个样品组合的实际长度，并有样品数据的支持。品位插值使用长度加权样品组合来减少较短组合的影响。

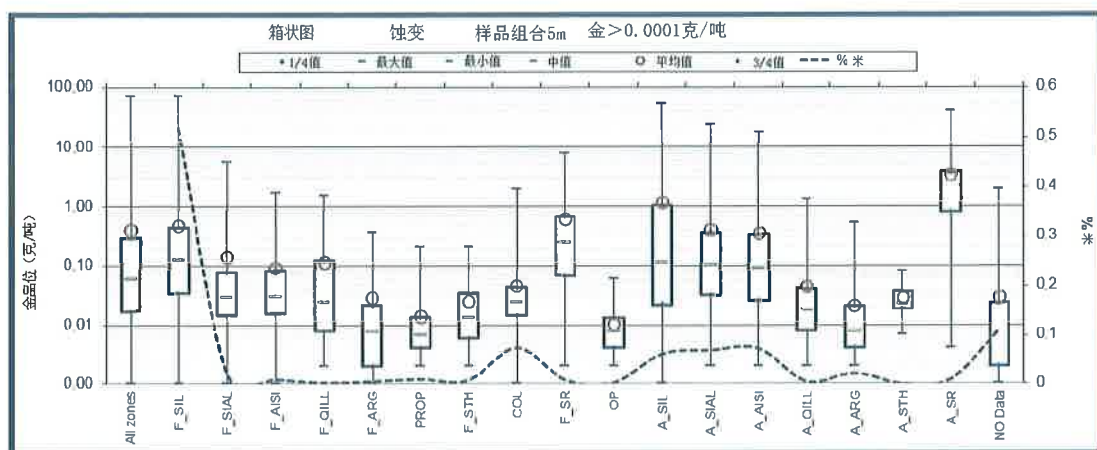
每个区域内蚀变范围的样品组合统计总结在表 14-9 内，在图 14-8 内以箱形图表示。

表 14-9 金矿样品组合结果
巴里克黄金公司—贝拉德罗金矿

说明	米数	米数百分比	平均值 (克/吨)	标准偏差 (克/吨)	最小值 (克/吨)	最大值 (克/吨)	变量系数
所有区域	323,015	100%	0.41	1.44	0.001	70.00	3.50
F SIL	166,572	51.6%	0.46	1.40	0.001	70.00	3.04
F SIAL	5,919	1.8%	0.14	0.43	0.001	5.69	3.12
F AISI	3,009	0.9%	0.09	0.20	0.001	1.72	2.14
F QILL	890	0.3%	0.11	0.21	0.002	1.56	1.84
F ARG	1,747	0.5%	0.03	0.06	0.001	0.35	2.00
PROP	3,157	1.0%	0.01	0.02	0.002	0.20	1.68
F STH	2,489	0.8%	0.02	0.03	0.002	0.20	1.18
COL	23,833	7.4%	0.04	0.10	0.001	2.00	2.38
F SR	2,719	0.8%	0.60	1.00	0.002	8.03	1.67
OP	777	0.2%	0.01	0.01	0.002	0.06	0.88
A SIL	19,693	6.1%	1.16	2.94	0.001	51.54	2.53
A SIAL	22,107	6.8%	0.41	1.04	0.002	23.42	2.52
A AISI	23,242	7.2%	0.35	0.91	0.002	17.96	2.58
A QILL	1,533	0.5%	0.05	0.10	0.002	1.34	2.23
A ARG	6,929	2.1%	0.02	0.04	0.002	0.51	1.93
A STH	70	0.0%	0.03	0.02	0.007	0.08	0.60
A SR	2,919	0.9%	3.47	4.91	0.004	38.98	1.41
NO Data	35,412	11.0%	0.03	0.09	0.001	1.92	3.05

资料来源：Juarez (2016)

图 14-8 按区域和蚀变分类的金矿样品组合结果



资料来源: Juarez (2016)

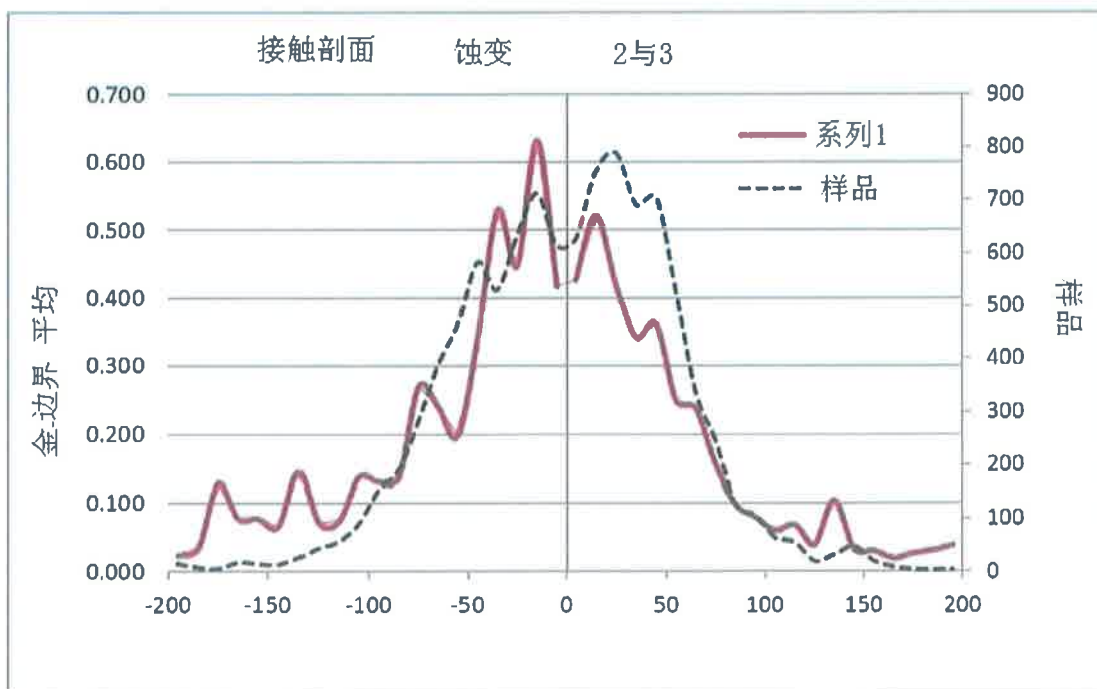
接触绘图分析

为含金量生成接触绘图来研究从不同区域间金品位变量之间的关系。

接触绘图结果由伏尔甘软件所得。伏尔甘软件使用给定的蚀变编号来寻找数据, 然后寻找另外特别的蚀变编号, 将品位依据两点间的距离进行分组。这可以使用图形来表示远离接触的品位趋势。如果平均品位与邻近边界的品位相似, 随着远离边界品位下降, 这种特别的边界不能用作品位约束, 而当做软边界。如果平均值越过边界变化剧烈, 边界在约束品位估算中很重要, 将此边界作为硬边界。软边界和硬边界接触绘图结果的示例分别显示在图 14-9 和 14-10 中。

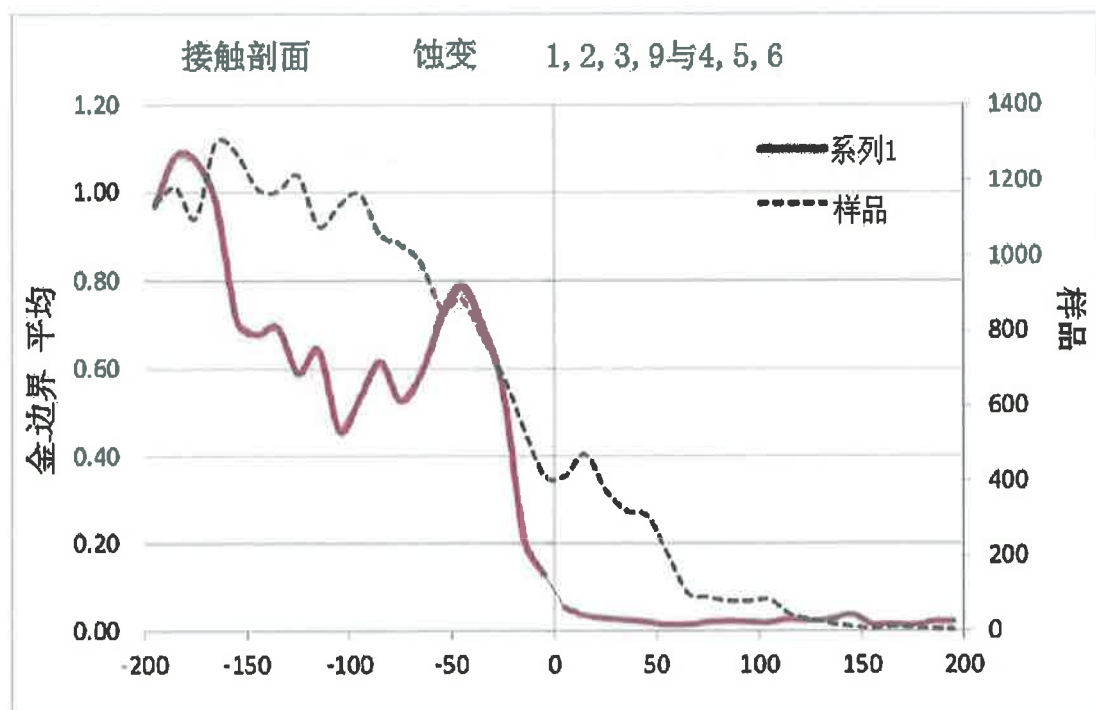
硬边界用在几个分散的区域内, 而软边界则综合应用于品位多路插值过程中。

图 14-9 软接触剖面示例



资料来源: Monroy and Berbé (2013)

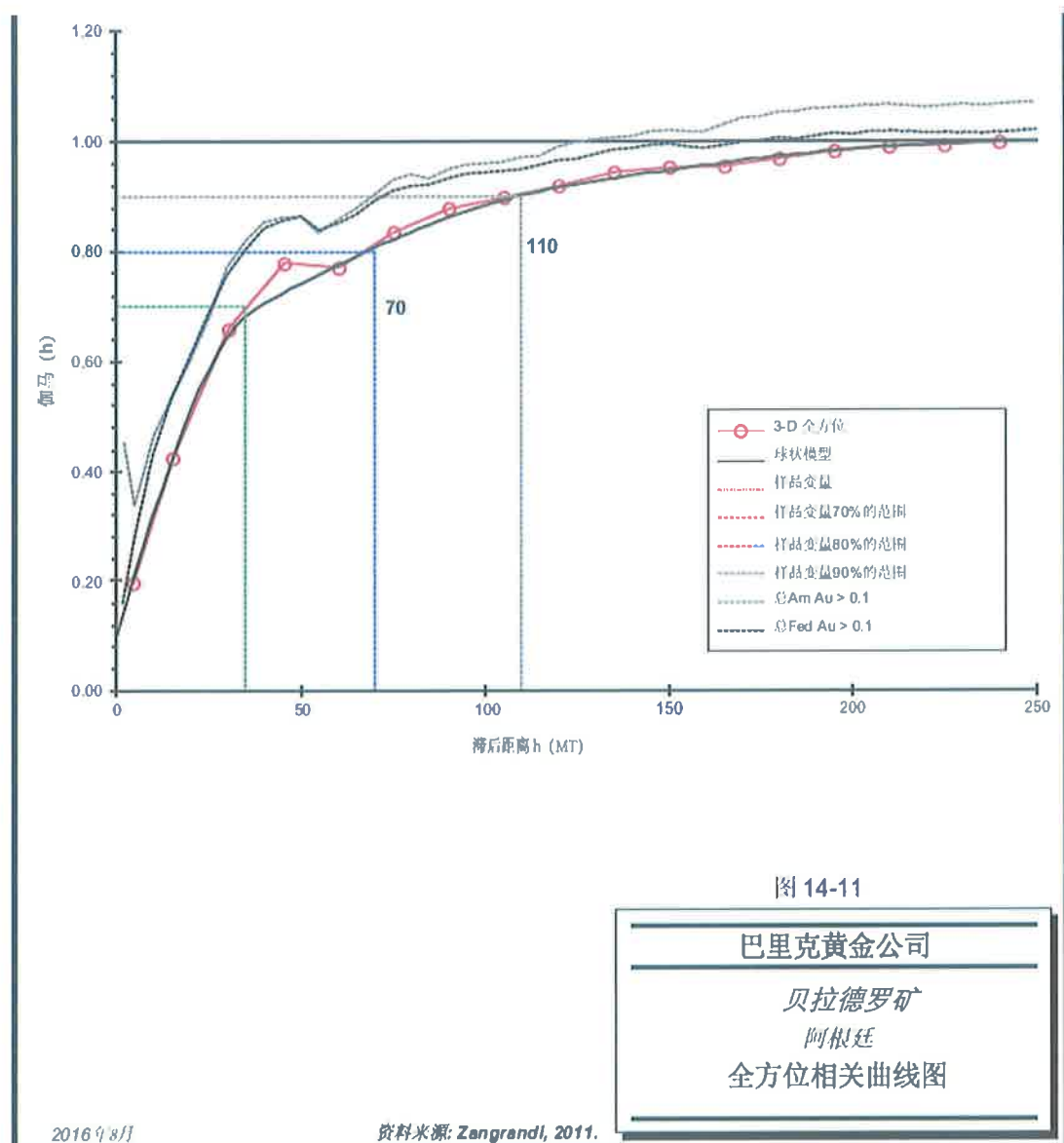
图 14-10 硬接触剖面示例



资料来源: Juarez (2016)

变差函数图

巴里克公司为费罗费德里克, 阿玛贝尔和整个贝拉德罗矿建立了全方位的相关曲线图, 使用 15m 长的复合, 金品位高于 0.1 克/吨 (图 14-11)。相关曲线图平滑, 定义明确, 由数千复合对所支持。范围约 200m, 金矿床内, 约 10% 的相关块金效应非常低。基石 90% 和 80% 的范围分别约为 110m 和 70m。



资源量估算方法

蒙罗伊和华雷斯 (2015 年) 介绍了资源量估算的详细步骤, 资源量块体模型中伏尔甘 C (Vulcan C) 命令解释程序文件 (estima_au15.csh, estima_ag15.csh, and estima_icp15.csh) 及相关脚本文件详细记录了这些步骤。

贝拉德罗矿产资源模型范围, 东部从 2,405,900 米延伸至 2,408,800 米, 北部从 6,749,496 米到 6,753,396 米, 海拔从 3,702.5 米到 4,852.5 米。根据岩性、蚀变、次生区域、构造域和品位三角形, 直接划分了 5 米 (高) × 5 米 × 5 米的块体模型。品位域指标中品位域代码用一个独立的脚本运行。

矿样叠加原矿样形成五米长含有金和银的复合样本。复合物的岩性、蚀变、次生区域、构造域和品位代码是从块体模型中标记返回。

贝拉德罗通过采用多次距离差倒数平方的方法 (ID^2) 计算金和银所有域中的品位值, 最终确定了长度加权复合样本。

研究的椭球状含金矿体多呈水平或近于水平展布, 每个构造带中倾角变化范围为 0° 至 -15° (表 14-10), 每个研究区域产状不同。箱体研究最终通过的最长椭球体直径为 110 米 × 110 米 × 70 米, 第一次研究通过的最短距离为 2.5 米 × 2.5 米 × 2.5 米, 坡积物和蒸汽热形成乳白色硅华的地质域块体标号为 3 和 4, 使用表 14-10 的标准分别进行两次内插。此后, 在地质区

域 1 中，对五个分组构造域[(1、2、3、5)、4、6、7、8]中的五个品位域(4、3、2、1 和 0) 运用三次内插体系进行内插运算，共计有 75 次内插运算。地质区域 2，使用进行相同的标准，附加另外 75 次内插运算。金块体模型总计运用了 155 次内插运算。硬和半软边界组合的使用方法上文已有阐述。

表 14-10 金的估算参数
巴里克黄金公司 - 贝拉德罗矿

山口编号	合成物范围			块体范围				研究方位			研究距离			复合样本校		
	蚀变域	地质域	品位域	构造域	蚀变域	地质域	等级域	走向(Z)	倾向(Y)	倾角(X)	长轴(m)	半长轴(m)	短轴(m)	最少样本(估算)	最多样本(估算)	混合样本(DH)
Box1	all	all	all	all	all	all	all	0	0	0	25	25	25	1	99	1
Co1	8	4	all	all	8	4	all	330	0	0	80	80	45		3	1
Co2	8	4	all	all	8	4	all	330	0	0	35	35	30	1	3	1
StHt1	7, 10	3	all	all	7, 10	3	all	13	0	0	125	90	70		3	1
StHt2	7, 10	3	all	all	7, 10	3	all	13	0	0	90	70	50	1	3	1
1-1VHG1		1	4	1, 2, 3, 5		1	4	60	-10	12	70	70	40		3	1
1-1VHG2		1	4	1, 2, 3, 5		1	4	60	-10	12	40	40	20	1	3	1
1-1VHG3		1	4	1, 2, 3, 5		1	4	60	-10	12	110	110	70		3	1
4-1VHG1		1	4	4		1	4	15	-10	-15	70	70	40		3	1
4-1VHG2		1	4	4		1	4	15	-10	-15	40	40	20	1	3	1
4-1VHG3		1	4	4		1	4	15	-10	-15	110	110	70		3	1
6-1VHG1		1	4	6		1	4	320	5	5	70	70	40		3	1
6-1VHG2		1	4	6		1	4	320	5	5	40	40	20	1	3	1
6-1VHG3		1	4	6		1	4	320	5	5	110	110	70		3	1
7-1VHG1		1	4	7		1	4	45	5	-10	70	70	40		3	1
7-1VHG2		1	4	7		1	4	45	5	-10	40	40	20	1	3	1
7-1VHG3		1	4	7		1	4	45	5	-10	110	110	70		3	1
8-1VHG1		1	4	8		1	4	10	10	0	70	70	40		3	1
8-1VHG2		1	4	8		1	4	10	10	0	40	40	20	1	3	1
8-1VHG3		1	4	8		1	4	10	10	0	110	110	70		3	1
1-1HG1		1	3, 4	1, 2, 3, 5		1	3	60	-10	12	70	70	40		3	1
1-1HG2		1	3, 4	1, 2, 3, 5		1	3	60	-10	12	40	40	20	1	3	1
1-1HG3		1	3, 4	1, 2, 3, 5		1	3	60	-10	12	110	110	70		3	1
4-1HG1		1	3, 4	4		1	3	15	-10	-15	70	70	40		3	1
4-1HG2		1	3, 4	4		1	3	15	-10	-15	40	40	20	1	3	1
4-1HG3		1	3, 4	4		1	3	15	-10	-15	110	110	70	2	3	1

山口编号	合成物范围			块体范围				研究方位			研究距离			复合样本		
	蚀变域	地质域	品位域	构造域	蚀变域	地质域	等级域	走向(Z)	倾向(Y)	倾角(X)	长轴(m)	半长轴(m)	短轴(m)	最少样本(估算)	最多样本(估算)	混合样本(DH)
6-1HG1		1	3, 4	6		1	3	320	5	5	70	70	40	2	3	1
6-1HG2		1	3, 4	6		1	3	320	5	5	40	40	20	1	3	1
6-1HG3		1	3, 4	6		1	3	320	5	5	110	110	70		3	1
7-1HG1		1	3, 4	7		1	3	45	5	-10	70	70	40		3	1
7-1HG2		1	3, 4	7		1	3	45	5	-10	40	40	20	1	3	1
7-1HG3		1	3, 4	7		1	3	45	5	-10	110	110	70		3	1
8-1HG1		1	3, 4	8		1	3	10	10	0	70	70	40		3	1
8-1HG2		1	3, 4	8		1	3	10	10	0	40	40	20	1	3	1
8-1HG3		1	3, 4	8		1	3	10	10	0	110	110	70		3	1
1-1MG1		1	2, 3	1, 2, 3, 5		1	2	60	-10	12	70	70	40		3	1
1-1MG2		1	2, 3	1, 2, 3, 5		1	2	60	-10	12	40	40	20	1	3	1
1-1MG3		1	2, 3	1, 2, 3, 5		1	2	60	-10	12	110	110	70		3	1
4-1MG1		1	2, 3	4		1	2	15	-10	-15	70	70	40		3	1
4-1MG2		1	2, 3	4		1	2	15	-10	-15	40	40	20	1	3	1
4-1MG3		1	2, 3	4		1	2	15	-10	-15	110	110	70		3	1
6-1MG1		1	2, 3	6		1	2	320	5	5	70	70	40		3	1
6-1MG2		1	2, 3	6		1	2	320	5	5	40	40	20	1	3	1
6-1MG3		1	2, 3	6		1	2	320	5	5	110	110	70		3	1
7-1MG1		1	2, 3	7		1	2	45	5	-10	70	70	40		3	1
7-1MG2		1	2, 3	7		1	2	45	5	-10	40	40	20	1	3	1
7-1MG3		1	2, 3	7		1	2	45	5	-10	110	110	70		3	1
8-1MG1		1	2, 3	8		1	2	10	10	0	70	70	40		3	1
8-1MG2		1	2, 3	8		1	2	10	10	0	40	40	20	1	3	1
8-1MG3		1	2, 3	8		1	2	10	10	0	110	110	70		3	1
1-1LG1		1	1	1, 2, 3, 5		1	1	60	-10	12	70	70	40		3	1
1-1LG2		1	1	1, 2, 3, 5		1	1	60	-10	12	40	40	20	1	3	1
1-1LG3		1	1	1, 2, 3, 5		1	1	60	-10	12	110	110	70		3	1
4-1LG1		1	1	4		1	1	15	-10	-15	70	70	40		3	1
4-1LG2		1	1	4		1	1	15	-10	-15	40	40	20	1	3	1

山口编号	合成物范围			块体范围				研究方位			研究距离			复合样本		
	蚀变域	地质域	品位域	构造域	蚀变域	地质域	等级域	走向(Z)	倾向(Y)	倾角(X)	长轴(m)	半长轴(m)	短轴(m)	最少样本(估算)	最多样本(估算)	混合样本(DH)
4_1L1G3		1	1	4		1	1	15	-10	-15	110	110	70	2	3	1
6_1LG1		1	1	6		1	1	320	5	5	70	70	40	2	3	1
6_1LG2		1	1	6		1	1	320	5	5	40	40	20	1	3	1
6_1LG3		1	1	6		1	1	320	5	5	110	110	70	2	3	1
7_1LG1		1	1	7		1	1	45	5	-10	70	70	40	2	3	1
7_1LG2		1	1	7		1	1	45	5	-10	40	40	20	1	3	1
7_1LG3		1	1	7		1	1	45	5	-10	110	110	70	2	3	1
8_1LG1		1	1	8		1	1	10	10	0	70	70	40	2	3	1
8_1LG2		1	1	8		1	1	10	10	0	40	40	20	1	3	1
8_1LG3		1	1	8		1	1	10	10	0	110	110	70	2	3	1
1_1BG1		1	0	1,2,3,5		1	0	60	-10	12	70	70	40	2	3	1
1_1BG2		1	0	1,2,3,5		1	0	60	-10	12	40	40	20	1	3	1
1_1BG3		1	0	1,2,3,5		1	0	60	-10	12	110	110	70	2	3	1
4_1BG1		1	0	4		1	0	15	-10	-15	70	70	40	2	3	1
4_1BG2		1	0	4		1	0	15	-10	-15	40	40	20	1	3	1
4_1BG3		1	0	4		1	0	15	-10	-15	110	110	70	2	3	1
6_1BG1		1	0	6		1	0	320	5	5	70	70	40	2	3	1
6_1BG2		1	0	6		1	0	320	5	5	40	40	20	1	3	1
6_1BG3		1	0	6		1	0	320	5	5	110	110	70	2	3	1
7_1BG1		1	0	7		1	0	45	5	-10	70	70	40	2	3	1
7_1BG2		1	0	7		1	0	45	5	-10	40	40	20	1	3	1
7_1BG3		1	0	7		1	0	45	5	-10	110	110	70	2	3	1
8_1BG1		1	0	8		1	0	10	10	0	70	70	40	2	3	1
8_1BG2		1	0	8		1	0	10	10	0	40	40	20	1	3	1
8_1BG3		1	0	8		1	0	10	10	0	110	110	70	2	3	1
1_2HG1		1	3,4	1,2,3,5		1	3	60	-10	12	70	70	40	2	3	1
1_2HG2		1	3,4	1,2,3,5		1	3	60	-10	12	40	40	20	1	3	1
1_2HG3		1	3,4	1,2,3,5		1	3	60	-10	12	110	110	70	2	3	1
4_2HG1		1	3,4	4		1	3	15	-10	-15	70	70	40	2	3	1

	合成物范围			块体范围				研究方位			研究距离			复合样本		
山口编号	蚀变域	地质域	品位域	构造域	蚀变域	地质域	等级域	走向(Z)	倾向(Y)	倾角(X)	长轴(m)	半长轴(m)	短轴(m)	最少样本(估算)	最多样本(估算)	混合样本(DH)
4-2HG2		2	3, 4	4		2	3	15	-10	-15	40	40	20	1	3	1
4-2HG3		2	3, 4	4		2	3	15	-10	-15	110	110	70		3	1
6-2HG1		2	3, 4	6		2	3	320	5	5	70	70	40		3	1
6-2HG2		2	3, 4	6		2	3	320	5	5	40	40	20	1	3	1
6-2HG3		2	3, 4	6		2	3	320	5	5	110	110	70		3	1
7-2HG1		2	3, 4	7		2	3	45	5	-10	70	70	40		3	1
7-2HG2		2	3, 4	7		2	3	45	5	-10	40	40	20	1	3	1
7-2HG3		2	3, 4	7		2	3	45	5	-10	110	110	70		3	1
8-2HG1		2	3, 4	8		2	3	10	10	0	70	70	40		3	1
8-2HG2		2	3, 4	8		2	3	10	10	0	40	40	20	1	3	1
8-2HG3		2	3, 4	8		2	3	10	10	0	110	110	70		3	1
1-2MG1		2	2, 3	1, 2, 3, 5		2	2	60	-10	12	70	70	40		3	1
1-2MG2		2	2, 3	1, 2, 3, 5		2	2	60	-10	12	40	40	20	1	3	1
1-2MG3		2	2, 3	1, 2, 3, 5		2	2	60	-10	12	110	110	70		3	1
4-2MG1		2	2, 3	4		2	2	15	-10	-15	70	70	40		3	1
4-MG2		2	2, 3	4		2	2	15	-10	-15	40	40	20	1	3	1
4-2MG3		2	2, 3	4		2	2	15	-10	-15	110	110	70		3	1
6-2MG1		2	2, 3	6		2	2	320	5	5	70	70	40		3	1
6-2MG2		2	2, 3	6		2	2	320	5	5	40	40	20	1	3	1
6-2MG3		2	2, 3	6		2	2	320	5	5	110	110	70		3	1
7-2MG1		2	2, 3	7		2	2	45	5	-10	70	70	40		3	1
7-2MG2		2	2, 3	7		2	2	45	5	-10	40	40	20	1	3	1
7-2MG3		2	2, 3	7		2	2	45	5	-10	110	110	70		3	1
8-2MG1		2	2, 3	8		2	2	10	10	0	70	70	40		3	1
8-2MG2		2	2, 3	8		2	2	10	10	0	40	40	20	1	3	1
8-2MG3		2	2, 3	8		2	2	10	10	0	110	110	70		3	1
1-2LG1		2	1	1, 2, 3, 5		2	1	60	-10	12	70	70	40		3	1
1-2LG2		2	1	1, 2, 3, 5		2	1	60	-10	12	40	40	20	1	3	1
1-2LG3		2	1	1, 2, 3, 5		2	1	60	-10	12	110	110	70	2	3	1

	合成物范围			块体范围				研究方位			研究距离			复合样本		
山口编号	蚀变域	地质域	品位域	构造域	蚀变域	地质域	等级域	走向(Z)	倾向(Y)	倾角(X)	长轴(m)	半长轴(m)	短轴(m)	最少样本(估算)	最多样本(估算)	混合样本(DH)
4-2LG1		2	1	4		2	1	15	-10	-15	70	70	40	2	3	1
4-2LG2		2	1	4		2	1	15	-10	-15	40	40	20	1	3	1
4-2LG3		2	1	4		2	1	15	-10	-15	110	110	70	2	3	1
6-2LG1		2	1	6		2	1	320	5	5	70	70	40	2	3	1
6-2LG2		2	1	6		2	1	320	5	5	40	40	20	1	3	1
6-2LG3		2	1	6		2	1	320	5	5	110	110	70	2	3	1
7-2LG1		2	1	7		2	1	45	5	-10	70	70	40	2	3	1
7-2LG2		2	1	7		2	1	45	5	-10	40	40	20	1	3	1
7-2LG3		2	1	7		2	1	45	5	-10	110	110	70	2	3	1
8-2LG1		2	1	8		2	1	10	10	0	70	70	40	2	3	1
8-2LG2		2	1	8		2	1	10	10	0	40	40	20	1	3	1
8-2LG3		2	1	8		2	1	10	10	0	110	110	70	2	3	1
1-2BG1		2	0	1, 2, 3, 5		2	0	60	-10	12	70	70	40	2	3	1
1-2BG2		2	0	1, 2, 3, 5		2	0	60	-10	12	40	40	20	1	3	1
1-2BG3		2	0	1, 2, 3, 5		2	0	60	-10	12	110	110	70	2	3	1
4-2BG1		2	0	4		2	0	15	-10	-15	70	70	40	2	3	1
4-2BG2		2	0	4		2	0	15	-10	-15	40	40	20	1	3	1
4-2BG3		2	0	4		2	0	15	-10	-15	110	110	70	2	3	1
6-2BG1		2	0	6		2	0	320	5	5	70	70	40	2	3	1
6-2BG2		2	0	6		2	0	320	5	5	40	40	20	1	3	1
6-2BG3		2	0	6		2	0	320	5	5	110	110	70	2	3	1
7-2BG1		2	0	7		2	0	45	5	-10	70	70	40	2	3	1
7-2BG2		2	0	7		2	0	45	5	-10	40	40	20	1	3	1
7-2BG3		2	0	7		2	0	45	5	-10	110	110	70	2	3	1
8-2BG1		2	0	8		2	0	10	10	0	70	70	40	2	3	1
8-2BG2		2	0	8		2	0	10	10	0	40	40	20	1	3	1
8-2BG3		2	0	8		2	0	10	10	0	110	110	70	2	3	1

最终资源量模型块体重划分

最终资源储量模型块体为 15 米(高)×10 米×10 米,由之前的 5 米×5 米×5 米块体重新划分。

重划分块体品位根据原始块体品位加权平均,地质及其他指标依据少数服从多数的原则。

整个过程,贝拉德罗研究出了复杂的多次内插计算方法,效果很好。RPA 公司认为贝拉德罗矿山资源储量估算方法是科学合理的。

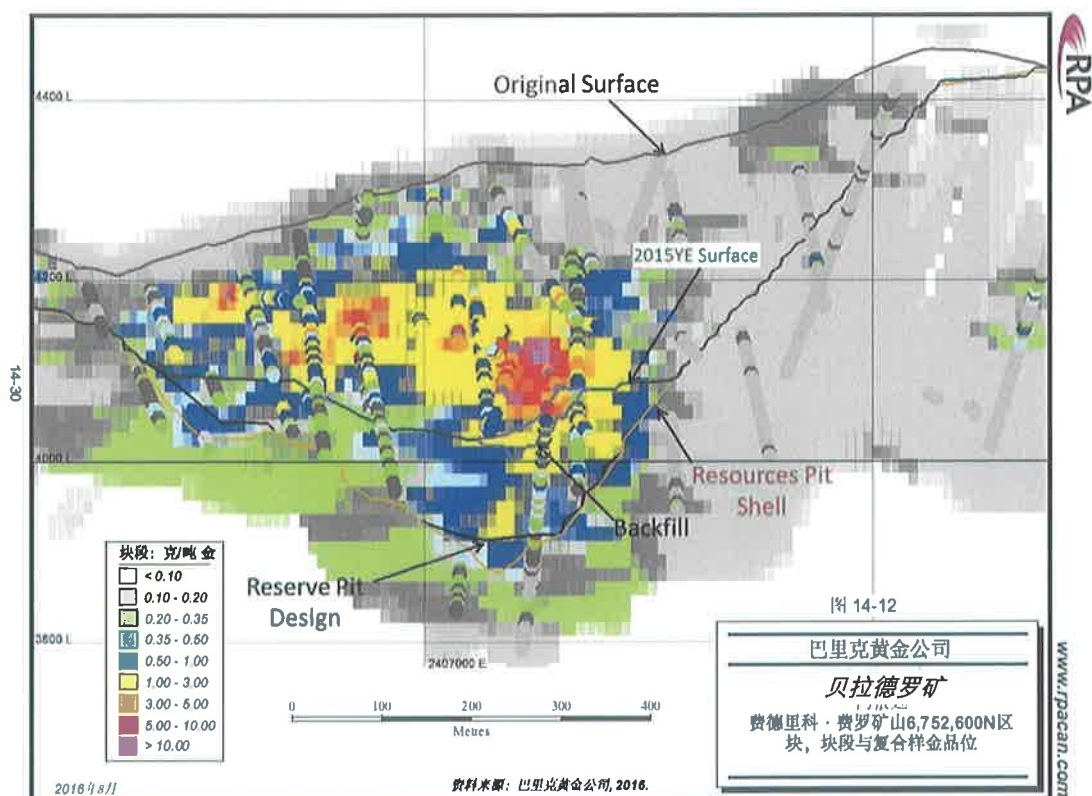
资源估算验证

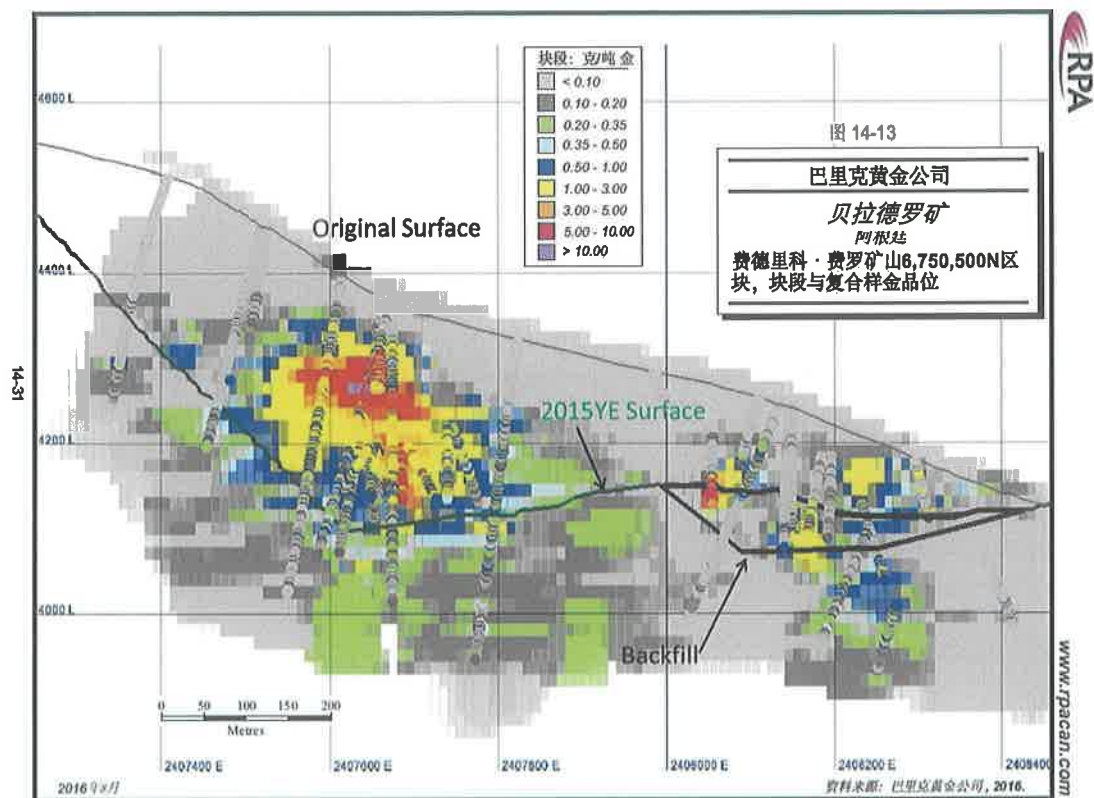
阿根廷黄金矿业有限公司运用五个独立的验证程序验证了资源块模式。蒙罗伊和雷斯(2015)

对其进行分析，分析结果及核对曲线如下：

1. 计算平面和剖面块体复合样本目测估值。
2. 通过矿体控制模型核对。
3. 根据复合样本品位统计数据、直方图和累积频率曲线对比不同块体。
4. 距离差倒数平方 (ID^2) 与最邻近条带图 (NN) 对比。
5. 2014 与 2015 年模型品位-资源重量曲线对比。

阿根廷黄金矿业有限公司和 RPA 公司通过平面和剖面上块体与复合样本品位值的详细对比发现，其在空间上的吻合较好（图 14-12 和 14-13）。





2015 年 12 个月资源储量模型与品位控制模型计算的数据进行对比表明, 总的矿石重量低估了约 19%, 金品位高估了约 8%, 金和银含量分别低估了约 9%和 21% (表 14-11)。

表 14-112015 年核对结果表
巴里克黄金公司 - 贝拉德罗矿

2015 年品位控制资源量						2015 年资源量模型				
月份	千吨	金 (克/吨)	金 (盎司)	银 (克/吨)	银 (千盎司)	千吨	金 (克/吨)	金 (盎司)	银 (克/吨)	银 (千盎司)
1	2,683	0.73	62,784	26.28	2,268	2,691	0.70	60,865	26.11	2,259
2	2,705	0.82	71,115	25.42	2,211	2,353	0.66	49,870	23.52	1,779
3	2,487	0.80	64,101	25.09	2,006	2,079	0.69	45,985	24.24	1,620
4	2,635	0.79	67,332	26.41	2,237	2,002	0.88	56,493	21.64	1,393
5	2,826	0.85	76,872	22.62	2,055	2,236	1.00	72,005	20.57	1,479
6	2,560	0.73	60,194	21.58	1,776	2,152	0.83	57,091	20.87	1,444
1-7	15,896	0.79	402,398	24.56	12,553	13,513	0.79	342,309	22.96	9,974
偏差百分比						118%	100%	118%	107%	126%
7	2,253	0.74	53,404	19.86	1,438	1,831	0.89	52,439	21.19	1,248
8	1,385	0.81	36,137	17.25	768	1,296	1.05	43,758	17.38	724
9	1,780	0.82	47,044	21.07	1,206	1,464	0.93	43,862	23.35	1,099
10	2,046	0.97	63,821	18.48	1,216	1,639	1.27	66,718	17.73	934
11	2,196	1.01	71,128	17.21	1,215	1,868	1.20	71,912	20.87	1,253
12	2,615	0.93	78,478	15.89	1,336	2,143	0.99	68,178	16.30	1,123
8-12	12,275	0.89	350,012	18.19	7,179	10,241	1.05	346,867	19.38	6,381
偏差百分比						120%	84%	101%	94%	113%
2015 合计	28,172	0.83	752,410	21.78	19,732	23,753	0.90	689,177	21.40	16,355
偏差百分比						119%	92%	109%	102%	121%

RPA 公司指出，与品位控制资源量相比资源模型计算得到的矿石重量明显较少，部分是由于品位控制不规则体局部间断的原因。巴里克黄金公司计划实施更多的核对程序，将资源模型、品位控制模型、金产量精确对比，用以帮助指导和支持资源建模程序将来的变化。如图 14-14 纵剖面图所示，贝拉德罗和阿玛贝尔金矿化主要位于海拔 4,000-4400 米之间。

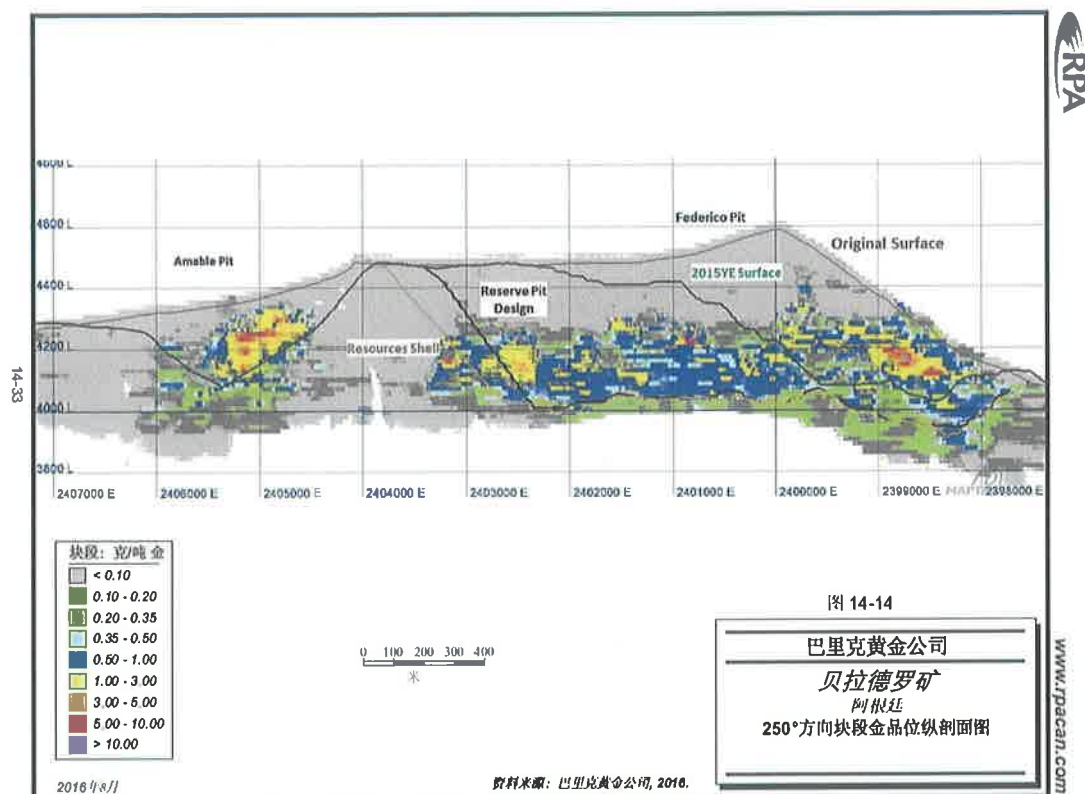


图 14-15 显示了不同标高邻近条带法 (NN) 和距离差倒数平方方法 (ID^2) 的峰值，显而易见，峰值表明资源主要集中在近于海拔 4,000-4,400 米标高范围内，邻近条带法 (绿线) 和距离差倒数平方方法 (红线) 块体平均品位相似，距离差倒数平方方法计算品位如预期所料比距离差倒数平方方法稍低，去除和保留复合样本距离差倒数平方方法计算块体品位差别很小。

资源量类型

根据 5 米复合体与 5×5×5 米块体中心距离及钻孔数量划分如下：

探明资源量

块体至少包含一个复合样本，块体金品位在 0.2 克/吨封闭范围内，不包括编码为崩积层，热液型和乳白色硅化部分。

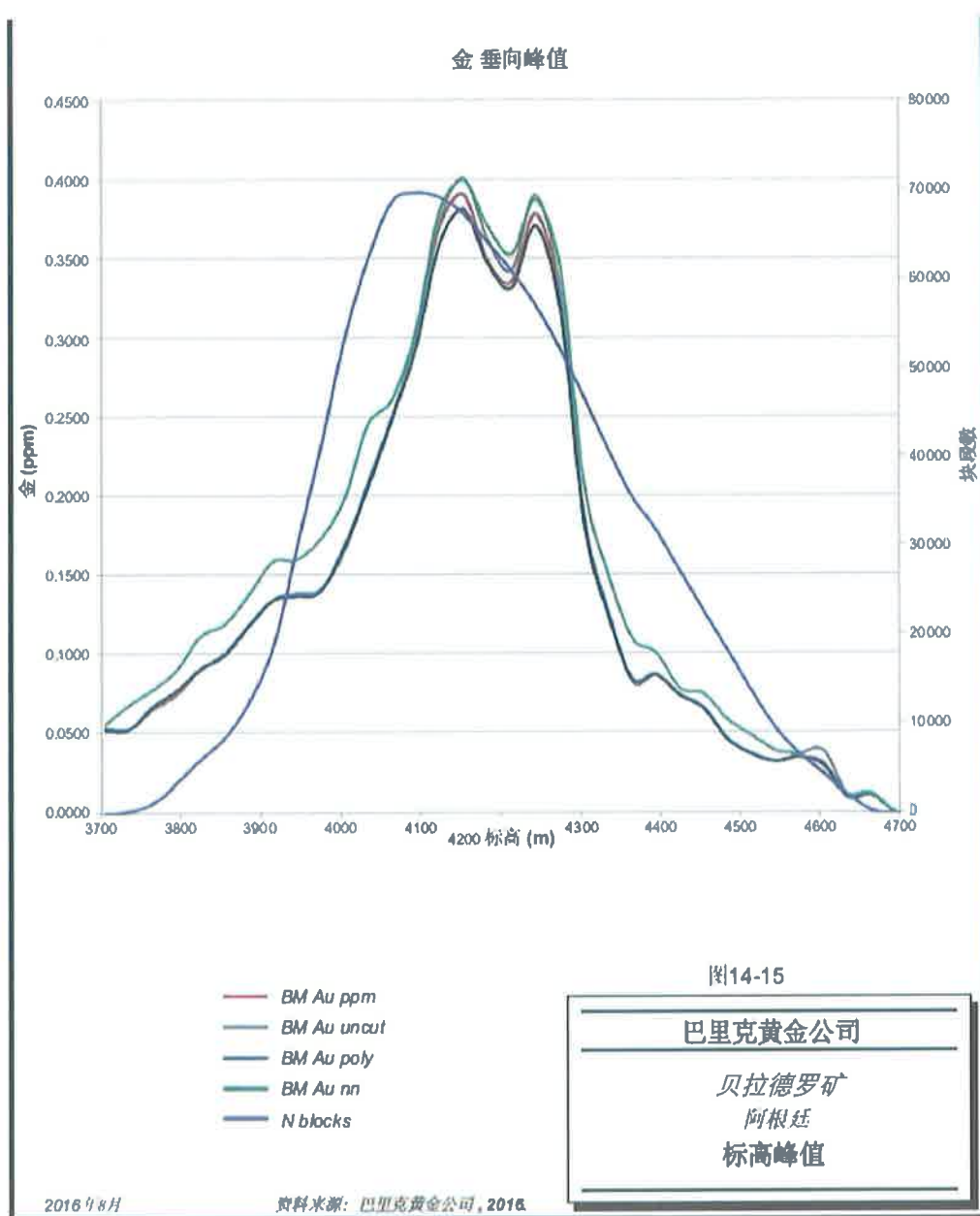
控制资源量

块体金品位 < 0.2 克/吨：距离一个块体最多 70 米，至少有两个钻孔的两个复合样本控制；或者距离一个块体最多 40 米，有一个钻孔的一个复合样本控制。

块体金品位 > 0.2 克/吨：距离一个块体最多 35 米，有一个钻孔的一个复合样本控制。

推断资源量

- 块体金品位 < 0.2 克/吨：距离一个块体 70 米至 110 米，至少有两个钻孔的两个复合样本控制。
- 块体金品位 > 0.2 克/吨：距离一个块体 35 米至 70 米，有一个钻孔的一个复合样本控制。
- 所有的崩积层：距离一个块体最多 25 米，至少有一个钻孔的一个复合样本控制。
- 所有热液型和乳白色硅化块体：距离一个块体最多 65 米，至少有一个钻孔的一个复合样本控制。

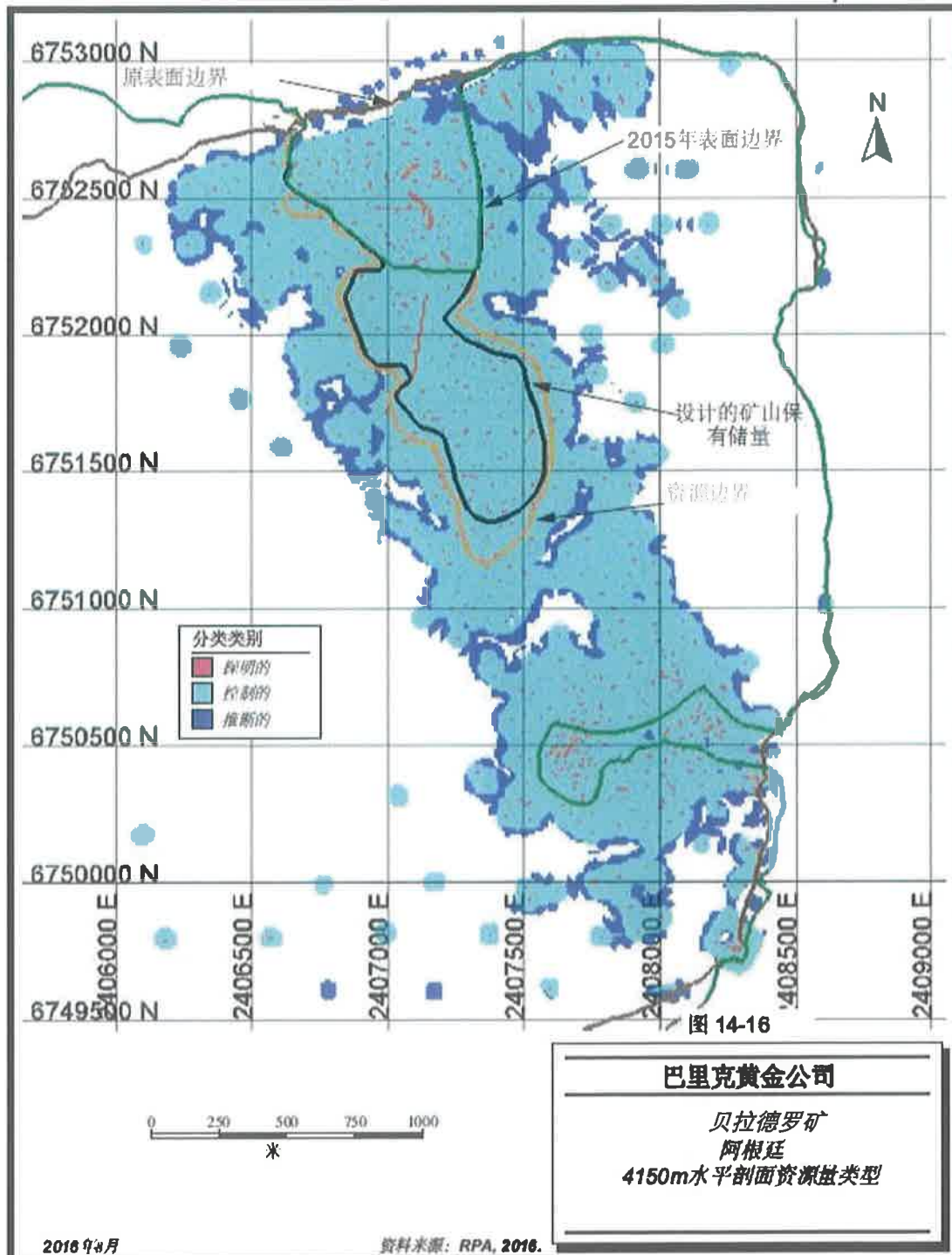


距离 70 米和 110 米分别相当于岩床全向相关图中样本差 80% 和 90%。全向相关图图 14-11 所示，所有使用 15 米金复合样本的距离大于费罗费德里科、阿玛贝尔以及两矿山结合部位金品位 > 0.1 克/吨样的距离。

RPA 公司建议阿根廷黄金矿业有限公司考虑将来资源量分类标准对两处地方进行修正。首先，推断的资源量类型应包含金品位指标 > 0.10 克/吨范围的所有块体。其次，推断的资源量类型应包括含有独立钻孔的块体。但是，这些修正不会对当前资源分类产生显著影响。

每个块体资源量类别的后期处理是为了减少独立块体封闭于不同资源类型块体中，使同类型资源量能够形成更多的连续区域。RPA 公司建议最好采用一个类型标准清理脚本。

RPA 公司认为推断的资源量标准比较保守，总体而言，分类标准略显保守。RPA 公司认为根据加拿大采矿、冶金和石油学会（2014 年）的规定该分类方式是科学合理可以运用的，4150 米水平剖面资源量分类模型见图 14-16。



15、矿产储量估算

第 14 章中所阐述的资源估计结果是使用行业标准的方法进行编制的，也是对该矿床所给出一项可接受的表示结果。RPA 公司审核了所申报的资源数据、资源修正系数、生产计划和现金流量分析结果，旨在确定矿产储量的估算是否符合加拿大采矿、冶金和石油学会有关矿产资源和矿产储量的定义标准。根据这一审核结果，RPA 公司认为贝拉德罗矿露天矿坑最终设计中的探明和控制矿产资源可以归类为证实的和可能的矿产储量。

该露天矿坑的探明+可能矿产储量估计约为 2.61 亿吨，含金 0.86 克/吨和含银 14.5 克/吨，相当于 720 万盎司的黄金和 1.22 亿盎司的白银，如表 15-1 所示。所有的露天矿储量均位于贝拉德罗矿的费罗费德里克矿坑内；阿根廷（Argenta）矿坑已经在 2015 年开采殆尽，阿玛贝尔矿坑也已在 2013 年采空。矿石堆场和堆浸场的库存储量如表 15-1 所示。矿产储量中所报告的堆场矿石一般为破碎矿石类型，通常位于破碎设施附近区域，它们是在矿坑无法直接给矿时，用来维持破碎设施的持续给矿功能的。

表 15-1 矿产储量（截至 2015 年 12 月 31 日）

巴里克黄金公司—贝拉德罗矿

分类	吨位	黄金 品位	白银 品位	所含黄金 金属量	所含白银 金属量
(百万吨)		(克/吨)	(克/吨)	(百万盎司)	(百万盎司)
证实储量：					
露天矿坑	9.1	0.92	14.9	0.27	4.4
矿石堆场	7.1	0.51	9.5	0.12	2.2
库存	8.5	0.86	-	0.24	-
可能储量：					
露天矿坑	252.1	0.85	14.5	6.92	117.3
露天矿坑合计	261.2	0.86	14.5	7.19	121.6
证实储量和可能储量	276.9	0.85	13.9	7.54	123.8

注：

1. 矿产储量遵循加拿大采矿、冶金和石油学会定义。
2. 截至 2015 年 12 月 31 日，使用 2016 年至 2020 年间预计的黄金价格每盎司 1,000 美元以及 2021 年之后预计的黄金价格每盎司 1,200 美元，并假定 2016 年至 2020 年间银价每盎司 15 美元，2021 年之后预计的黄金价格每盎司 16.5 美元，美元兑阿根廷比索的汇率 14.5，所估算出的矿产储量。
3. 矿产储量基于加工处理方法，以可变的边界品位进行估算，会对成本和回收率造成影响；每盎司 1,000 美元的黄金价格下，边界品位范围从约 0.25 克/吨金至 0.64 克/吨金，而每盎司 1,200 美元的黄金价格下，边界品位范围从约 0.21 克/吨金至 0.54 克/吨金。
4. 因数字四舍五入，数据加总可能不等于合计。
5. 库存储量仅包括黄金储量。

最终的矿坑设计是基于按照每盎司 1000 美元黄金价格所生成的概念性露天矿坑外层。最终矿坑的矿产储量申报结果，使用的估算参数是 2016 年至 2020 年间预计每盎司 1,000 美元黄金价格，以及 2021 年之后每盎司 1200 美元的黄金价格，并假定 2016 年至 2020 年间的银价

为每盎司 15 美元，2021 年之后为每盎司 16.50 美元，美元/阿根廷比索汇率为 14.5。根据岩石类型和加工处理方法，在前五年期间，按每盎司 1,000 美元的黄金价格时边界品位范围 0.25 克/吨金至 0.64 克/吨金（至 2020 年底），而在余下的矿山开采年限期间，按每盎司 1,200 美元的黄金价格时，边界品位范围 0.21 克/吨金到 0.54 克/吨金。由于前五年之后黄金价格上升，因此获得了额外约 7 万盎司的黄金储量。

2015 年底时，露天矿坑的矿产储量按照平均品位，较之 2014 年底增加了大约 1.04 亿吨。之所以增加主要是由于美元对阿根廷比索汇率走强（上涨至 14.5，而 2014 年底时汇率为 10.2），以及阿根廷取消出口税（以前为 4.76%）。RPA 公司指出，所增加的储量包含了 2011 年底储量估算结果中的储量，而这部分储量曾经在 2013 年底时由于黄金价格下跌、劳动力和耗材成本上升而降级至矿产资源量（上次技术报告公布日期为 2013 年底）。

RPA 公司目前认为并无任何采矿、冶金、基础设施、许可或其他相关因素可能对矿产储量估算结果产生重大的影响。

16、采矿方法

采矿作业概况

贝拉德罗矿是一座传统的露天矿，采用卡车和铲车进行作业，并建有堆浸设施；它自 2005 年以来一直在连续运转。图 16-1 显示的是贝拉德罗矿现场总体布局图。从历史上看，其产量来自两个区域，一个是贝拉德罗，为过去主要的生产区域，另外一个阿根廷塔，其位于贝拉德罗区域东南约六公里处。贝拉德罗区域主要由两个矿坑组成，即阿玛贝尔和费罗费德里克，阿根廷塔只有一个矿坑。目前的开采作业仅仅涉及贝拉德罗区域的费罗费德里克矿坑。

表 16-1 总结了 2015 年 12 月份迄今为止该露天矿的生产情况。迄今为止，贝拉德罗矿开采了约 2.71 吨矿石，其中含有 960 万盎司的黄金以及 1.34 亿盎司的白银，废石与矿石剥采比为 2.2。

表 16-1 贝拉德罗矿生产历史
巴里克黄金公司 – 贝拉德罗矿

年份	矿石开采量 (百万吨)	黄金品位 (克/吨)	白银品位 (克/吨)	黄金金属量 (百万盎司)	白银金属量 (百万盎司)	废石开采量 (百万吨)	开采量合计 (百万吨)	剥采比 (废石：矿石)
2005	4.5	0.75	18.4	0.11	2.7	53	58	11.9
2006	17.2	1.69	15.1	0.94	8.3	57	74	3.3
2007	23.1	0.82	5.7	0.61	4.2	46	69	2.0
2008	21.3	0.82	4.2	0.56	2.8	64	85	3.0
2009	29.3	1.17	11.2	1.10	10.6	61	91	2.1
2010	29.9	1.52	18.0	1.46	17.3	55	85	1.8
2011	31.4	1.30	25.7	1.32	26.0	59	90	1.9
2012	26.9	1.12	21.0	0.97	18.2	57	84	2.1
2013	28.6	0.94	13.5	0.86	12.4	50	79	1.8
2014	29.6	1.00	12.0	0.95	11.4	38	68	1.3
2015	29.4	0.81	21.3	0.77	20.1	54	83	1.8
合计	271.3	1.11	15.4	9.6	133.9	595	866	2.2

注：

1. 贝拉德罗矿生产包括贝拉德罗区域和阿根塔区域。
2. 开采的矿石接收地点包括破碎机，堆浸设施和矿石堆场。
3. 由于四舍五入缘故，数据加总结果可能无法吻合。

阿玛贝尔矿坑的矿产储量已经于 2013 年开采殆尽，未来没有重新在该矿坑开始采矿作业的计划（废石回填工作开始于 2014 年）。从阿玛贝尔矿坑开采的矿石总共约 7,300 万吨。阿根塔矿坑的矿产储量于 2015 年开采殆尽，总共开采了约 1,200 万吨矿石。截至 2015 年底，从费罗费德里克矿坑大约开采了 1.86 亿吨的矿石。

表 16-2 总结了截至 2015 年 12 月堆浸作业的生产历史。迄今为止，贝拉德罗矿已将约 2.62 亿吨的矿石，相当于 950 万盎司的黄金和 1.32 亿盎司的白银用于堆浸作业。开采矿石（表 16-1）与堆浸矿石（表 16-2）两者之差，就是堆场矿石和破碎输送作业中的矿石。

表 16-2 贝拉德罗矿堆浸生产历史
巴里克黄金公司 – 贝拉德罗矿

年份	矿石堆浸量(百万吨)	黄金品位(克/吨)	白银品位(克/吨)	黄金金属量(百万盎司)	白银金属量(百万盎司)	黄金回收量(百万盎司)	白银回收量(百万盎司)
2005	4.1	0.77	18.8	0.10	2.5	0.06	0.0
2006	13.7	2.03	17.9	0.89	7.9	0.51	0.6
2007	17.8	0.92	6.6	0.53	3.8	0.47	0.4
2008	21.2	0.85	4.5	0.58	3.1	0.54	0.5
2009	28.2	1.17	11.1	1.06	10.1	0.61	1.3
2010	30.7	1.50	17.7	1.48	17.4	1.12	2.1
2011	31.7	1.28	25.2	1.31	25.7	0.96	1.7
2012	27.7	1.10	20.5	0.98	18.3	0.77	2.4
2013	29.1	0.94	13.6	0.88	12.7	0.64	2.5
2014	29.5	1.00	11.6	0.95	11.0	0.72	1.4
2015	28.4	0.82	21.2	0.75	19.3	0.60	1.3
合计	262.1	1.13	15.6	9.5	131.7	7.0	14.2

注:

1. 贝拉德罗矿堆浸生产包括贝拉德罗区域和阿根塔区域
2. 堆浸矿石量包括破碎、原矿石和堆场矿石。
3. 由于四舍五入缘故，数据加总结果可能无法吻合。

RPA 公司指出，迄今为止堆浸作业的回收率分别大约为黄金 74%和白银 11%。

采矿方法

下面将介绍费罗费德里克矿坑的采矿方法及相关基础设施。

露天矿开采作业位于地形崎岖陡峭的山坡上，计划开采的区域主要位于海拔 3,900 米和 4,600 米之间。未来 9 年内，预计将开采约 6.02 亿吨的物料，露天开采作业将在 2024 年结束。在此期间，预测矿石产量约为每年 2,800 万吨至 3,200 万吨之间，而总的物料开采规模在每年 3,000 万吨至 8,600 万吨之间。最终的费罗费德里克矿坑沿着走向大约为两公里，通常有一公里宽，最大深度约 750 米。比较而言，已经采空的阿玛贝尔矿坑形状为圆形，直径约一公里，最大深度约 530 米。最终的阿根塔露天矿坑轮廓沿着走向约一公里长，通常宽半公里，最大深度大约 300 米。

贝拉德罗废石处理设施最终安排方案是，堆放持续开挖的地表废料，沿着轮廓，直到费罗费德里克矿坑的两侧，并回填已经采空的阿玛贝尔矿坑。阿玛贝尔矿坑的回填工作始于 2014 年 10 月。

选矿作业基于一处山谷堆浸设施，其给料为破碎矿石和原矿石两种，通过采矿自卸车最终运抵堆浸场。该山谷堆浸设施位于费罗费德里克以南约四公里处，然而，其通过道路从该矿坑，运达山谷堆浸设施接收地点的距离大约为 5.7 公里。

大部分剩余的矿产储量均安排进行破碎处理，然后再运抵山谷堆浸设施，因为这种方式通常会比将原矿石直接进行堆浸，能够获得更高的利润率。破碎设施位于最终矿坑边缘以东约 1.5 公里处。经过破碎后的矿石，由高架胶带输送机输送（运输工作目前由卡车完成）约 3.7 公里的距离，向南达到山谷堆浸设施，在这里要么直接装载到卡车上要么堆存。从胶带输送机卸料处到山谷堆浸设施接收点的运输距离大约为 0.7 公里。一旦到达山谷堆浸设施接收点，运输距离通常是一至三公里之间。原矿石是直接从矿坑运出，送达山谷堆浸设施并直接卸下。

矿山设计

矿山作业完全采用露天开采法，主要利用载重 218 吨具有刚性框架的自卸卡车以及各种柴油动力的液压挖掘机和前端装载机作为主要装载设备。自卸卡车也用来运输原矿石，直接运抵山谷堆浸设施，另外胶带输送机无法使用时，也使用自卸卡车运输经过碎矿后的矿石，然后从胶带输送机卸料点，运到山谷堆浸设施进行堆浸。也需要进行爆破作业，但是在开始开拓新的作业面时，地表偶尔也有松散物料。在产钻井作业使用的是大型柴油动力的爆破孔钻机。

矿产资源模型，参见第 14 章的描述，导自 Vulcan 软件，然后再导入 Q'pit 公司的 Q'pit 软件（Q'pit）。矿山模型利用 Q'pi 软件编制，然后根据不同的矿石类型，采用了不同的选矿回收率，最终计算出潜在的矿块收入，并根据蚀变类型，确定边坡区域。矿山模型用 Q'pit 软件导出后，再导入 Dassault Systèmes Geovia 公司的 Whittle 4.X 软件（Whittle），使用 Lerchs-Grossmann 算法，对露天矿坑进行优化。矿坑外形，由 Whittle 软件生成之后，导入 Q'pit 软件，用来进行矿山设计、矿山开采年限期间的生产调度安排以及矿产资源和储量报告。

表 16-3 给出了 Whittle 软件进行矿山模型开发并对露天矿坑进行优化时的操作参数

表 16-3 矿山优化参数
巴里克黄金公司—贝拉德罗矿

输入参数	单位	数值
收入因素：		
金价	美元/盎司	1,000
银价	美元/盎司	15.00
黄金支付系数	%	100
白银支付系数	%	100
汇率	比索:美元	14.5
销售成本：		
精炼及其他	美元/盎司	3.38
权利金	%	3.75
出口税	%	0.00
矿坑边坡（坡道之间），按照岩石类型：		
PPW（爆破岩石）	度	37

热液岩石	度	35
崩积物	度	30
明矾石硅层	度	45
硅化 FF	度	50
明矾石硅层应力层	度	42
采矿参数:		
采矿参考成本	美元/吨开采量	3.60
采收率	%	100
采矿贫化率	%	0
选矿参数 (费罗费德里克 1 类矿石)		
黄金回收率, 破碎矿石	%	0.3>=克/吨金;=60.0
	%	0.3<=克/吨金<0.5; =38.4*克/吨金+55
	%	0.5<=克/吨金<1.6; =2.4*克/吨金+77
	%	1.6<=克/吨金<2.0; =10.0*克/吨金+65
	%	2.0<=克/吨金<3.0; =2.0*克/吨金+81
	%	3.0<=克/吨金;=87.0
黄金回收率, 原矿石	%	60.0
白银回收率, 破碎矿石	%	6.5
白银回收率, 原矿石	%	0.0
选矿成本	美元/吨破碎矿石	4.23
选矿成本	美元/吨原矿石	2.13
堆浸扩建	美元/吨处理量	0.92
一般行政管理费用	美元/吨处理量	2.36
经营假设:		
破碎处理量	吨/天	83,000
平均密度	t/m ³	2.47
矿山开采期间黄金回收率	%	76.0
边界金品位, 费罗费德里克一类矿	克/吨	0.25

Whittle 软件优化工作是根据黄金价格 1,000 美元/盎司的基本情形进行的。优化期间, 审查了一系列黄金价格水平, 以测试矿坑在较低的黄金价格和较高的黄金价格下的敏感度, 并帮助确定矿坑开采计划。最后, 对于最终矿坑设计, 选择了在 1,000 美元/盎司黄金价格水平的具有最优现金回报的矿坑设计。采矿参考成本是按照矿山开采年限期间详细经营成本估计, 对所有开采吨位的平均值。除了开采参考成本外, 也考虑了矿山维持成本 (主要是大修和/或更换费用) 和增加的运输费用。在 Whittle 优化工作中, 没有对采收率或者贫化率进行假设, 原因是对于一系列的因素综合考虑之后, 上述的指标已经在资源模型中有所反映, 这一系列因素包括矿块大小的选择 (10 米×10 米×15 米高), 成矿带横向和纵向要有好的连续性, 围绕上述边界品位矿化区的边缘矿化区周围呈现渐变状态。对采矿系数因素进行验证时, 将资源模型和矿石控制模型以及调度报告的以往情况, 进行了合理的比对。

对于选矿作业, 确定了两种矿石类型: 1 类和 2 类; 超过 95% 的剩余储量确定为 1 类矿石。每种矿石类型均可以按照原矿石处理, 不进行破碎或粉碎 (破碎)。将黄金和白银回收率根据矿块特性, 应用于个体矿块。对于原矿石方式和破碎方式的收入均进行计算, 并且通常选择具有最高利润率的方式, 除非破碎机具备破碎能力。如果破碎机还具备破碎能力, 并且仍然有利可图, 那么矿石优先采用破碎系统进行处理, 以便得用堆浸动力学, 获得更高的回收率。

堆浸扩建成本适用于原矿石和粉碎矿石两种, 但是一般行政管理成本仅仅适用于破碎方式, 原因是破碎方式有其固定的年处理能力, 而原矿石方式每年是可变的。

破碎处理量为位于费罗费德里克矿坑正东的永久性破碎站两台破碎机的设计处理能力。矿山开采年限期间 76% 的平均黄金回收率适用于所有申报矿产储量。

用于申报矿产储量的边界品位 (COG) 计算时, 采用了下列公式:

$$\text{COG} = \text{RAu} * \text{SPAu} / 31.1035 * (1 - \text{ET}) - (\text{Cp} + \text{Hle} + \text{IMc} + \text{Cga} + \text{Ccp}) - ((\text{RAu} * \text{SPAu}) / 31.1035 * \text{RT})$$

这里，COG =坑内（坑内盈亏平衡）的当量金边界品位

Cp	=选矿成本
Hle	=堆浸扩建成本
IMc	=增加的维持性采矿成本
Cga	=一般行政管理费用
Ccp	=矿山关闭计划的费用
RAu	=回收的黄金品位
SPAu	=扣除每盎司成本、费用和应付费用之后的黄金销售价格
TR	=金属加工和精炼费用（TC/RC）以及运输费用
ET	=出口税
RT	=权利金，阿根廷圣胡安省矿业勘探开采局

白银，虽然包括在矿山规划回收中，但是由于其提取回收率较低而显得微不足道，而且对于最终矿坑的界限没有显著的影响。

表 16-4 详细给出了按照不同矿石类型和加工方法确定的坑内边界品位。有关矿产资源和储量的边界品位估算的细节在 Romeu 报告（2015）中都有记录。

表 16-4 坑内边界品位，矿产储量
巴里克黄金公司- 贝拉德罗矿

矿石类型	原矿石边界品位（克/吨金）	破碎方法盈利边界品位（克/吨金）
1,000 美元/盎司黄金价格：		
费罗费德里克 1 类矿石	0.25	0.56
费罗费德里克 2 类矿石	0.62	0.64
1,000 美元/盎司黄金价格：		
费罗费德里克 1 类矿石	0.21	0.50
费罗费德里克 2 类矿石	0.52	0.54

表 16-4 中公布的破碎方式盈利边界品位指的是，对破碎矿石进行堆浸比起对原矿石进行堆浸更加有利可图的品位。

除了用于生产调度作业的矿产储量边界品位外，边界品位还用于日常作业（作业边界品位），因为必须对边界品位进行必要的更新，以反映当前的黄金价格市场。作业边界品位使用相同的边界品位公式进行计算，但是，黄金价格是基于三个月的往绩平均价格。在现场考察时，就采用了 1,181 美元/盎司的黄金价格。介于矿产储量边界品位和作业边界品位的矿化物料，运抵山谷堆浸设施或长期堆存，有可能在常规开采作业结束时进行加工处理，这取决于当时的市场条件。这种物料不作为储量进行申报。

最终矿坑设计基于按照每盎司 1,000 美元的黄金价格，使用 Whittle 软件生成的、具有最佳现金回报的矿坑外形。其他的矿坑外形用来作为指导设计矿坑阶段，生成最终矿坑，以便最大限度地提高项目的净现值，同时保持实际的矿山序列和生产计划。矿坑设计、长期生产计划、储量申报工作均用 Q'pit 软件完成。矿坑中间台阶也由 Q'pit 软件经过数字化处理，并符合 Whittle 矿坑外形轮廓和坑壁坡度限制，包括运输坡道。由于露天矿坑位于山体侧边坡上，运输坡道多数采用坑采废石作为填充材料。

RPA 公司认为，最终矿坑设计遵循了 Whittle 最佳矿坑外形，而且必要时可对运输坡道进行调整。在大多数情况下，矿坑设计中均存在超过 100 米的回推距离，允许有足够的空间，进行大规模的作业。图 16-2 给出了该矿坑不同阶段的平面图和截面图。

短期矿山规划和详细的矿坑设计均用内置矿石控制模型的 MineSight 软件完成。详细的矿山设计参数表如 16-5 所示。坑壁边坡根据不同的地质区域变化（实际上遵循蚀变模型），同时采纳了 Golder Associates 公司（以下简称 Golder 公司）提供的建议，这一点本章后面将具体讨论。

表 16-5 矿山设计参数
巴里克黄金公司 - 贝拉德罗矿

参数名称	单位	数值
运输道路的宽度	米	32
道路坡度，最大	%	10
开采阶段高度	米	15
安全坡台宽度	米	7.1 至 19.6
台阶坡面角	度	67 至 70
斜坡坡角	度	30 至 50

32 米的运输道路宽度包括单肩坡台和集水沟在内。

RPA 公司对该矿坑设计进行审查之后，认为它遵循了良好的工程实践做法。所有阶段的设计均有足够的空间，操作方便，对道路和坡道均已划定。

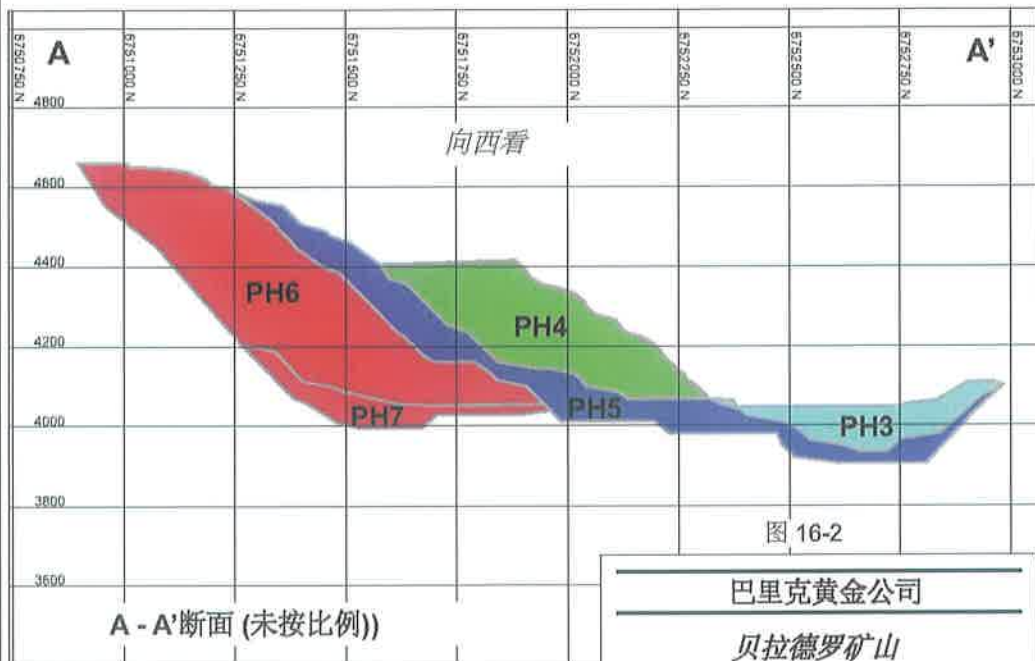
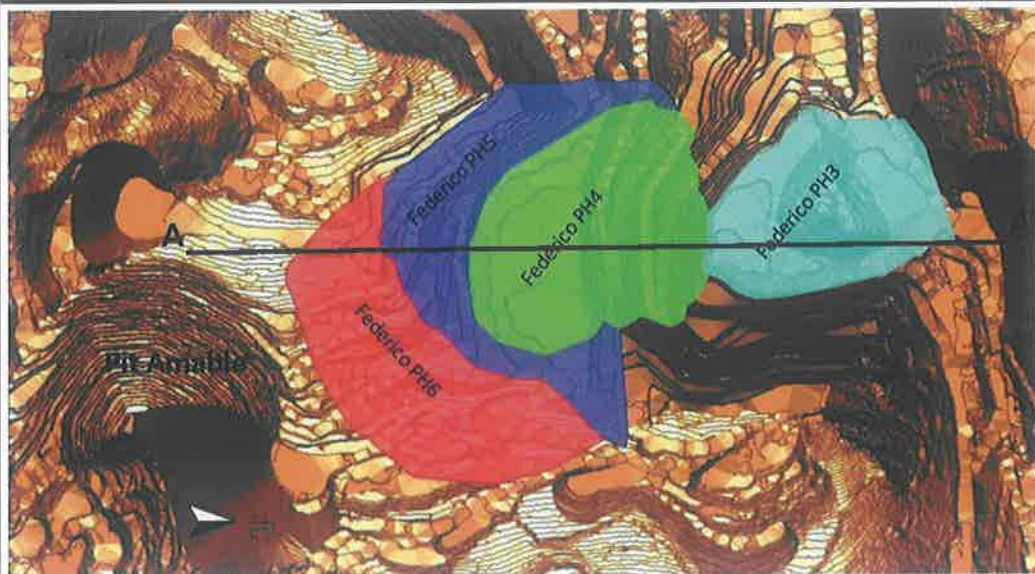


图 16-2

巴里克黄金公司
贝拉德罗矿山
阿根廷
费罗费德里克矿坑开拓阶段

2016年8月

资料来源：巴里克黄金公司, 2016.

地面条件/边坡稳定性

用来研究贝拉德罗矿边坡设计参数的岩土分析已由 Golder 公司完成。Golder 公司对于以往最终矿坑的边坡设计进行了评估，并使用最近在各个地质区域开采工作（2002，2007，2007，2011）所获得的新的地质、岩土、结构资料，进行了更新。除了矿坑边坡外，Golder 还对废石处理设施、山谷堆浸设施和土建基础设施，如破碎设备和高架胶带输送系统的地面条件进行了评估和审查。

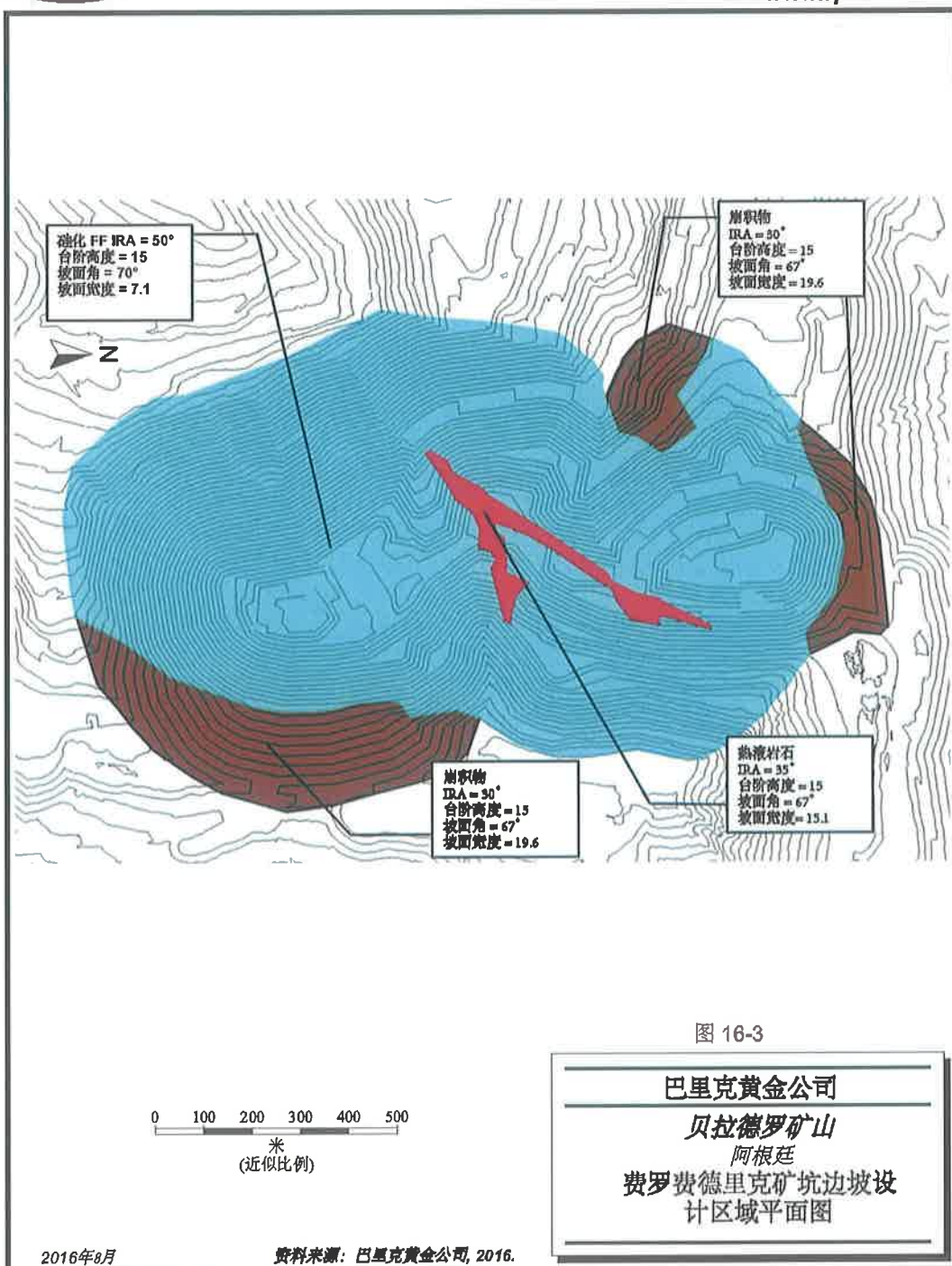
表 16-6 总结了贝拉德罗当前的边坡设计建议，列出了坡道之间斜坡角（IRA）、台阶坡面角（BFA）、拦阻台阶宽度（CBW）等数据。斜坡区域根据岩石蚀变类型确定。图 16-3 所示为费罗费德里克矿坑边坡区域规划的平面图。

表 16-6 GOLDER 边坡设计建议汇总
巴里克黄金公司 – 贝拉德罗矿

岩石蚀变类型	坡道之间斜坡角（度）	台阶坡面角（度）	拦阻台阶宽度（米）
PPW（爆破岩石）	37	37	0
热液岩石	35	67	15.1
崩积物	30	67	19.6
明矾石硅岩	45	70	9.5
硅化 FF	50	70	7.1
明矾石硅应力岩	42	70	11.2

费罗费德里克的最终矿坑边坡所达到的坑壁高达约 650 米，坡道之间斜坡角高达 50°。RPA 公司认为 Golder 公司所完成的工作范围适当，矿坑设计也基于合理的工程分析和假设。

先进的自动和手动数据采集设备系统已安装在贝拉德罗，用来监测矿坑坑壁的活动。此外，棱镜、引伸计、压力计及其他设备也已经安装，也均用来监测矿坑坑壁、山谷堆浸设施和废石处理设施的边坡稳定性。这些监测结果由 Golder 审查之后，形成新的建议，用来指导设计。



矿坑边坡变陡计划

贝拉德罗目前正在审查在各个边坡区域，提高最终矿坑坑壁坡道之间斜坡角的可能性，最重要的是计划使硅化蚀变区域的坡道之间斜坡角从 50° 提高到 54°。坡道之间斜坡角提高，边坡变陡的主要好处是，大大减少矿山开采年限期间的废石开采量，其次是小幅增加矿石的开采量。图 16-3 在平面图上汇总了当前边坡设计区域的表面陡峭程度。

除了审查现有的费罗费德里克矿坑坑壁的以往表现结果，还完成了新的研究，且正在不断证明增大坑壁坡道之间斜坡角的可行性。2014 年底，内部完成了矿坑边坡分析研究，这项研究证实了该计划的良好效果。然后，2015 年初，独立顾问公司 SRK 咨询阿根廷公司（SRK）又开展了更为详细的审查和分析。SRK 的研究结果也很有前途，包括建议持续进行分析，开展现场研究，更新蚀变结构模型，进而完成更高级别的调查工作，以便增大边坡的陡度。RPA 公司也赞同这些建议，并指出，可能需要进行额外的岩土钻探工作。

开采因素

为了获得更大的坡道之间斜坡角，对当前台阶的设计可能不得不修改（即修改阶段高度和/或变成双台阶，增大台阶坡面角和拦阻台阶宽度），并改变钻爆实际做法（即预裂钻孔和爆破，也可能需要修整或缓冲，采用排状爆破）。

贝拉德罗已经开始评估增大坑壁陡度的可行性，并考虑实行双台阶，加宽拦阻台阶宽度。此外，贝拉德罗已在费罗费德里克 3 期矿坑坑壁的较低海拔高度进行预裂钻孔和爆破配置等现场试验。RPA 公司指出，贝拉德罗曾经在邻近的阿玛贝尔矿坑的最终台阶上成功预裂最终坑壁以及采用双台阶。

生产计划

只有具有探明或控制资源分类的矿产资源，才可以转换为证实储量或可能储量，才能用于生产计划。矿山设计中所制定的矿山生产计划是，破碎能力达到每天 83,000 吨（每年 3,000 万吨）并在矿山开采年限期间，每天最多额外增加 10,000 吨。计划未来四年内，每年开采约 8,500 万吨矿岩（矿石加废石），然后到开采作业的最后一年 2024 年，总开采量下降至大约 3,000 万吨水平。RPA 公司的意见是，采矿车队有足够的装运能力实现生产目标。

废石

在矿山开采期间的生产计划中，确定了两个主要废石处理设施：北部废石处理设施（N-WRF）和南部废石处理设施（S-WRF）。图 16-4 是贝拉德罗区域最终废石处理设施设计的等距视图。北部废石处理设施位于费罗费德里克矿坑以西，坐落于海拔 4000 米至 4700 米之间的山侧边坡上。南部废石处理设施位于费罗费德里克矿坑以南，靠近东西狭长的山谷堆浸设施的北部。南部废石处理设施包括对阿玛贝尔矿坑的回填任务在内，位于海拔 4100 米至 4600 米之间。

阿玛贝尔矿坑的回填工作从 4385 米的坝顶高程开始，当前斜坡面高度在 250 米和 335 米之间。阿玛贝尔矿坑回填的坡脚已经趋于稳定，可以支撑矿坑边坡和废石。费罗费德里克台阶的废料计划用于回填阿玛贝尔矿坑，具体计划如下：

- 阶段 4 – 4310 米高程台阶及以上高度
- 阶段 5 – 4310 米高程台阶及以上高度
- 阶段 6 – 4220 米高程台阶及以上高度

这些台阶下面以及阶段 7 的废石位于费罗费德里克的北端，将运往已经设立的侧面边坡废石处理设施。侧面边坡废石处理设施设计多个高度，封闭前斜坡面从坡脚至顶部的高度小于 200 米，但是北部废石处理设施属于单独区域，封闭前斜坡面的高度约 350 米

北部废石处理设施和南部废石处理设施余下的容量总计超过 3.25 亿立方米，而在矿山开采年限期间的生产计划中有不超过 2 亿立方米的废石（假设 30% 膨胀率）。

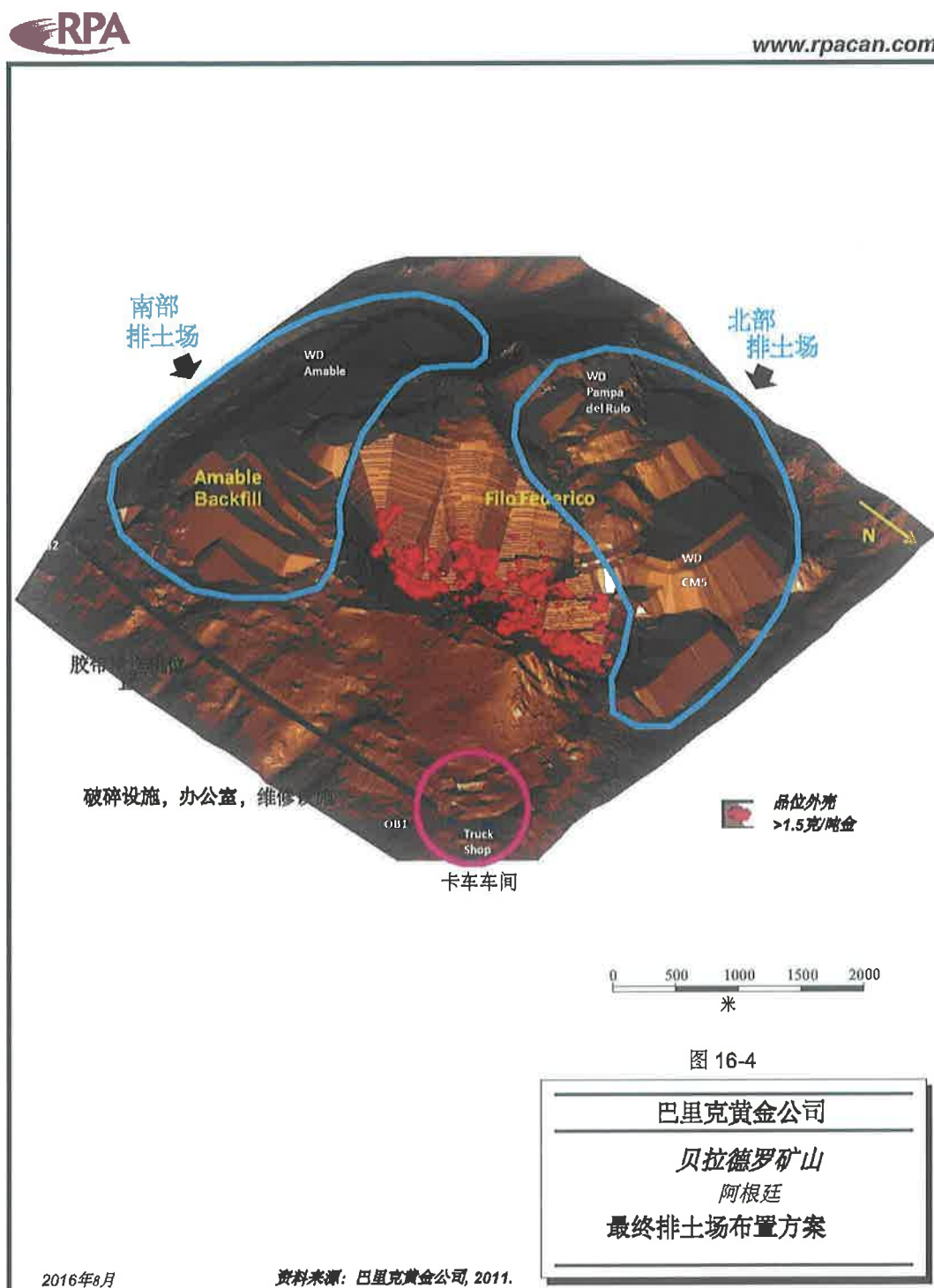
废石处理设施内的隔离物料为低品位金矿石（介于矿山储量边界品位和物料边界品位之间），如果市场条件允许，有利可图，可以在生产计划结束时回收和加工。

Golder 公司已经在 2002 年编制了一份综合性的废石处理设施地质技术报告。

除了废石处理设施外，在山体边坡上还有许多填挖道路，作为矿坑至废石处理设施、工艺设施和其他现

场基础设施提供通行的道路。

目前矿山计划中没有需要在露天矿坑作业期间或之后，进行特殊处理或容纳的废石。



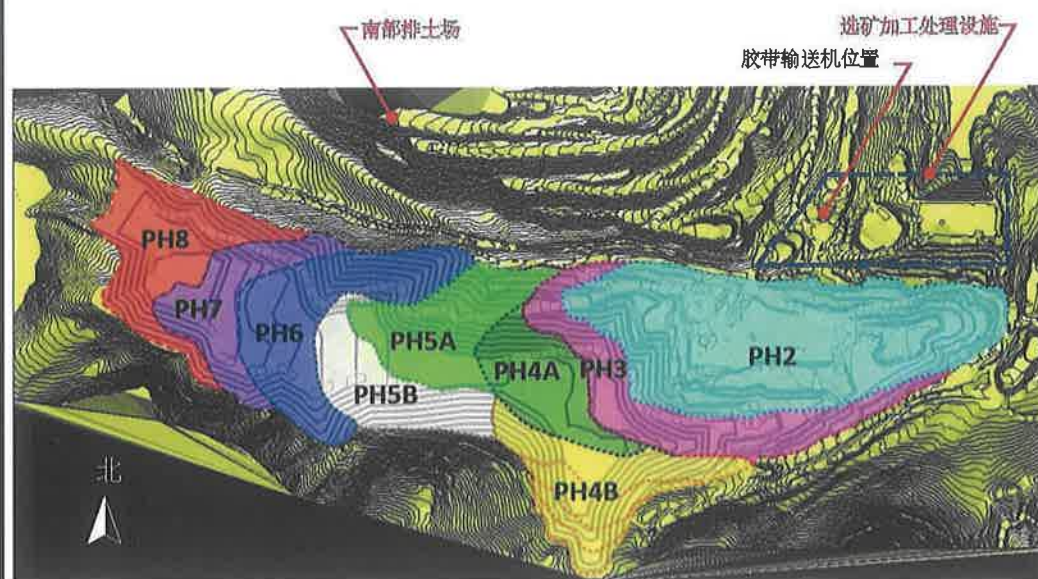
山谷堆浸设施

一处山谷堆浸设施位于阿玛贝尔矿坑和南部废石处理设施的南侧。最后提出的山谷堆浸设施设计东西长度约五公里，由南到北大约一公里，占地面积约 270 公顷。位于海拔 4000 米和 4300 米之间的范围内，作业台阶最大海拔高程约 4375 米。山谷堆浸设施内部最大垂直高度限定为原始垫层之上 150 米，通常堆积高度 13 米。

在矿山开采年期间的生产计划中，证实和可能储量包括堆场储量在内，但不含堆浸库存储量，其总量约 2.68 亿吨。2015 年底，估计有 2.62 亿吨的矿石堆放在山谷堆浸设施内，而其第 1-5 期工程的设计能力为 4.00 亿吨。

该矿山已获得了所有必要的物料许可证，以便运营山谷堆浸设施，直到 5B 工程阶段。在矿山开采期间计划中，设想的未来山谷堆浸设施各期工程均将位于一个容量高达 7 亿吨的区域内，先前矿山已经报告环保部门，还需要申请额外许可证。2015 年 1 月，贝拉德罗矿向环保部门提交了第 6 期至第 9 期的山谷堆浸设施初步工程设计。此初步设计目前正在审查，以优化目前矿产储量相对应的容量规模。审查结果是，最终提出的山谷堆浸设施设计需要剔除第 9 期工程。最后提出的山谷堆浸设施布局图如 16-5 所示。贝拉德罗矿预计山谷堆浸设施的设计将在 2017 年获得地方当局批准。

2007 年，曾经由 Vector 阿根廷公司编制过一份综合性的山谷堆浸设施地质技术报告。



工程阶段	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
PH1 & 2	完成								
PH2C	完成								
PH3									
PH4A									
PH5A									
PH4B									
PH5B									
PH6									
PH7									
PH8									



图 16-5

巴里克黄金公司
贝拉德罗矿山
阿根廷
最终提出的VLF安排
方案

2016年8月

资料来源：巴里克黄金公司, 2016.

采矿设备

贝拉德罗矿是典型的卡车和电铲作业露天矿，所有主要生产设备均配备有 GPS 调度系统。在生产计划方面，设备功率因高海拔而下降。

主要运输卡车为 42 台卡特彼勒 793 卡车，额定 218 吨的有效载荷。卡车车队的最大年运输能力超过 1 亿吨，足以满足未来四年每年最多约 8,500 万吨的物料运输。

装载作业使用的是各种柴油机动力设备，目前的主要生产设备计划如下：

- 三台利勃海尔 996 型正铲，铲斗容量 36 立方米；
- 两台小松 PC 5500 型正铲，铲斗容量 29 立方米；
- 四台卡特彼勒 994 型前端装载机，铲斗容量 19 立方米。

柴油动力生产牙轮钻机目前配备情况是：

- 五台德泰克（Drilltech）D90k 型；
- 两台英格索兰德 DMM2 型；
- 两台阿特拉斯科普柯 PV271 型。

所有的钻机都配备了 260 毫米钻头。德泰克和阿特拉斯科普柯钻机能够在达到单程 15 米钻探的阶段高度后再往下钻一米，而英格索兰德钻头需要增加钻杆才能达到要求深度。总的钻探生产能力约为 9,000 万吨 / 年，足以满足未来四年每年最大约 8,500 吨的物料挖掘作业。生产钻机也用于墙壁控制爆破方面的钻孔，以及许多较小的导轨钻孔作业。

在爆破方面，采用乳化炸药和铵油炸药相结合，装入每个钻孔。通常，柱底 25%-35% 装有乳化炸药，顶部装入铵油炸药。矿坑通常比较干燥（作业中没有矿坑排水井，地表水也有限），因此，使用乳化炸药的目的是增加爆破力量。矿山开采期间的单位炸药消耗量平均为 0.42 公斤/吨，炸药消耗量上升的目的是为选矿厂准备矿石，并减少破碎工作。

对矿山移动设备的生产率进行了审查，包括可用性和利用率，以研究采矿生产率和成本是否适当。RPA 公司认为生产设备生产力比较合理。目前矿山设备以及主要辅助设备的情况如表 16-7 所示。

表 16-7 矿山设备表
巴里克黄金公司- 贝拉德罗矿

设备名称及型号	制造厂家	数量
运输卡车, 793	卡特彼勒	42
运输卡车, 777	卡特彼勒	3
正铲, 996	利勃海尔	3
正铲, PC5500	小松	2
前轮装载机, 994	卡特彼勒	4
钻机, D90k	德泰克	5
钻机, DMM2	英格索尔兰德	2
钻机, PV271	阿特拉斯	2
履带式推土机, D10	卡特彼勒	4
自动平地机, 16H	卡特彼勒	5
挖沟机, PC2000	小松	1
挖沟机, 385	卡特彼勒	1
挖沟机, 345	卡特彼勒	1
前轮装载机, WD854	小松	3
前轮装载机, 988	卡特彼勒	1
水车, 777	卡特彼勒	3
钻机, Pantera1500	山特维克	1
履带钻机	DrtRock	4

人力

贝拉德罗矿每天 24 小时运行，每年安排 365 天工作。对于大多数工作岗位，均有四个工作人员，有两个随时在现场，每天 12 小时轮班，14 天工作，14 天休息。

采矿作业人力配备基于每个作业岗位约四个操作人员。2016 年，采矿作业、维护人员，包括选矿维护和技术服务的人员预算约 1,400 名。RPA 公司认为对人力的估计合理。

矿山基础设施

贝拉德罗矿拥有所有必要的基础设施，可以在高海拔的偏远地区开展大型露天矿作业。采矿相关的基础设施包括一个卡车车间、卡车清洗设施、仓库、燃料储存和分配设施、炸药存储和炸药库场地、配电设施和变电站，可以支持建设项目和矿山运营。

17、选矿方法

黄金回收自贝拉德罗矿的矿石，使用的工艺方法是原矿石和碎矿石氰化堆浸以及美林克洛锌粉胶结黄金回收厂。较低品位矿石，即将超过边界品位的矿石作为原矿石，将低于边界品位的矿石作为破碎矿石，这些较低品位矿石经过开采之后，用自卸卡车运到山谷堆浸设施，并与破碎矿石进行混合（在过去，原矿石堆放在单独的区域，与经过破碎的矿石隔开）。最终通过卡车将原矿石和破碎矿石运到堆浸场，然后使用履带式推土机摊开。

破碎车间

破碎作业的简化工艺流程图如 17-1 所示。

超过边界黄金品位、需要进行破碎的矿石，使用卡车从矿山或堆场运来，经过两级破碎作业之后，获得 80% 的 38 微米至 40 微米（P80）大小的粒度。

破碎车间的处理能力约为每个工作日 85,000 吨。该车间的设计处理能力限制为每天 10 万吨，即有可能通过最佳的操作和机械利用率所达到的处理水平。

运输卡车直接将矿石送入规格为 1,270 毫米 X 1,650 毫米旋回式破碎机粗碎作业。经过一级破碎后，1 号线的产品排入缓冲漏斗内，通过一台板式给矿机和一台胶带输送机转运至一座有效容量为 2,000 吨的矿石堆场。2 号线经过粗碎的矿石进入缓冲漏斗之后，再给入胶带输送机。胶带输送机再将矿石直接运到二级破碎机的缓冲仓，或者转入具有缓冲功能的矿石堆场。

从矿石堆场出来的粗碎矿石，通过皮带输送机运至分配漏斗，给入两台平行布置的粗粒筛。筛上产品送入两台 MP800 的标准圆锥破碎机，然后将石灰添加到筛下产品与破碎机产品的混合产品中。2 号线流程与 1 号线类似，区别是 2 号线只有一台粗粒筛子和一台圆锥破碎机。二级破碎机为开路作业，因此破碎产品和粗粒筛的筛下产品，一起送入破碎矿石仓。破碎矿石仓有一个转运溜槽，可以直接将矿石送入 3.7 公里长的高架胶带输送机上或运输卡车上；高架胶带输送机是运输的首选方法，因为其单位成本较低，并允许提高矿山现场的生产力。在高架胶带输送带的另外一端，有一处卡车装车仓，毗邻堆浸场附近的选矿厂。运输卡车最终将原矿石和破碎矿石运抵堆浸场，由履带式推土机摊开。高架胶带输送机自 2015 年 2 月以来已经停止使用，原因是维护和机械问题过多。因此，经过破碎的矿石目前由 11 辆卡车从破碎车间，运抵山谷堆浸设施，运输距离约 4.2 公里。

山谷堆浸设施

在山谷堆浸设施，矿石的堆放高度为 13 米。滴灌设备埋深约 60 厘米至 65 厘米，以便最大限度地分配堆浸药剂，并尽量减少冻结和蒸发。堆浸场的最大高度限制为，从原始垫层开始向上总体堆高不超过 150 米。

堆浸场目前正分期持续向东扩建。2015 年，垫层在 4B 阶段铺设。

山谷堆浸设施的占地面积约 23 万平方米到 26 万平方米，目前正在按照给定的时间，采用滴灌设备，使用稀氰化堆浸液进行堆浸。溶液泵送系统的标称容量为 2,900 立方米/小时。贵液通过大坝在堆浸垫底部区域进行汇集，然后抽到美林克洛黄金回收厂。

美林克洛黄金回收厂

美林克洛（Merrill-Crowe）黄金回收厂的流程如图 17-2 所示。

贵液经过压滤机澄清之后，存储在澄清溶液罐中。从该储存罐流出之后，泵送到真空脱气塔，将含有贵金属的溶液中溶解的氧气除掉。随着贵液从脱气塔中流出，再将锌粉加入溶液中，然后贵金属从溶液中沉淀出来，形成固体沉淀物。使用板框压滤机，进行固液分离。贫液收集进入贫液池，添加氰化物和补充水到该贫液中，然后在山谷堆浸设施进行循环再用。

锌粉沉淀物经过压滤机之后收集起来，使用蒸馏釜进行处理，目的是在真空加热下，从沉淀物中回收汞蒸气。收集的副产品汞在现场存储起来。

经过干燥后的沉淀物与助熔剂进行混合，在感应电炉中进行熔炼。经过熔炼过程产出的金锭，运送离开现场进行进一步精炼，以生产出优质的金银产品。

讨论

工艺设施似乎运行良好，基于山谷堆浸设施溶液条件，目前有许多局限。由于高架胶带输送机的机械问题，导致其自 2015 年 2 月起停运，运输成本有所增加。预计 2017 年之前不大可能重新启动。

与运行可用性有关的维护问题似乎正在得到改善，但是，仍然有需要改进的地方。重新起用高架胶带运输，需要在维修投资支出方面进行评估，以评估是否在经济上可行。

市场条件导致副产品汞的销售下降。因此，贝拉德罗矿正在黄金冶炼厂附近为副产品汞建设长期储存设施。目前，汞储存在 82 升的储存罐中，保存在冶炼厂内。在矿山开采年限届满时，如果其他处置方案不可行，需要解决处理成本问题，因为它不在矿山关闭计划的考虑范围之内。

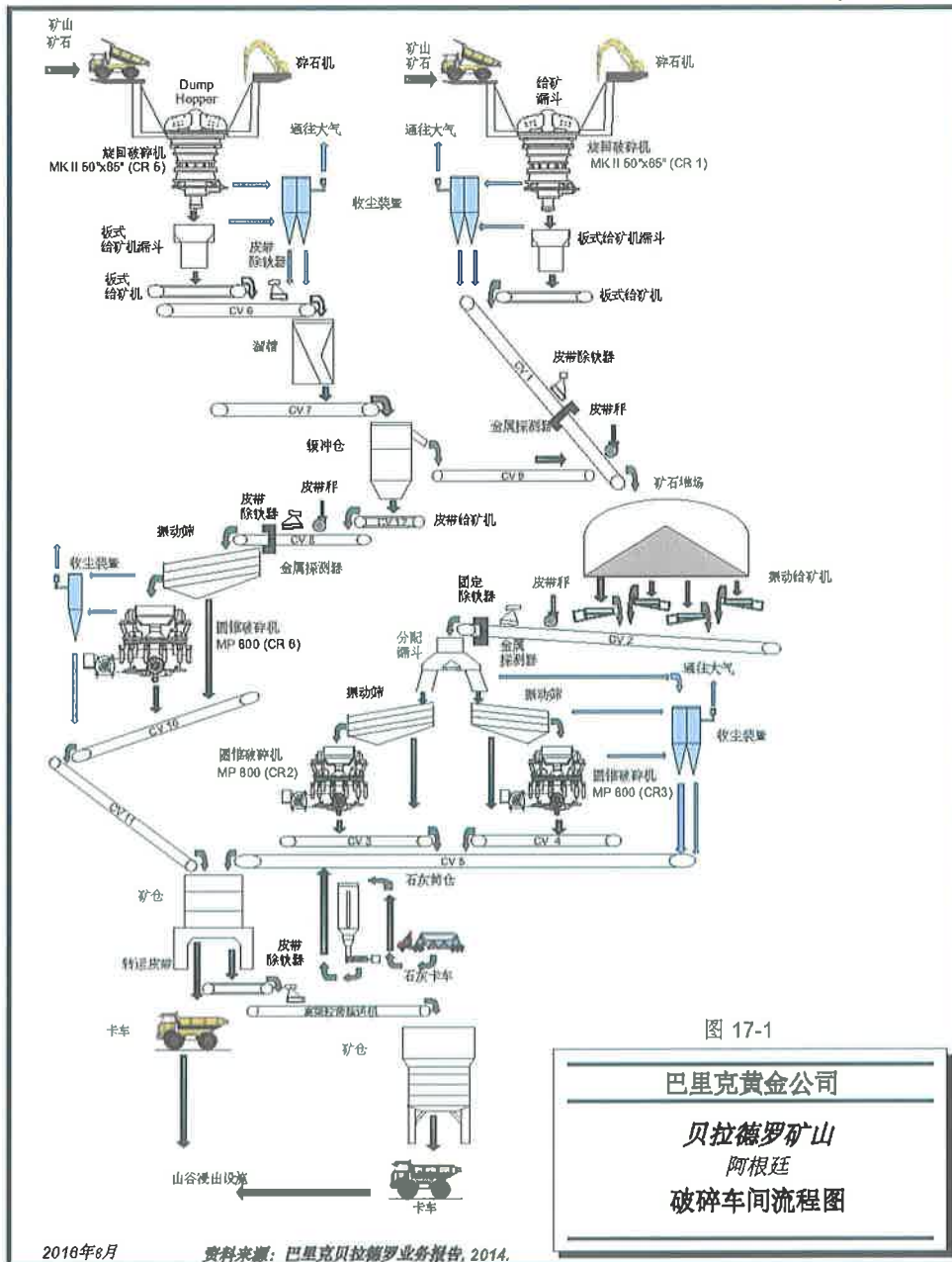
山谷堆浸设施的运行受到某些监管参数的限制，这些参数是在 2014 年第四次对矿山环境影响评估（BIA）更新报告中确定的；这一报告的内容将在第 20 章进一步详细描述。监管审批的 2014 年矿山环评更新报告以及相关的 2016 年监管决议，规定了三项操作监管参数（“山谷堆浸设施触发限定数值”），如果突破这些参数，将触发山谷堆浸设施应急计划和有关限制措施，即在超过期间，将限制新水补给量，消除工艺溶液中添加的氰化物，直到限制解除。山谷堆浸设施触发限定数值如下：

山谷堆浸设施触发限制	参考数值
泄漏物收集和回收系统（或 SRRF）高度	海拔 3,914.7 米
贵液存储区（或 AASR）高度	海拔 3,927 米
最大泄漏物收集和回收系统（或 SRRF）泵送量（干量）	270 立方米/天

新的贵液存储区（PSSA 或 AASR）所允许的作业高度限制为海拔 3,927 米，是 2014 年制定的，为的是控制原始堆场垫层的水头。这样的限制规定，致使需要对山谷堆浸设施的溶液流动情况进行更密切地监测。

对于泄漏收集和回收系统（LCRS 或 SRRF），最大允许的海拔高度为 3,914.7 米，每日最大抽水量为 270 立方米/天，这些规定可能会限制山谷堆浸设施的正常发展，使得下部区域堆放的空间更小，造成金属提取延迟。山谷堆浸设施触发限制目前正在审查之中，监管机关有可能会放宽限制，从而提高操作灵活性和降低潜在的金属提取延误程度。

如果融雪导致堆浸液存储区域的水位超过 2014 年矿山环境许可更新报告规定的山谷堆浸设施触发限定数值，贝拉德罗的生产可能会进一步受到影响。在这种情况下，矿山可能需要触发山谷堆浸设施应急计划，限制新水补给量，消除工艺溶液中添加的氰化物，直到限制解除。现场或未来有着足够的工艺物料，因此可以按要求维持作业。



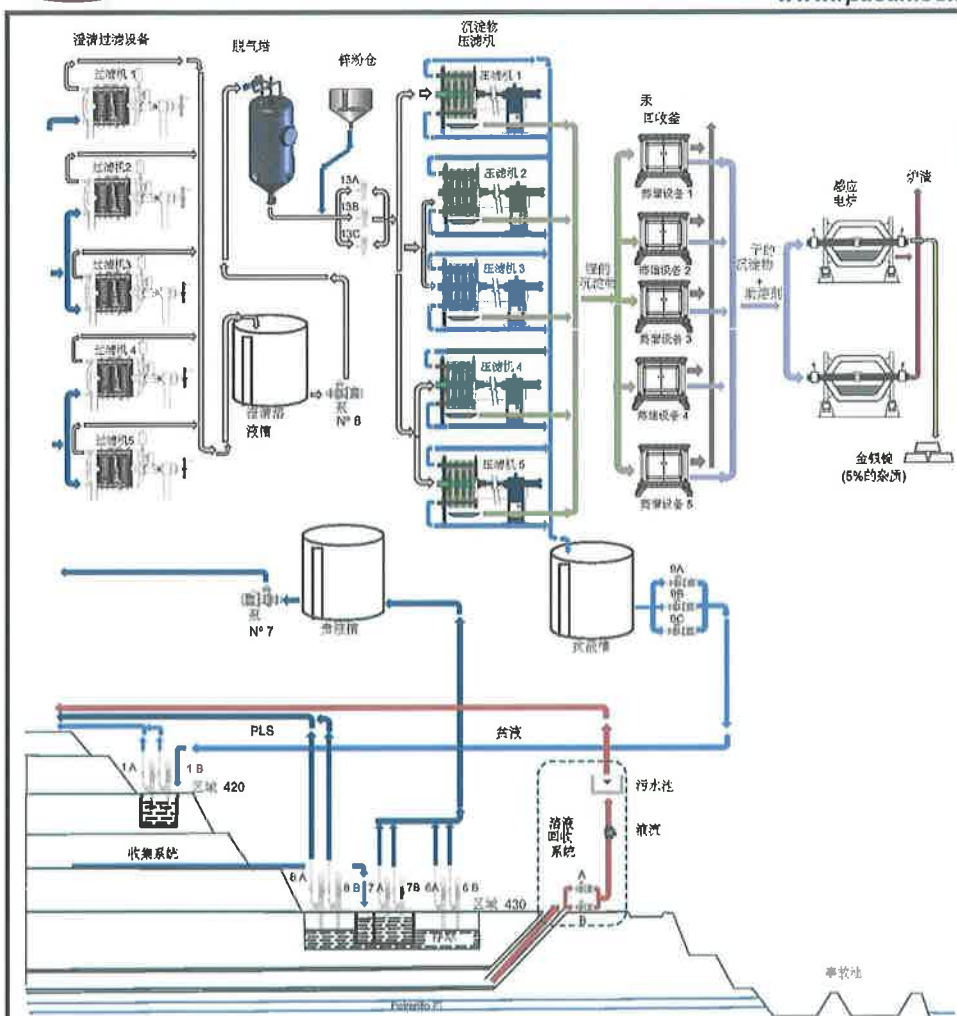


图 17-2

巴里克黄金公司
贝拉德罗矿山
阿根廷
美林克洛
选矿厂流程图

2016年8月

资料来源：巴里克贝拉德罗业务报告, 2014.

18、项目基础设施

贝拉德罗矿的基础设施和服务设施，可以支持每日超过 85,000 吨矿石处理量的山谷堆浸设施作业以及每日 28 万吨的物料开采作业。由于位置偏远，该矿区自给自足，有足够的支持矿山业务所需的基础设施。

通行道路

贝拉德罗矿区位于阿根廷圣胡安省省会圣胡安市西北约 280 公里处，圣胡安市也是最主要的人口和商业中心。通行道路为铺装公路，从圣胡安市通过公路向北约 205 公里，就可以到达 Tudcum 附近的矿山大门。从位于海拔 1,930 米的大门开始，沿着维护良好的全天候碎石路，穿过约海拔 4,850 米的 Conconta 山口，经过约 155 公里，到达贝拉德罗矿区。总的路线距离约为 360 公里，在典型的驾驶条件下，轻型车辆约需要六小时到达。

从矿山主门到矿场的道路维修由承包商负责。

大多数耗材都用卡车沿着这条路线运输进来。备选道路来自智利一侧，但是，不用于货物或人员定期运输。

矿山现场设施

矿山和山谷堆浸设施位于海拔 3,800 米和 4,800 米之间矿场内。位于附近的还有破碎设施和美林克洛黄金回收厂、现场设施（安全/安保/急救/急救响应大楼、化验实验室、食宿设施和办公室）；相关矿山开采设施（卡车车间、卡车清洗设施、仓库、燃料储存和配送设施、试剂储存和分配设施）及其他设施，用以支持相关的矿山作业。

住宿

矿山营地设施位于贝拉德罗露天矿作业地点的下坡处，东南约七公里处，海拔高度约 3,850 米。有永久住宿提供给所有贝拉德罗矿员工及访客。承包商的住宿也在贝拉德罗附近提供。现场的住宿足够贝拉德罗矿的员工、承包商和顾问使用，共有约 3,000 张床位。

供水

用于工业用途的供水（即工艺和除尘）获自拉斯塔瓜斯河。

饮用水由两眼水井提供。水处理采用反渗透方式。一个饮用水系统位于永久性住宿附近，另一个位于承包商住宿附近。卡车车间不提供饮用水。有足够的供水满足工业和饮用需求。

供电

贝拉德罗矿在供电方面是自给自足。目前现场使用柴油发电机发电。柴油发电机的总装机容量为 22 兆瓦。在现场考察的时候，一座太阳能电池板试验设备正在运行，用于研究是否能够安装更大的太阳能设备，在矿山余下的服务年限内提供服务。此外，还有一个 2 兆瓦的风力涡轮机安装在现场，但是，由于机械问题，现场考察时已不再运转（有些涡轮部件不可靠，无法适应贝拉德罗的恶劣气候条件）。

目前有足够的电力供应以维持贝拉德罗矿业务。

废料处理和排水

贝拉德罗矿拥有广泛的废料处置和回收利用计划。不在现场处置固体废物。所有待处理的材料，包括生活和工业垃圾，使用过的石油产品和危险废物材料均送到一个中心区域，由承包

商负责管理。这些废料分类之后，适当地进行包装运输到圣胡安，然后进行回收或送往适当的设施进行处理。

现场有四座原始污水处理厂，任何污水由其中一座负责处理。污水处理厂位于 Sepultura 和 Peñasquito 的道路附近。从污水处理厂排放出来的污水均进行仔细监测，以确保排放到环境中的合规性。

通信

矿区现场的采矿区域内安装有电话和经过许可的无线电中继器通信网络。在这些区域，通信方式一般为超高频无线电或卫星电话。

19、市场研究和合同

市场

金和银是贝拉德罗矿的主要商品，可以按照众所周知的价格自由买卖，所以对于任何产品的销售前景基本上是有保证的。价格通常以每盎司美元报价。

贝拉德罗矿业务预计在余下的 9 年矿山开采年限期间，平均每年将生产约 60 万盎司的黄金和 140 万盎司的白银。按照储量金属价格情况，超过 95%的矿山收入来自于黄金销售。

合同

阿根廷黄金矿业有限公司与巴里克黄金公司签有销售合同，负责销售贝拉德罗矿的金银锭。目前，目前没有远期销售或对冲黄金交易。以白银为例，合同内容是，银惠顿公司（Silver Wheaton Corp.）购买贝拉德罗矿生产的白银产品，但仅限于 8%的回收率。如果银回收率高于 8%，则归属于巴里克黄金公司。对于卖给银惠顿公司的白银，目前购买价格定在 3.90 美元/盎司。该合同的到期日，以下列两者先到期者为准：I) 2018 年 4 月 1 日，和 II) 满足下列要求的时间，即要求巴里克完成对其帕斯卡-拉玛项目担保。

20、环境研究、许可和社会社区影响

环境研究

在 2014 年，在环保机关批准下，按照环境监测计划开展了环境研究。这些研究评估了以下要素的现状：湖泊、植物、动物、生态过程、冰川质量平衡、考古、噪音、交通、振动以及固定源排放的气体。

贝拉德罗矿的环境影响评价（EIA）第四更新报告已经在 2014 年 3 月获批。贝拉德罗矿第五次环境影响评价更新报告已经在 2015 年提交给有关当局，又在 2016 年 2 月份，提交了第六次环境影响评价更新报告。

许可

贝拉德罗矿持有大量环境许可证，用于管理和监控：

- 车辆
- 通行路线两侧社区的车辆
- 对公路的振动
- 噪声
- 动物

- 植物
- 水
- 选矿厂排放的气体
- 发电机
- 考古遗址
- 水处理厂的污水
- 地表和地下水监测
- 气象站

目前的采矿作业拥有由相关政府机构所颁发的大量适用许可和授权，并保存有完整记录，处于贝拉德罗和圣胡安的地区监管队伍管理之下。

贝拉德罗矿的山谷堆浸设施运行受到一些监管参数的约束，这些参数由该矿山 2014 年第四次更新环评报告提出，详情如表 20-1 所示。

表 20-1 监管运行参数
巴里克黄金公司 – 贝拉德罗矿

正常运行参数名称	参考数值
破碎矿石	85,000 吨/天
原矿石	10,000 吨/天
泄漏物收集和回收系统（或 SRRF）最大值	270 m ³ /天
贵液存储区最大海拔高程	3,927 米
最大堆积高度	150 米
阶段高度	13 米
滴灌速率	20 升/m ² /h
美林克洛流量最大值	2,900 m ³ /h
堆浸出贵液（PLS）循环	2,700 m ³ /h
山谷堆浸设施最大容量	7 亿 吨

监管审批的 2014 年矿山环评更新报告以及相关的 2016 年监管决议，规定了三项操作监管参数（“山谷堆浸设施触发限定数值”）。如果突破这些参数，将触发山谷堆浸设施应急计划和有关限制措施，即在超过期间，将限制新水补给量，消除工艺溶液中添加的氰化物，直到限制解除。

表 20-2 山谷堆浸设施触发限定数值
巴里克黄金公司 – 贝拉德罗矿

触发限定数值参数	参考数值
泄漏物收集和回收系统（或 SRRF）海拔高程	3,914.7 米
贵液存储区（或 AASR）海拔高程	3,927 米
泄漏物收集和回收系统（或 SRRF）最大泵送能力（干料）	270 m ³ /天

2013 年 3 月，发现贝拉德罗堆浸场收集系统内堆浸溶液出现过量积累。于是提高泵送能力，以减少堆浸液的积累量，并在堆浸场进行循环。这种情况报告给当地有关机构之后，有关机构进行了现场检查并启动了行政调查程序，最终导致巴里克黄金公司在 2014 年 3 月支付了 120 万美元的罚款。2014 年 4 月，继巴里克和监管部门讨论之后，省矿业局批准修订许可证，允许堆浸场的作业与许可证的要求看齐，并遵守上述山谷堆浸设施触发限定数值。特别是，新的许可证要求对堆浸液存储区设置水位限制，从而影响到堆浸垫溶液回收系统的作业能力，降低堆浸液的滴灌速率和影响堆浸场堆积顺序。

如果融雪导致堆浸液存储区域的水位超过 2014 年矿山环境许可更新报告规定的山谷堆浸设施触发限定数值标准，贝拉德罗的生产可能会进一步受到影响。在这种情况下，矿山可能需要触发山谷堆浸设施应急计划，限制新水补给量，消除工艺溶液中添加的氰化物，直到限制解除。

2015 年 9 月，贝拉德罗矿堆浸场一个管道阀门出现故障。因为事故发生时该阀门处于打开状态，导致含氰溶液通过泄水渠闸门，释放到了附近的水道内。阿根廷黄金矿业有限公司将排放事件通知了监管当局。阿根廷黄金矿业有限公司和独立的第三方机构在事故之后立即进行了环境监测，经过接下来几个月的监测，结果表明释放溶液没有危及社区的健康或对矿下游的环境造成不利影响。这些研究结果与由其他第三方所出具的独立水质测试结果一致，包括圣胡安省公共卫生部门，国家水研究所（INA）和联合国。有关工艺作业中新的氰化物添加的临时限制于 2015 年 9 月 24 日解除，矿山业务已经恢复正常，也符合上述触发限定数值的要求。对矿山现场的监测和检查将会按照法院的命令继续进行。

巴里克公司还委托一家独立的第三方研究机构评估对生态环境和人体健康的影响。生态评估包括地表水、地下水、湖泊（水生昆虫、植物、动物）和作物。水质取样范围从事发地点到 Jachal（下游 250 公里），对现场进行了一个星期的监测。该项评估发现在矿区的一个小区域，可能对维加斯有一些影响。它建议持续监测三至五年的时间，直到该区域自然修复。健康评估基于阿根廷的环境法律，与美国环境保护局（环境保护局）和加拿大环境标准存在差距。它专门评估了氰化物和汞的生物积累情况。这一审查工作没有发现对人类健康有影响，也没有生物积累出现。这些结果印证了上述的泄漏事故发生之后联合国所实施的一项类似研究的结论。

2015 年 10 月 9 日，圣胡安省矿业局启动了针对阿根廷黄金矿业有限公司的行政处罚程序，认为其涉嫌违反了相关采矿规定。2016 年 3 月 11 日，圣胡安省矿业局宣布打算就堆浸液泄漏事件，给予阿根廷黄金矿业有限公司行政罚款处罚。阿根廷黄金矿业有限公司于 2016 年 3 月 15 日正式接到了这一决定。2016 年 4 月 6 日，阿根廷黄金矿业有限公司寻求对这一决定的某些方面进行复议但没有对行政罚款数额提出异议。2016 年 4 月 14 日，按照当地的规定，阿根廷黄金矿业有限公司支付了约 1,000 万美元的罚款（按照当时的适用的阿根廷比索/美元汇率）而复议申请依然悬而未决。阿根廷黄金矿业有限公司目前正在按照圣胡安省矿业局的要求，在贝拉德罗矿落实事故补救行动计划。某些与施工有关的工作仍有待完成。RPA 公司认为，可以合理假设这种情况已及时得到解决，因此不会影响当前矿产资源和储量的估计。

贝拉德罗矿有一项环境管理计划（EMP），通过了 ISO 14001 标准认证。这项计划每年审计，而且必须每三年重新认证一次。贝拉德罗矿最后重新认证的时间是 2015 年。根据该计划，环境监测的结果每六个月给矿业机关提交一次。

贝拉德罗矿也通过了国际氰化物管理标准认证。贝拉德罗矿最后认证的时间是 2015 年，并预计在 2018 年重新认证。

有关当局定期对贝拉德罗矿进行现场检查。检查之后公布书面报告，贝拉德罗矿按照要求做出回应。

RPA 公司认为，目前没有环境问题直接影响到矿产储量和矿产资源。环境和监管要求由现场环境部门的专业人员和技术人员负责，并得到圣胡安办事处法律部门的支持。

社会或社区要求

贝拉德罗矿正积极参与圣胡安省的社区活动。虽然矿山位置偏远，直接涉及的人员也不属于矿山的员工，但是所参与的活动却并不一般，诸如社区水质采样之类的计划就营造了信任的工作氛围，从而有利于贝拉德罗矿的业务开展。

2013 年 12 月，阿根廷圣胡安省通过了一部新的省级法律，对经过批准本地供应商进行注册登记，由省矿业局管理。想被指定为“本地供应商”的公司必须在圣胡安省设立总部，居住在圣胡安省，还必须雇佣 80% 的圣胡安省员工。新法律要求在省内进行勘探或开发活动的矿山企业，如阿根廷黄金矿业有限公司，将年度采购或合同的 75% 分配给这类本地供应商。这项新的法律规定目前还没有执行。贝拉德罗矿正在与利益相关者和当地政府联合，评估类似的省级法律和工作，寻求达成共识，实现对所有利益相关者的公平和公正。此外，贝拉德罗矿还正在评估若干修订建议，评估这部法律所可能面临的司法或行政法挑战。

矿山关闭要求

关闭计划的依据是阿根廷黄金矿业有限公司制定的矿山开采期间开发计划。修复计划允许，在实际情况下，执行关闭和修复活动的同时，继续采矿。这个平行执行的修复计划将允许某些任务在矿山运营期间进行，以减少关闭成本并在矿山开采年限届满时完成这些任务，但是，最重要的关闭工作在采矿作业结束之后才开始。

关闭时，将尽可能地恢复土地原样，在物理上使土壤稳定化并对受影响的区域重新分级，以获得类似于周围地区的地形。这些关闭工作还将包括受影响物料的化学稳定性以及山谷堆浸设施和矿山废石路堤的物理稳定性。

关闭和拆除地面上的构筑物，包括工艺设施，也将作为关闭活动的一部分进行。

该计划包括关闭和关闭后活动。关闭指一段时间，在此期间内通过有关活动，达到关闭设计的最终要求，这些活动包括山谷堆浸设施的化学稳定性、地表水通道的改进、矿山废石路堤的物理稳定性、基础设施选择性拆除、重新对现场区域进行分级、建设进出道路控制设施和安全护堤。预计关闭活动将在开采活动结束后持续数年，并必须实现封闭后设计设定的目标和标准。

关闭后阶段始于封闭阶段施工和水源管理活动终止之后，并将在符合关闭设计的规范之后开始。在这一阶段，有关活动将仅限于现场监测、现场检查和其他一切活动，均必须按照既定水质标准进行，如堆浸场有任何大气降水液体引起季节蒸发，就是不符合水质标准的情况。目前很难估计关闭后活动将花费的时间，但预计关闭后活动将会持续 10 至 15 年。目前的计划采用 15 年关闭后期限。

关闭计划的目标

贝拉德罗矿关闭计划的主要目标是：

- 满足或超过阿根廷的法规以及对矿山最终关闭所做出的承诺。
- 达到或超过环境协议的要求，为最终关闭提供资金。
- 在关闭计划实施期间保护贝拉德罗矿劳工的健康和安全，以及关闭后社区的健康和安全，

减少风险和危险，预防风险和灾害，防止因贝拉德罗矿开发而遭受更为严重的打击。

- 建议对现场进行长期开发，以便其功能和价值与周边地区相一致，确保关闭设计和实施符合有关土地利用的关闭后目标。至于规划的目标，将会考虑该地区的功能和价值，包括视觉（景观）、环境（水的数量和质量、栖息地和野生动物）和经济方面（未来的开采潜力）。
- 保护环境和促进公众的健康和安全，尽可能地恢复受影响的地表和河道，使它们能够达到未来土地利用所要求的稳定性，并应与贝拉德罗矿开发之前的情况相适应。
- 尽量减少关闭后活动期间现场长期维护和积极维护的必要性。

同步修复

需要在矿山使用寿命期间同步进行的主要修复包括以下：

- 总体区域
- 道路修复
- 维加斯恢复

一般与道路修复

阿根廷黄金矿业有限公司已经承诺尽可能地同步开展修复活动。这一承诺需要在矿山开采期间，保持最低水平的地表蚀变岩，尽量减少矿山寿命结束之后的修复活动。道路修复工作将会同步进行，因为没有必要保留未来通往不同现场的道路。道路修复活动将矿山开采的中期展开。

维加斯恢复

阿根廷黄金矿业有限公司一直致力于研究维加斯的发展，以便提高并尽可能开发维加斯的其他区域。这一同步恢复计划的制定得到了专家的帮助，通过现场实验，研究维加斯恢复和搬迁的可能性。

修复成本

矿山关闭计划每年进行审查和分析。截至 2015 年 12 月 31 日，按照国际财务报告准则，贝拉德罗矿的环境修复准备金（PER），均基于现有的环境扰动情况，经过折现之后进行编制，其金额约为 5,900 万美元。根据现有的和未来的扰动情况，未经折现之后，估计矿山开采年限期间的总关闭成本约 8,200 万美元。

21、投资和经营成本

投资成本

在贝拉德罗矿，其余的投资成本主要是维持性资本，包括堆浸场扩建和关闭成本。矿山前期剥离成本在本报告中已视为经营成本，矿山现场勘探投资也已排除在外，因为这项投资将针对未来的矿产资源情况而追加。投资成本按照 2016 年第一季度的美元价格计算，并在表 21-1 中给出。

表 21-1 总投资成本
巴里克黄金公司 – 贝拉德罗矿

类别	矿山开采期间投资 (百万美元)
维持性	255
其他	66
关闭	59
合计	380

注：

1. 维持性投资用于堆浸场扩建；矿山设备的维持性成本包括在余下矿山开采期间的经营成本内，因为没有任何新的重大采购计划。
2. 其他投资包括现场场地投资成本，与开采、加工或关闭成本没有直接关系。
3. 矿山剥离成本包括在经营成本内。
4. 由于四舍五入缘故，加总结果可能无法吻合

经营成本

贝拉德罗矿自 2005 年开始生产。经营成本一直都有记录，因此可以很好理解。矿山开采期间的经营成本估算采用预测通胀率。贝拉德罗矿的单位经营成本如表 21-2 所示。

表 21-2 单位经营成本
巴里克黄金公司 – 贝拉德罗矿

类别	单位	数值
采矿	美元/吨开采量	4.08
采矿	美元/吨处理量	9.38
选矿	美元/吨处理量	4.02
一般行政管理费	美元/吨处理量	2.12
合计	美元/吨处理量	15.52

注：

1. 资本化的剥离成本包括在采矿成本中。

经营关闭成本，与开采量和处理量息息相关，其包括在开采和选矿单位成本中。截至 2015 年 12 月 31 日，按照国际财务报告准则，贝拉德罗矿根据现有环境扰动情况，经过折现之后所编制的数约为 5,900 万美元，如表 21-1 所示。根据现有的和未来的环境扰动情况，经过折现之后，估计矿山开采期间总关闭成本约 8,200 万美元。

RPA 公司指出，大约自一年前开始，全球采矿作业的经营成本总体呈降低趋势。这是因为石油成本降低，影响到了生产和各种用品的运费，除此之外与直接燃料消耗相关的成本也在降低。贝拉德罗矿的情况也无不同，预计 2016 年还将进一步降低成本。这些成本的降低并没有完全体现在表 21-2 给出的经营成本估计中。此外，还规划了未来几年的许多生产力改进措施。

人力资源

贝拉德罗矿区的人力约 3,760 人。贝拉德罗矿场的直系员工约 1,260 人，2,500 人属于承包商和顾问。按照区域划分的人力资源细目如表 21-3 所示。

表 21-3 矿山现场人力资源
巴里克黄金公司 – 贝拉德罗矿

类别	数量
采矿	425
维护	445
选矿	120
一般	270
小计	1,260
承包商	2,500
矿山现场合计	3,760

注：

1. 由于四舍五入缘故，加总结果可能无法吻合

目前现场的主要合同为山谷堆浸设施扩建工程、营地设施运行、设备维护和协助以及现场安保和物流服务。

矿区外人力，主要位于圣胡安办事处，负责维护道路，额外有约 130 人。在圣胡安，贝拉德罗矿的直系员工大约有 95 人，35 人属于承包商。

22、经济分析

按照加拿大 NI 43-101 法规，在产企业可以无需按照第 22 章有关目前正在生产的矿区经济分析中所需的信息进行公布，除非技术报告显示目前生产正在开展重大扩建工程。RPA 公司指出，巴里克是在产企业，贝拉德罗矿目前正在生产之中，对于物料开采增加也没有规划。RPA 公司使用本报告中给出的估计数据，对于贝拉德罗矿山进行了经济分析，确认具有正现金流，支持矿产储量申报结果。

23、相邻矿区

巴里克黄金公司的帕斯卡-拉玛金银项目位于贝拉德罗矿西北不到 10 公里处。帕斯卡-拉玛项目横跨阿根廷和智利两国之间的边界，因许多原因，其发展漫长且比较复杂，包括需要双边国家支持。巴里克已经暂停建设这个横跨智利和阿根廷的项目，但不包括环境和监管合规要求的活动。决定重新启动该项目的开发与否，将取决于经济改善情况以及法律和许可事项方面的更多确定因素。巴里克公司目前正在评估各种方案以优化与重新设计该项目。帕斯卡-拉玛的主要通道也就是贝拉德罗矿使用的全天候道路。

24、其他相关数据和信息

无需额外的信息或解释，就能理解本技术报告，且不会产生误导。

25、解释和结论

根据现场考察和随后的审查结果，RPA 公司给出了以下结论：

矿产资源估算

- 2015 年底探明和控制资源量，不包括矿产储量在内，总计 7,520 万吨，平均含金 0.53 克/吨和含银 11.4 克/吨，相当于含有 130 万盎司的黄金和 2,750 万盎司的白银。

- 2015 年底推断矿产资源总量为 560 万吨，平均含金 0.45 克/吨和含银 10.1 克/吨，相当于含有 8 万盎司的黄金和 180 万盎司的白银。
- 所有剩余的资源和储量均发现于费罗费德里克的贝拉德罗区域以及夸特罗-埃斯基纳斯区域内，两者都在费罗费德里克矿坑内。
- 对于费罗费德里克进行资源估算的黄金边界品位，大约相当于第一类原矿石 0.193 克/吨，第一类破碎矿石 0.500 克/吨，第二类破碎矿石 0.496 克/吨。
- 利用可接受的估计方法，编制了矿产资源估计报告。探明、控制和推断资源的分类方法符合加拿大采矿、冶金和石油学会的定义。
- 当前的钻孔数据库合理，可以支持矿产资源和矿产储量估算中使用的资源模型。
- 用来收集地质、岩土、含量测定、密度和其他信息的方法和程序合理，符合普遍接受的行业标准。对于大多数常见任务而言，标准操作协议记录完备并定期更新。该矿定期与爆破孔数据、以前模型和生产校准结果进行对比，以校准和改进资源建模程序。
- 勘探和开发的采样和分析程序使用标准做法，给出了总体合理的结果。由此产生的数据可以有效地用于矿产资源和矿产储量的估计。
- 总的来说，RPA 公司认为，阿根廷黄金矿业有限公司已经完成了高质量的工作，并超出了行业惯例。

采矿和矿产储量

- 2015 年底证实和可能储量估计为 2.769 亿吨，含金 0.85 克/吨，含银 13.9 克/吨，含有 750 万盎司的黄金和 1.24 亿盎司的白银。
- 矿产储量估计报告的编制利用了可接受的估计方法，证实和可能储量的分类方法也符合加拿大采矿、冶金和石油学会的定义。
- 回收和成本估计根据实际操作数据和工程估计。
- 贝拉德罗矿山开采期间计划所做的经济分析结果显示现金流为正值，以 RPA 公司看来，符合矿产储量申报要求。除了矿山开采期间计划中的矿产储量，还有代表未来机遇的矿产资源。
- 预计 2016 年可以实现运营成本削减目标，而这一点并未完全体现在目前的经营成本估计结果中。这项成本削减直接与过去一年中石油成本降低有关，因为其影响着生产和各种物资的运输费用，另外也与直接燃料消耗相关的成本降低有关。此外，还在制定生产力改善措施，有可能进一步降低运营成本。
- 阿根廷黄金矿业有限公司已经发现有潜在机会使费罗费德里克矿坑的某些最终边坡变陡，这将减少生产计划中的废石开采吨位，并可能增加矿石的开采吨位，从而全面改善矿山的基本面状况。

选矿

- 选矿处理设施看起来运行很好。山谷堆浸设施的运行受到 2014 年矿山环境影响评价更新报告所制定的某些监管参数的约束。监管审批的 2014 年矿山环评更新报告以及相关的 2016 年监管决议，规定了三项操作监管参数（“山谷堆浸设施触发限定数值”）。如果突破这些参数，将触发山谷堆浸设施应急计划和有关限制措施，即在超过期间，将限制新水补给量，消除工艺溶液中添加的氰化物，直到限制解除。
- 该矿山已获得了所有必要的物料许可证，以便运营山谷堆浸设施，直到 5B 工程阶段。在矿山开采期间计划中，设想的未来山谷堆浸设施各期工程均将位于一个容量高达 7 亿吨的

区域内，矿山已经向环保部门报告，目前还需要完成额外的许可工作。2015 年 1 月，贝拉德罗矿向环保部门提交了第 6 期至第 9 期的山谷堆浸设施初步工程设计。此初步设计目前正在审查，以优化目前矿产储量对应的容量规模。贝拉德罗矿预计山谷堆浸设施的设计将在 2017 年获得地方当局的批准。

- 由于高架胶带输送机存在机械问题，其自 2015 年 2 月起已经停运，运输成本有所增加。预计 2017 年之前不大可能重新起用高架胶带运输机。此外，介于卡车运输和胶带输送机之间的一种折衷运输方案已经开始研究。
- 看起来与操作可用性有关的维护问题正在改善，但仍然需要改进。
- 在 2015 年底矿产资源评价之后，作为矿山开采期间持续改进工作的一部分，阿根廷黄金矿业有限公司对于 2024 年开采活动完成之后继续额外进行堆浸四年（过渡期）的方案进行了评估。在 2024 年至 2028 年的过渡期内，估计可以回收约 50 万盎司的黄金和 120 万盎司的白银。

环境因素

- 贝拉德罗矿有一项环境管理计划，通过 ISO 14001 标准认证。
- 贝拉德罗矿也通过了国际氰化物管理标准认证。
- 矿山关闭计划每年进行审查和分析。截至 2015 年 12 月 31 日，按照国际财务报告准则，贝拉德罗矿的环境修复准备金，均根据现有的环境扰动情况，经过折现之后进行编制，其金额约为 5,900 万美元。根据现有的和未来的扰动情况，未经折现之后，估计矿山开采年限期间的总关闭成本约 8,200 万美元。
- 2015 年 9 月，贝拉德罗矿堆浸场一个管道阀门出现故障，因为事故发生时该阀门处于打开状态，导致含氰溶液通过泄水渠闸门，释放到了附近的水道内。阿根廷黄金矿业有限公司将排放事件通知了监管当局。阿根廷黄金矿业有限公司和独立的第三方机构在事故之后立即进行了环境监测，经过接下来几个月的监测，结果表明释放溶液没有危及社区的健康或对矿山下游的环境造成不利的影响。有关工艺作业中新的氰化物添加的临时限制于 2015 年 9 月 24 日解除，矿山业务已经恢复正常，也符合上述触发限定数值的要求。对矿山现场的监测和检查将会按照法院的命令继续进行。2016 年 4 月 14 日，按照当地的规定，阿根廷黄金矿业有限公司因此事件支付了约 1,000 万美元的罚款（按照当时的适用的阿根廷比索/美元汇率）。阿根廷黄金矿业有限公司目前正在按照圣胡安省矿业局的要求，在贝拉德罗矿落实事故补救行动计划。某些与施工有关的工作仍有待完成。

风险

贝拉德罗矿已开采超过 10 年，运营成熟。RPA 公司认为，可以合理预期目前不存在任何重大的风险和不确定性，不会影响勘探信息的可靠性或信任度，不会影响矿产资源和储量的估计或预期的经济效果。

26、建议

RPA 公司提出了以下建议：

地质与矿产资源

- RPA 公司赞同阿根廷黄金矿业有限公司计划实施额外的核对程序，在资源模型、品位控制模型和黄金生产之间给出更为直接的对比结果，以引导和支持未来对资源建模程序进行更改。

采矿与矿产储量

- RPA 公司支持阿根廷黄金矿业有限公司对矿坑边坡变陡的可能性进行调查，建议继续调查进一步细化的机会，并与国际公认的独立岩土工程师合作，获得高陡边坡矿坑壁方面的经验。

选矿

- 对于重新起用现有的高架胶带输送机与继续卡车运输破碎矿石或安装新的高架胶带输送机的方案展开最新的比较研究。
- 继续监测山谷堆浸设施运行情况，满足山谷堆浸设施触发限定数值的要求。

27、参考文献

Analytical Solutions 有限公司, 2005 年, 阿根廷贝拉德罗矿试验室审核, 巴里克黄金公司内部报告, 由 Lynda Bloom 编制, 发布日期 2005 年 6 月, 44 页。

Analytical Solutions 有限公司, 2006 年, 贝拉德罗矿试验室操作, 巴里克黄金公司内部报告, 由 Lynda Bloom 编制, 发布日期 2006 年 12 月, 27 页。

巴里克公司, 2012 年贝拉德罗矿业务计划审核, 巴里克黄金公司, 2011 年 9 月 21 日, 143s。

巴里克黄金公司, 2004 年, 贝拉德罗矿 2004 年底资源与储量更新报告, 2004 年 12 月 31 日, 76 页。

巴里克黄金公司, 2005 年, 阿根廷圣胡安省贝拉德罗矿区技术报告, 此份 NI 43-101 报告编制人为 Marion, R. 和 Davidson, A., 2005 年 3 月 30 日。

巴里克黄金公司, 2009 年, Process_Monthly_Report_December_2009.xls

巴里克黄金公司, 2010 年, Process_Monthly_Report_December_2010.xls

巴里克黄金公司, 2011 年, Process_Monthly_Report_December_2011.xlsx

Berbe, L., 2011 年, Validacion Reportes de Laboratorio Anteriores el Ano 2005, 巴里克内部备忘录, 发布日期 2011 年 11 月 4 日, 2 页。

Charchaflié, D., Tosdal, R.M., 和 Mortensen, J.K., 2007 年, 阿根廷 Frontal 山脉贝拉德罗高硫化浅成热液矿床地区地质结构, 《经济地质学》, 第 102 卷, 第 171-192 页, 2007 年 3 月 4 月。

Correa, R., 2014 年, 巴里克黄金公司贝拉德罗矿年终边界品位报告, 2014 年 12 月, 21 页。

加拿大采矿、冶金和石油学会, 2014 年, 加拿大采矿、冶金和石油学会矿产资源和矿产储量定义标准, 由加拿大采矿、冶金和石油学会负责储量定义的常务委员会编写, 于 2014 年 5 月 10 日由加拿大采矿、冶金和石油学会理事会采纳, 9 页。

Ferrero, S., 2015 年, Memo Validación del diseño geomecanico rajo Federico, SRK 咨询阿根廷公司向阿根廷黄金矿业公司提交的备忘录, 文件编号 51-3045-01-001-0, 2015 年 1 月 20 日。

Gavelán, Z., 2008 年, 2007 年底资源和储量报告, 编制人贝拉德罗矿技术服务部门, 发布日期 2008 年 1 月 15 日, 21 页。

Gavelán, Z., 2007 年, 2007 年中资源和储量报告, 编制人贝拉德罗矿技术服务部门, 发布日期 2007 年 6 月, 16 页。

Golder Associate 公司, 2011 年, 贝拉德罗矿贝拉德罗矿坑边坡审核报告, 编写人 Major, G.,

2011 年 10 月 7 日, 33 页。

Golder Associates 公司, 2007 年, 阿根廷贝拉德罗项目矿坑边坡表现审核报告, 2007 年 1 月。

Golder Associates 公司, 2003 年, 《执行摘要》, 报告日期 2003 年 8 月, 13 页。

Golder Associates 公司, 2002 年, 阿根廷圣胡安省贝拉德罗矿区报告。预可行性研究矿坑边坡设计修改报告。发布日期 2002 年 9 月, 174 页。

Harwardt, A., 2006 年, Chequeo Cruzado del 5% de los Rechazos Totales en Dos Laboratorios, Laboratorio Alex Stewart y el Laboratorio de MAGSA en Mina Veladero. Complemento al Informe Tecnico del Programa sde Aseguramiento del Control de Calidad del Primer Semestre dem Ano 2006. 巴里克公司内部报告, 发布日期 2006 年 11 月。

Juarez, S., 2015 年, 资源建模相关的图表。

Major, G., Byers, T., Toro, J., 2009 年, 贝拉德罗边坡优化报告, Golder Associates 公司, Reno/Lima, 2009 年 9 月, 23 页。

Monroy, C., 和 Juarez, S., 2015 年, Reporte Estimacion de Recursos MY2015 Veladero Mine, 巴里克公司内部报告, 发布日期 2015 年 6 月, 57 页。

Monroy, C., 和 Berbé, L., 2013 年, Reporte Estimacion de Recursos MY2013 Veladero Mine, 巴里克公司内部报告, 发布日期 2013 年 5 月, 81 页。

Resource Evaluation 公司, 2003 年, 阿根廷圣胡安省贝拉德罗项目矿产资源审计报告, 由 Mike Lechner 编制, 发布日期 2005 年 4 月 15 日, 52 页。

Resource Modeling 公司, 2007 年, 资源模型审核报告, 编制人 Mike Lechner, 发布日期 2007 年 5 月 16 日, 53 页。

Romeu, G., 2015 年, 巴里克黄金公司贝拉德罗矿 2015 年终边界品位报告, 2015 年 12 月, 23 页。

RPA 公司, 2012 年, 阿根廷圣胡安省贝拉德罗金矿技术报告, 巴里克黄金公司 NI43-101 技术报告, 发布日期 2012 年 3 月 16 日。

RPA 公司, 2014 年, 阿根廷圣胡安省贝拉德罗金矿技术报告, 巴里克黄金公司 NI43-101 技术报告, 发布日期 2014 年 3 月 27 日, 149 页。

Sanfurgo, B., 2007 年, Actualizacion de Recursos, Medio Ano 2007, Veladero, 巴里克公司内部报告, 发布日期 2007 年 6 月, 16 页。

Sanfurgo, B., 2004 年, Caracterizacion Mineralizacion Oro-Plata Proyecto Veladero, 巴里克公

司内部报告，发布日期 2004 年 6 月，37 页。

Sanfurgo, B., 2002 年, Informe Control de Calidad Campana 0102 Veladero, 巴里克公司内部报告，发布日期 2002 年 10 月，16 页。

Scott Wilson RPA 公司，2008 年，阿根廷圣胡安省贝拉德罗金矿矿产资源和储量审计报告。Scott Wilson Roscoe Postle Associates Inc.，2008 年 5 月 10 日，137 页。

Smee, B.W., 1998 年，阿根廷贝拉德罗项目 1997-1998 钻探活动期间取样、分析和报告程序审核报告。阿根廷黄金矿业公司内部报告，1998 年 7 月，11 页。

Smee, B.W., 1999 年，阿根廷圣胡安省贝拉德罗项目质量控制数据库内部审计结果，编制人阿根廷黄金矿业公司，1999 年 3 月，14 页。

Smee, B.W., 2001 年，阿根廷圣胡安省贝拉德罗项目质量控制数据库内部审计结果，编制人阿根廷黄金矿业公司，2001 年 6 月，28 页。

Smee, B.W., 2002 年，阿根廷圣胡安省贝拉德罗项目质量控制数据库内部审计结果，编制人阿根廷黄金矿业公司，2002 年 6 月，23 页。

SNC-Lavalin Engineers & Constructors 公司，2002 年，阿根廷贝拉德罗项目技术经济评价报告，巴里克黄金公司，10 卷，2002 年 9 月。

Vector Argentina 公司，2007 年，阿根廷圣胡安省贝拉德罗矿区报告。山谷堆浸作业岩土工程报告。发布日期 2007 年 12 月，23 页。

Vildoza, Carlos, Validacion Coordinadas Sondajes Veladero, 巴里克钻孔清单检查报告，7 页。

28、日期和签名页

这份报告题为“阿根廷圣胡安省贝拉德罗金矿技术报告”，于 2016 年 8 月 1 日发布，由以下作者编制并签名：

签字于安大略省多伦多市
2016 年 8 月 1 日

卢克·伊万斯，专业工程师
首席地质学家

签字于安大略省多伦多市
2016 年 8 月 1 日

格伦·伊哈苏，专业工程师
首席采矿工程师

签字于安大略省多伦多市
2016 年 8 月 1 日

霍尔格·克鲁特泽尔曼，专业工程师
联席首席选矿专家

29、编写人员资格证明

卢克-伊万斯

本人，卢克·伊万斯，硕士，专业工程师，作为这份为巴里克黄金公司编制的、报告题为“阿根廷圣胡安省贝拉德罗金矿技术报告”的作者，于 2016 年 8 月 1 日，特此证明如下：

1. 本人系罗斯柯普斯特拉联合公司（Roscoe Postle Associates）负责地质和资源估计的副总裁兼首席地质学家；公司地址为 501 房间，大学大道 55 号，多伦多市，安大略省 M5J 2H7。
2. 本人于 1983 年毕业于加拿大安大略省的多伦多大学，获得地质工程（应用）学士学位；于 1986 年在加拿大安大略省金斯顿市女王大学，获得矿产勘查科学硕士学位。
3. 本人系安大略省经过注册的专业工程师（注册号码为 90345885）。自毕业以来，本人已经做了 30 年的专业地质工程师。就这份技术报告而言，本人的相关经验是：
 - 1995 年以来，一直担任咨询地质工程师，专门负责资源和储量估计、审计、技术援助和培训。
 - 作为一个顾问，对于世界各地许多勘探和采矿项目进行审核，并编制尽职调查和监管要求报告。
 - 在魁北克的几个黄金和贱金属矿山，担任负责勘探项目的高级项目地质学家。
4. 本人已经阅读过加拿大国家规范 43-101（NI 43-101）关于“具体相应资格的编写人员”的定义，并保证以本人的教育经历，与专业协会的联系（按照 NI 43-101 定义）和过去相关的工作经验，本人满足 NI 43-101 关于担任“具体相应资格的编写人员”的要求。
5. 本人在 2016 年 5 月 9 日至 12 日，参观过贝拉德罗矿，并于 2016 年 5 月 13 日在巴里克公司驻圣胡安办事处举行过会议。
6. 本人负责编写这份报告的第 3 至 12 章、14 章和 23 章，并与本人的合作作者共同编写了这份技术报告的第 1、2、24、25、26 和 27 章内容。
7. 本人与该公司没有任何依赖关系，进行了 NI 43-101 第 1.5 节所规定的测试。
8. 本人先前编制过贝拉德罗矿审计报告和 NI 43-101 技术报告，并曾经借以下机会考察过该矿山：
 - 2014 年 2 月 10 日至 14 日，编写 2013 年底 NI 43-101 技术报告中关于资源和储量估计内容。
 - 2011 年 11 月 7 日至 11 日，编写 2011 年底审计报告和 NI 43-101 技术报告中关于资源及储量估计内容。
 - 2007 年 11 月 11 日至 15 日，编写 2007 年底审计报告中关于资源和储量估计内容。
9. 本人已阅读过 NI 43-101 国家规范，该技术报告的编写符合 NI 43-101 规范和表格 43-101F1 的要求。
10. 在该技术报告生效之日，就本人的知识、信息和信念所及，该技术报告已经包含了所有需要披露的、使这份技术报告不致产生误导的科学和技术信息。

于 2016 年 8 月 1 日签字如下：

卢克·伊万斯，硕士，专业工程师

格伦·A·恩哈苏

本人，格伦·A·恩哈苏，专业工程师，作为这份为巴里克黄金公司编制的、报告题为“阿根廷圣胡安省贝拉德罗金矿技术报告”的作者，于2016年8月1日，特此证明如下：

1. 本人系罗斯柯普斯特拉联合公司的首席采矿工程师；公司地址为 Suite 501, 55University Ave Toronto, ON, M5J 2H7。
2. 本人于1998年毕业于英属哥伦比亚省温哥华市英属哥伦比亚大学，获得矿业与矿物加工工程应用学士学位。
3. 本人系英属哥伦比亚省（注册编号为34935）和安大略省（注册编号为100229435）经过注册的专业工程师。本人毕业以来曾作为一位采矿工程师/地质学家工作超过15年。就这份技术报告而言，本人的相关经验是：
 - 露天矿山规划和成本估算，
 - 加拿大和国外露天矿运营经验，
 - 现金流模型和经济分析。
4. 本人已经阅读过加拿大国家规范43-101（NI43-101）关于“具体相应资格的编写人员”的定义，并保证以本人的教育经历，与专业协会的联系（按照NI43-101定义）和过去相关的工作经验，本人满足NI43-101关于担任“具体相应资格的编写人员”的要求。
5. 本人在2016年5月9日至12日，参观过贝拉德罗矿，并于2016年5月13日在巴里克公司驻圣胡安办事处举行过会议。
6. 本人负责编写这份报告的第15、16、19、21和23章，并与本人的合作作者共同编写了这份技术报告的第1、2、24、25、26和27章内容。
7. 本人与该公司没有任何依赖关系，进行了NI43-101第1.5节所规定的测试。
8. 本人先前编制过贝拉德罗矿审计报告和NI43-101技术报告，并曾经借以下机会考察过该矿山：
 - a. 2014年2月10日至14日，编写2013年底NI43-101技术报告中关于资源和储量估计内容。
 - b. 2011年11月7日至11日，编写2011年底审计报告和NI43-101技术报告中关于资源及储量估计内容。
9. 本人已阅读过NI43-101国家规范，该技术报告的编写符合NI43-101规范和表格43-101F1的要求。
10. 在该技术报告生效之日，就本人的知识、信息和信念所及，该技术报告已经包含了所有需要披露的、使这份技术报告不致产生误导的科学和技术信息。

于2016年8月1日签字如下：

格伦·A·恩哈苏，专业工程师

霍尔格·克鲁特泽尔曼

本人，霍尔格·克鲁特泽尔曼，专业工程师，作为这份为巴里克黄金公司编制的、报告题为“阿根廷圣胡安省贝拉德罗金矿技术报告”的作者，于 2016 年 8 月 1 日，特此证明如下：

1. 本人系罗斯柯普斯特拉联合公司的联席首席选矿专家；公司地址 Suite 501,55 University Ave Toronto, ON M5J 2H7。
2. 本人 1978 年毕业于加拿大安大略省金斯顿市女王大学，获得采矿工程学士学位（矿物加工）。
3. 本人系安大略省经过注册的专业工程师（注册号码为 90455304）。本人毕业以来曾在矿物加工领域，在经营，冶金，管理和工程部门，工作 38 年。就这份技术报告而言，本人的相关经验是：
 - 作为一个冶金顾问，审核和编写过一些采矿作业和项目的尽职调查报告和财务监控要求报告
 - 担任高级冶金/项目经理，在一家加拿大主要工程公司，负责过许多黄金和贱金属研究。
 - 拥有加拿大和美国数家加工处理各种金属，包括铜，锌，金和银的选矿厂的管理和运营经验。
4. 本人已经阅读过加拿大国家规范 43-101（NI43-101）关于“具体相应资格的编写人员”的定义，并保证以本人的教育经历，与专业协会的联系（按照 NI 43-101 定义）和过去相关的工作经验，本人满足 NI 43-101 关于担任“具体相应资格的编写人员”的要求。
5. 本人在 2016 年 5 月 9 日至 12 日，参观过贝拉德罗矿，并于 2016 年 5 月 13 日在巴里克公司驻圣胡安办事处举行过会议。
6. 本人负责编写这份报告的第 13，17 和 20 章，并与本人的合作作者共同编写了这份技术报告的第 1，2，18，24，25，26,和 27 章的内容。
7. 本人与该公司没有任何依赖关系，适用于 NI 43-101 第 1.5 节所规定的测试。
8. 本人先前因编写该矿的 NI 43-101 技术报告而于 2014 年 2 月 10 日至 14 日参观过贝拉德罗矿山。
9. 本人已阅读过 NI 43-101 国家规范，该技术报告的编写符合 NI 43-101 规范和表格 43-101F1 的要求。
10. 在该技术报告生效之日，就本人的知识、信息和信念所及，该技术报告已经包含了所有需要披露的、使这份技术报告不致产生误导的科学和技术信息。

于 2016 年 8 月 1 日签字如下：

霍尔格·克鲁特泽尔曼，专业工程师



企业法人营业执照

(副本) (1-1)

注册号 110105010839325

名称 北京阳光创译语言翻译有限公司

住所 北京市朝阳区王四营乡王四营村41号B座328室

法定代表人姓名 孙玉梅

注册资本 10万元

实收资本 10万元

公司类型 有限责任公司(自然人独资)

经营范围 许可经营项目：无

一般经营项目：翻译服务；会议及展览服务；组织文化艺术交流活动（不含演出）；企业形象策划；经济贸易咨询；技术推广服务；销售日用品。

仅供翻译使用

成立日期 2008年02月29日
营业期限 自 2008年02月29日 至 2028年02月28日

请于每年3月1日至6月30日向登记机关申报年检

须知

- 1.《企业法人营业执照》是企业法人资格和合法经营的凭证。
- 2.《企业法人营业执照》分为正本和副本，正本和副本具有同等法律效力。
- 3.《企业法人营业执照》正本应当置于住所的醒目位置。
- 4.《企业法人营业执照》不得伪造、涂改、出租、出借、转让。
- 5.登记事项发生变化，应当向公司登记机关申请变更登记，换领《企业法人营业执照》。
- 6.每年三月一日至六月三十日，应当参加年度检验。
- 7.《企业法人营业执照》被吊销后，不得开展与清算无关的经营活动。
- 8.办理注销登记，应当交回《企业法人营业执照》正本和副本。
- 9.《企业法人营业执照》遗失或者毁坏的，应当在公司登记机关指定的报刊上声明作废，申请补领。

年度检验情况

2008.3.1	2009.4.8	2010.5.9	2011.5.9	2012.5.3
北京阳光创译语言翻译有限公司	北京阳光创译语言翻译有限公司	北京阳光创译语言翻译有限公司	北京阳光创译语言翻译有限公司	北京阳光创译语言翻译有限公司

2012.4.8
2013.4.8

