

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



TESIS

**“CONTROL DE CALIDAD EN MUESTREO DE SONDAJES
DIAMANTINOS DE LA CAMPAÑA 2018
DEL PROYECTO PALCAWANKA - HUANCVELICA”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

ELABORADO POR:

MICHAEL JERSON RIVEROS ALVARADO

ASESOR:

M.Sc. ING. CÉSAR AUGUSTO MENDOZA TARAZONA

LIMA-PERÚ

2022

DEDICATORIA

A dios por darme la vida, a mis padres por guiarme en la vida, a mis hermanos y a todos mis colegas que con cada consejo me supieron encaminar en la vida laboral; finalmente a mí mismo, porque pude vencer mis propios obstáculos.

AGRADECIMIENTO

A Dios y en especial a mis padres, hermanos y mi pareja por su apoyo incondicional en todos los momentos difíciles de la vida.

A mis asesores y colegas por brindarme el apoyo necesario para desarrollar el presente trabajo. De manera especial a la empresa Consorcio Minero Horizonte por permitirme el uso y manejo de la información recopilada durante la campaña de perforación 2018.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
INDICE	3
RESUMEN	10
ABSTRACT	12
INDICE DE FIGURAS	13
INDICE DE TABLAS	18
INTRODUCCIÓN	20
CAPÍTULO I GENERALIDADES	22
1.1. ANTECEDENTES	22
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	25
1.4. OBJETIVOS	25
1.4.1 Objetivo General	25
1.4.2 Objetivo Especifico	25
1.5. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS	26
1.5.1 Hipótesis General	26
1.5.2 Hipótesis Específica	26
1.6. METODOLOGÍA DE TRABAJO	28
1.6.1 Descripción del Método	28
1.6.2 Etapas en la elaboración del proyecto	28
1.6.2.1 Gabinete	28
1.6.2.2 Campo	28
1.6.2.3 Análisis e interpretación de datos	28
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	31
2.1. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	31

2.1.1	Duplicado de Campo “mal llamada Muestra Gemela” (DC)	31
2.1.2	Duplicado grueso (DG)	31
2.1.3	Duplicado fino/Duplicado de pulpa (DP)	31
2.1.4	Blanco fino (BF)	32
2.1.5	Blanco grueso (BG)	32
2.1.6	Muestras Estándar/Material de referencia (MR)	32
2.1.7	Duplicado externo	32
2.1.8	Pruebas de granulometría	32
2.1.9	Contaminación	33
2.1.10	Recursos minerales.	33
2.1.11	Recurso Mineral Inferido.	34
2.1.12	Recurso Mineral Indicado.	34
2.1.13	Recurso Mineral Medido.	34
2.1.14	Reserva Mineral.	35
2.1.15	Reserva Mineral Probable.	35
2.1.16	Reserva Mineral Probada.	35
2.2.	DEFINICIÓN DE LAS PRUEBAS Y CONTROLES A REALIZARSE.	36
2.2.1	Error del muestreo	36
2.2.2	Precisión del Laboratorio Primario	36
2.2.3	Exactitud del laboratorio primario.	36
2.2.4	Contaminación en el laboratorio primario.	37
2.2.5	Precisión, exactitud y contaminación del laboratorio secundario.	37
2.3.	DEFINICIÓN DE QA/QC. PROCEDIMIENTOS DE QA.	39
2.3.1.	“Quality Assurance” (QA)	40
2.3.2.	“Quality Control” (QC)	40
2.4.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PRINCIPALES CÓDIGOS MINEROS	42
2.4.1.	Código Minero Australiano (JORC)	42
2.4.1.1	Principios del Código JORC	43
2.4.2	Canadá: NI-43-101	44
2.4.3	Estados Unidos The SME Guide	44
2.4.3.1	Principios rectores	44
2.4.4	Sudáfrica: SAMREC,	45
2.4.4.1	El propósito del código SAMREC	46

2.4.4.2	Principios rectores	47
2.5	ANÁLISIS DE LOS TIPOS DE ENSAYOS A REALIZARSE.	49
CAPITULO III CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO		50
3.1.	ANTECEDENTES	50
3.2.	UBICACIÓN Y ACCESO	51
3.3.	ASPECTOS FÍSICOS	53
3.3.1	Topografía y Fisiografía	53
3.3.2	Meteorología y Clima	53
3.3.3	Hidrogeología	54
3.4	PROPIEDADES MINERAS	54
3.5	GEOLOGÍA REGIONAL	56
3.5.1	Generalidades	56
3.5.2	Estratigrafía	57
3.5.2.1	Jurásico inferior: Formación Condorsinga	57
3.5.2.2	Jurásico medio: Formación Chunumayo	57
3.5.2.3	Jurásico medio: Formación Cercapuquio	58
3.5.2.4	Cretáceo inferior: Grupo. Goyllarisquizga	59
3.5.2.5	Cretáceo inferior: Fm. Chayllacatana	60
3.5.2.6	Cretáceo inferior: Chulec	61
3.5.2.7	Cretáceo superior: Fm. Casapalca	63
3.5.2.8	Paleógeno Eoceno: Fm. Tantará	65
3.5.2.9	Neógeno Mioceno: Fm. Caudalosa	65
3.5.2.10	Neógeno Mioceno: Fm. Huando	66
3.5.2.11	Cuaternario Pleistoceno: Depósitos fluvio-glaciares	67
3.6	TECTÓNICA	70
3.6.1	Generalidades	70
3.6.2	Tectónica Hercínica	70
3.6.2.1	Fase Eohercínica	70
3.6.2.2	Fase Tardihercínica	71
3.6.2.3	Fase Finihercínica	71
3.6.3	Tectónica Andina	72
3.6.3.1	Fase Peruana	72
3.6.3.2	Fase Inca (Eoceno superior)	73

	3.6.3.3 Fase Quechua (Mio–Plioceno)	73
3.7	GEOLOGÍA LOCAL	77
	3.7.1 Generalidades	77
	3.7.2 Estratigrafía	78
	3.7.2.1 Formación Chambará	78
	3.7.2.2 Formación Aramachay	79
	3.7.2.3 Formación Condorsinga	79
	3.7.2.4 Formación Chunumayo	80
	3.7.2.5 Formación Cercapuquio	80
	3.7.2.6 Formación Goyllarisquizga	81
	3.7.2.7 Formación Chayllacatana	82
	3.7.2.8 Formación Chulec	83
	3.7.3 Rocas intrusivas	84
	3.7.3.1 Pórfido Dacítico	84
	3.7.3.2 Brecha diatrema	85
	3.7.3.3 Pórfido dacítico biotítico	86
	3.7.4 Estructuras	86
	3.7.4.1 Brecha Falla (FABX)	86
	3.7.4.2 Brecha mineralizada (HBX)	87
	3.7.4.3 Cuerpos de reemplazamiento (REP)	87
	3.7.4.4 Estructuras epitermales (EPYBX)	88
3.8	GEOLOGÍA ECONÓMICA	90
	3.8.1 Generalidades	90
	3.8.2 Mineralización	90
	3.8.3 Alteración hidrotermal	91
	3.8.4 Controles de mineralización	91
3.9	PROGRAMA DE PERFORACIÓN	92
	3.9.1 Preparación de Plataformas y Pozas de Perforación	92
	3.9.2 Supervisión de Perforación en Plataformas	92
	3.9.3 Perforación Diamantina 2018	93
	3.9.4 Avance de Perforación	95
	3.9.5 Ratios de Perforación	95
	3.9.6 Recuperación de Testigos	96
	3.9.7 Medición de Desviaciones de Sondajes	97

3.9.8	Secciones longitudinales de interpretación	101
3.9.9	Registro Fotográfico de Testigos de Perforación	102
3.9.10	Logueo Geológico	103
3.9.10.1	Logueo Geotécnico	103
3.9.10.2	Logueo Rápido (“Quick Log”)	105
3.9.10.3	Logueo geológico detallado	107
3.10	YACIMIENTO SIMILAR DONDE SE TIENE EJEMPLOS DE LA APLICACIÓN DEL CONTROL DE LA CALIDAD (QC)	109
CAPITULO IV ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (QA)		111
4.1.	PROCEDIMIENTOS DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD QA	111
4.2.	EXTRACCIÓN DEL TESTIGO	112
4.3.	MARCADO Y CORTE DE TESTIGOS	112
4.4	MUESTREO DE TESTIGOS	117
4.5	CUSTODIA DE LAS MUESTRAS	119
4.6	ALMACÉN DE TESTIGOS, RECHAZOS Y PULPAS	122
4.7	VENTAJAS Y DIFICULTADES PARA LA APLICACIÓN DEL QA/QC	122
4.7.1	Ventajas	122
4.7.2	Dificultades	123
4.8	PERFÍL ACADÉMICO DEL PERSONAL INVOLUCRADO EN EL ÁREA DE QA/QC	126
CAPITULO V CONTROL DE LA CALIDAD (QC)		127
5.1.	GENERALIDADES	127
5.2.	GRÁFICOS Y TEST EMPLEADOS	128
5.2.1.	Evaluación de la precisión	128
5.2.2	Evaluación de la exactitud	131
5.2.3	Evaluación de la contaminación	134
CAPITULO VI IMPLEMENTACIÓN DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO		136
6.1.	GENERALIDADES	136
6.2.	OBJETIVOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO	136
6.3	DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO	136
6.4	PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO	139

6.4.1	Propósito	139
6.4.2	Alcance	139
6.4.3	Definiciones	139
6.4.4	Personal	141
6.4.5	Determinación de tramos de muestreo	142
6.4.6	Marcado de testigos	144
6.4.7	Ubicación y cantidad de las muestras control	147
6.4.8	Traslado a la sala de corte	151
6.4.9	Corte de la muestra	151
6.4.10	Toma de muestras ordinarias	152
6.4.11	Embolsado de blancos gruesos y muestras de control	157
6.4.12	Muestras duplicados de campo (mal llamadas gemelas)	157
6.4.13	Etiquetado y encostalado	157
6.4.14	Registro de envío de lotes	160
6.4.15	Envío y transporte de muestras	161
CAPITULO VII DISCUSIÓN DE RESULTADOS		166
7.1.	GENERALIDADES	166
7.2.	PRECISIÓN	167
7.2.1	Muestras Duplicados de Campo de ½ testigo (DC)	168
7.2.2	Duplicados gruesos (DG)	168
7.2.3	Duplicados de pulpas (DP)	169
7.3	EXACTITUD	169
7.4	CONTAMINACIÓN	171
7.5	GRÁFICOS PARA EVALUAR LA PRECISIÓN (R&R)	173
7.5.1	Muestras Duplicados de Campo (DC)	170
7.5.2	Muestras duplicado grueso	178
7.5.3	Muestras duplicado pulpa	183
7.6	GRÁFICOS PARA EVALUAR LA EXACTITUD	188
7.6.1	Muestras de referencia	188
7.7	GRÁFICOS PARA EVALUAR LA CONTAMINACIÓN	195
7.7.1	Muestras blanco grueso	195
7.7.2	Muestras blanco fino	197

CONCLUSIONES	201
RECOMENDACIONES	202
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	204

RESUMEN

La presente Tesis está dividido en 7 capítulos principales y uno de Conclusiones y Recomendaciones.

Capítulo I. Se describe las generalidades de la Tesis como son: los antecedentes, formulación del problema, justificación de la investigación, objetivos y planteamiento de la hipótesis.

Capítulo II. Se desarrolla el marco teórico, revisamos algunas definiciones de términos utilizados dentro de los programas QA/QC. Definiciones de los principales códigos Mineros

Capítulo III. Se describe las características del lugar de estudio. Ubicación y rutas de acceso del proyecto Palcawanka. Geología regional basada en la Geología del Cuadrángulo de Huancavelica 26-n desarrollada por el INGEMMET. Desarrollo de las fases tectónicas, desarrollo de la geología local, geología económica del yacimiento y algunos trabajos complementarios.

Capítulo IV. Se desarrolla con más detalles el aseguramiento de la calidad (QA) dentro del proceso geológico para la obtención, transporte y almacenamiento de las muestras geoquímicas. Así mismo un comparativo de las ventajas y dificultades para la aplicación del QA/QC.

Capítulo V. Se desarrolla con más detalles el control de la calidad (QC). Gráficos y test empleados para la precisión, exactitud y contaminación.

Capítulo VI. Se desarrolla la implementación del procedimiento de muestreo. Objetivos de la implementación del procedimiento de muestreo, diagrama de flujo del procedimiento. Así mismo el proceso de obtención de la muestra y la cadena de custodia

Capítulo VII. En este capítulo se discuten los resultados obtenidos mediante los gráficos para la exactitud, precisión y contaminación de los elementos Ag, Zn, Pb y Cu.

Finalmente, en Conclusiones y recomendaciones se expone las consideraciones finales que obtuvimos del estudio realizado

ABSTRACT

This Thesis is divided into 7 main chapters and one of Conclusions and Recommendations.

Chapter I. It describes the generalities of the Thesis such as: background, formulation of the problem, research justification, objectives and hypothesis statement.

Chapter II. The theoretical framework is developed; we review some definitions of terms used within the QA/QC programs. Definitions of the main mining codes

Chapter III. The characteristics of the study zone are described. Location and access routes of the Palcawanka project. Regional geology based on the Geology of the Huancavelica quadrangle 26-n, INGEMMET. Development of the tectonic phases, development of the local geology, economic geology of the ore deposit and some complementary works.

Chapter IV. Quality assurance (QA) is developed in more detail within the geological process for obtaining, transporting, and storing geochemical samples. Also, a comparison of advantages and difficulties for the QA/QC application.

Chapter V. Quality control (QC) is developed in more detail. Charts and tests used for precision, accuracy and contamination.

Chapter VI. The implementation of the sampling procedure is developed. Objectives and flow chart of the implementation of the sampling procedure. Also, the process of obtaining the sample and the chain of custody.

Chapter VII. This chapter discusses the results obtained through the graphs for the accuracy, precision and contamination of the elements Ag, Zn, Pb and Cu.

Finally, in Conclusions and recommendations, are presented the final considerations obtained about the study.

ÍNDICE DE FIGURAS		
Figura 1.1	Cronograma de actividades del proyecto	30
Figura 2.1	Forma correcta de muestreo de material suelto con las herramientas adecuadas	41
Figura 2.2	Forma correcta de almacenar las cajas de testigos y los rechazos	42
Figura 3.1	Mapa de ubicación del proyecto Palcawanka	52
Figura 3.2	Mapa de propiedades mineras Consorcio Minero Palcawanka SAC	55
Figura 3.3	Foto de formación Chúlec: sinclinal al SE de Huancavelica.	62
Figura 3.4	Mapa geológico regional del proyecto Palcawanka	68
Figura 3.5	Columna estratigráfica generalizada del cuadrángulo de Huancavelica	69
Figura 3.6	Mapa tectónico estructural del cuadrángulo de Huancavelica	76
Figura 3.7	Calizas blanquecinas con bandas de dolomita de la formación Chambará	78
Figura 3.8	Calizas grises oscura bituminosas de la formación Aramachay	79
Figura 3.9	Calizas grises claras de la formación Condorsinga, aflorante en el proyecto Palcawanka	80
Figura 3.10	Formación Cercapuquio a la salida de la localidad de Palca	81
Figura 3.11	Formación Goyllarisquizga exhibiendo laminaciones oblicuas de bajo ángulo.	82
Figura 3.12	Formación Chayllacatana, con niveles de limonitas rojas, seguidas por bancos de areniscas gris verdosa	83
Figura 3.13	Formación Chúlec: secuencia de estratos entre 0.20-1.0m.	84
Figura 3.14	Intrusivo dacítico; presencia de fenocristales de plagioclasas argilizadas y cristales de hornblendas. Testigo de diámetro HQ	85
Figura 3.15	Brecha diatrema polomíctica con fragmentos subangulosos a subredondeados de caliza, pórfido dacítico y andesita. Testigo de diámetro HQ.	85
Figura 3.16	Intrusivo dacítico biotítico; presencia de fenocristales de plagioclasas argilizadas y cristales de biotita. Testigo de diámetro HQ.	86
Figura 3.17	Brecha falla con panizo y pirita fina en la matriz. Testigo de diámetro HQ.	87
Figura 3.18	Brecha mineralizada con matriz de sulfuros polimetálicos. Testigo de diámetro NQ.	87
Figura 3.19	Estructura de reemplazamiento de esfalerita-galena con halos de calcita. Testigo de diámetro HQ	88
Figura 3.20	Estructura epitermal de pirita masiva granular con silicificación fuerte sobrepuesta. Testigo de diámetro NQ.	88

Figura 3.21	Mapa geológico local del proyecto Palcawanka	89
Figura 3.22	Supervisión en plataforma tanto en la correcta manipulación de las muestras y maniobras de maquinaria	93
Figura 3.23	Sección longitudinal viendo al W del sondaje PLW18D108 vs gráfico de prueba de desviación	99
Figura 3.24	Sección longitudinal viendo al W del sondaje PLW18D106.	102
Figura 3.25	Modelo de toma de fotografía de sondaje en campamento	103
Figura 3.26	Formato para logueo geotécnico. PLW18D108	104
Figura 3.27	Formato de "quicklog" diario. PLW18D108	106
Figura 3.28	Formato A3 de logueo geológico detallado. PLW18D108	108
Figura 4.1	Formato de muestreo. Se muestra la distribución de las muestras de control y total de muestras ("batch" de 66 muestras)	114
Figura 4.2	Línea de corte en amarillo, tramos de muestreo en color rojo	115
Figura 4.3	Muestras cortadas de forma ideal	116
Figura 4.4	Cortadora diamantina de muestras de testigos de marca Husqvarna	116
Figura 4.5	Personal calificado cortando los testigos en la sala de corte, para su muestreo	117
Figura 4.6	Personal calificado dentro del área de muestreo	118
Figura 4.7	Formato cadena de custodia CMP. Hoja 1 de 2.	120
Figura 4.8	Formato cadena de custodia CMP. Hoja 2 de 2.	121
Figura 4.9	Almacén de testigos. Rechazos y pulpas en un depósito en Huachipa	122
Figura 5.1	Gráfico máximo y mínimo para evaluar la precisión	130
Figura 5.2	Gráfico para evaluar la exactitud, con las muestras de referencia (estándares) dentro del muestreo	133
Figura 5.3	Gráfico para evaluar la contaminación en el muestreo	135
Figura 6.1	Diagrama de flujo para el muestreo en campamento	137
Figura 6.2	Diagrama de flujo para el análisis en el laboratorio	138
Figura 6.3	Rótulo de verificación de información	144
Figura 6.4	Lápiz de cera o china "marker" - plumón de pintura acrílica o "paint marker"	145
Figura 6.5	Taco de muestreo en color celeste con los datos necesarios	146
Figura 6.6	En color rojo los extremos límite de la muestra, en amarillo las líneas para el corte de los testigos.	146

Figura 6.7	Colocación del "sticker" con el código de barras correspondiente a la muestra	147
Figura 6.8	Cortadora de disco diamantado	152
Figura 6.9	Codificado de las bolsas de muestreo	154
Figura 6.10	Tendido de cajas para proceder al muestreo	155
Figura 6.11	Toma y embolsado de muestra.	155
Figura 6.12	Forma adecuada de muestrear material fragmentado	156
Figura 6.13	Blanco grueso	157
Figura 6.14	Pesado de la muestra	159
Figura 6.15	Etiquetado y sellado de la bolsa de muestreo	159
Figura 6.16	Encostalado de las muestras	159
Figura 6.17	Registro en físico del llenado de muestras para ser colocados en los costales - lote10	160
Figura 6.18	Formato de solicitud de análisis	162
Figura 6.19	Guía de remisión para el transporte de muestras hasta el laboratorio – lote 09	164
Figura 7.1	Gráfico máximo y mínimo Au – Palcawanka 2018	173
Figura 7.2	Gráfico máximo y mínimo Au detallado – Palcawanka 2018	174
Figura 7.3	Gráfico máximo y mínimo Ag – Palcawanka 2018	174
Figura 7.4	Gráfico máximo y mínimo Ag detallado – Palcawanka 2018	175
Figura 7.5	Gráfico máximo y mínimo Cu – Palcawanka 2018	175
Figura 7.6	Gráfico máximo y mínimo Cu detallado – Palcawanka 2018	176
Figura 7.7	Gráfico máximo y mínimo Pb – Palcawanka 2018	176
Figura 7.8	Gráfico máximo y mínimo Pb detallado – Palcawanka 2018	177
Figura 7.9	Gráfico máximo y mínimo Zn – Palcawanka 2018	177
Figura 7.10	Gráfico máximo y mínimo Zn detallado – Palcawanka 2018	178
Figura 7.11	Gráfico máximo y mínimo Au – Palcawanka 2018	178
Figura 7.12	Gráfico máximo y mínimo Au detallado – Palcawanka 2018	179
Figura 7.13	Gráfico máximo y mínimo Ag – Palcawanka 2018	179
Figura 7.14	Gráfico máximo y mínimo Ag detallado – Palcawanka 2018	180

Figura 7.15	Gráfico máximo y mínimo Cu – Palcawanka 2018	180
Figura 7.16	Gráfico máximo y mínimo Cu detallado – Palcawanka 2018	181
Figura 7.17	Gráfico máximo y mínimo Pb – Palcawanka 2018	181
Figura 7.18	Gráfico máximo y mínimo Pb detallado – Palcawanka 2018	182
Figura 7.19	Gráfico máximo y mínimo Zn – Palcawanka 2018	182
Figura 7.20	Gráfico máximo y mínimo Zn detallado – Palcawanka 2018	183
Figura 7.21	Gráfico máximo y mínimo Au – Palcawanka 2018	183
Figura 7.22	Gráfico máximo y mínimo Au detallado – Palcawanka 2018	184
Figura 7.23	Gráfico máximo y mínimo Ag – Palcawanka 2018	184
Figura 7.24	Gráfico máximo y mínimo Ag detallado – Palcawanka 2018	185
Figura 7.25	Gráfico máximo y mínimo Cu – Palcawanka 2018	185
Figura 7.26	Gráfico máximo y mínimo Cu detallado – Palcawanka 2018	186
Figura 7.27	Gráfico máximo y mínimo Pb – Palcawanka 2018	186
Figura 7.28	Gráfico máximo y mínimo Pb detallado – Palcawanka 2018	187
Figura 7.29	Gráfico máximo y mínimo Zn – Palcawanka 2018	187
Figura 7.30	Gráfico máximo y <u>mínimo Zn detallado</u> – Palcawanka 2018	188
Figura 7.31	Gráfico muestras de referencia Au* - Palcawanka 2018	188
Figura 7.32	Gráfico muestras de referencia Au* - Palcawanka 2018	189
Figura 7.33	Gráfico muestras de referencia Au* - Palcawanka 2018	189
Figura 7.34	Gráfico muestras de referencia Au* - Palcawanka 2018	190
Figura 7.35	Gráfico muestras de referencia Ag* - Palcawanka 2018	190
Figura 7.36	Gráfico muestras de referencia Cu* - Palcawanka 2018	191
Figura 7.37	Gráfico muestras de referencia Pb* - Palcawanka 2018	191
Figura 7.38	Gráfico muestras de referencia Zn* - Palcawanka 2018	192
Figura 7.39	Gráfico muestras de referencia Ag* - Palcawanka 2018	192
Figura 7.40	Gráfico muestras de referencia Cu* - Palcawanka 2018	193
Figura 7.41	Gráfico muestras de referencia Pb* - Palcawanka 2018	193
Figura 7.42	Gráfico muestras de referencia Zn* - Palcawanka 2018	194

Figura 7.43	Gráfico blanco grueso Au (g/t) - Palcawanka 2 018	195
Figura 7.44	Gráfico blanco grueso Ag (g/t) - Palcawanka 2018	195
Figura 7.45	Gráfico blanco grueso Cu (%) - Palcawanka 2 018	196
Figura 7.46	Gráfico blanco grueso Pb (%) - Palcawanka 2 018	196
Figura 7.47	Gráfico blanco grueso Zn (%) - Palcawanka 2 018	197
Figura 7.48	Gráfico blanco fino Au (g/t) - Palcawanka 2018	197
Figura 7.49	Gráfico blanco fino Ag (g/t) - Palcawanka 2 018	198
Figura 7.50	Gráfico blanco fino Cu (%) - Palcawanka 2 018	198
Figura 7.51	Gráfico blanco fino Pb (%) - Palcawanka 2 018	199
Figura 7.52	Gráfico blanco fino Zn (%) - Palcawanka 2018	199

ÍNDICE DE TABLA		
Tabla 1.1	Estructura general de los errores de muestreo en la fuente	23
Tabla 1.2	Proporción acostumbrada de muestras de control	24
Tabla 1.3	Porcentaje recomendación según AMEC	27
Tabla 1.4	Límites de tolerancia de los E.R. según AMEC	27
Tabla 1.5	Cronograma de actividades del proyecto	29
Tabla 2.1	Relación general entre resultados de exploración, recursos y reservas minerales	36
Tabla 2.2	Frecuencia recomendada de inserción de muestras de control	38
Tabla 2.3	Lista de diferentes códigos internacionales	48
Tabla 2.4	Métodos analíticos establecidos del laboratorio CERTIMIN S.A.	50
Tabla 3.1	Accesos al proyecto Palcawanka desde Lima	51
Tabla 3.2	Propiedades mineras Consorcio Minero Palcawanka SAC	54
Tabla 3.3	Listado general de los sondajes ejecutados durante la campaña 2018	94
Tabla 3.4	Ratio de perforación por día acumulado para ambas máquinas, mes a mes y promedio final.	96
Tabla 3.5	Promedios de recuperación por sondaje y promedio general	97
Tabla 3.6	Resumen de desviación por sondajes	98
Tabla 3.7	Porcentaje de inserción muestras de control U.O. Chungar	109
Tabla 3.8	Resultados de aplicación del QC dentro de la U.O. CHUNGAR	110
Tabla 4.1	Ternas de muestreo para cumplir el porcentaje de inserción de muestras de control	113
Tabla 4.2	Presupuesto proceso QA/QC proyecto Palcawanka - campaña 2018	125
Tabla 4.3	Perfil académico del personal en el área de muestreo y QA/QC	126
Tabla 5.1	Resultados de cálculo del error de los duplicados de campo	130
Tabla 5.2	Resultado cálculo del sesgo	133
Tabla 5.3	Resultado ploteo blancos grueso	135
Tabla 6.1	Porcentaje recomendación según AMEC	148
Tabla 6.2	Ternas de muestreo para cumplir el porcentaje de inserción de muestras de control	148
Tabla 6.3	Clasificación por colores correspondientes de las muestras de control.	151

Tabla 7.1	Tasa de inserción de muestras de control, campaña 2018	166
Tabla 7.2	Límites de detección utilizados en duplicados	167
Tabla 7.3	Resumen de muestras duplicado de campo (DC), campaña 2018	168
Tabla 7.4	Resumen de muestras duplicados gruesos (DG), campaña 2018.	169
Tabla 7.5	Resumen de muestras duplicados de pulpa (DP), campaña 2018	169
Tabla 7.6	Resumen del desempeño individual de los MRs, campaña 2018	161
Tabla 7.7	Resumen de muestras en blancos gruesos (BG) y finos (BF), campaña 2018	172

INTRODUCCIÓN

El objeto del muestreo es coleccionar porciones equiprobables (incrementos), del dominio a muestrear, que al final se junten y constituyan una muestra representativa y con mínima contaminación y sesgo.

Esto implica que la proporción o concentración relativa de todos los componentes serán las mismas en las muestras que en el material de donde proceden, y que dichas muestras serán manejadas de tal forma que no se produzcan alteraciones significativas en su composición antes de que se hagan las pruebas correspondientes.

Dada la importancia que representa tener la certidumbre de los resultados analíticos a partir de las muestras, es necesario tener en claro el siguiente axioma: "el resultado de cualquier procedimiento de prueba no es mejor que la muestra a partir de la cual fue realizado".

La calidad de los resultados depende de las siguientes actividades:

Formular los objetivos particulares para el programa de muestreo.

Colectar muestras representativas.

Manejar adecuadamente la muestra y su preservación.

Observar los lineamientos de aseguramiento y control de calidad en el campo.

Analizar apropiadamente las muestras.

Cada uno de los puntos anteriores es importante para asegurar que los datos obtenidos son válidos y confiables.

Tomado de: Capítulo III. Aseguramiento de la calidad, muestreo y análisis en sistema de aereación extendida.

<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapituloIII/1TecnicasdeMuestreoLucianoSandoval2.pdf>

*"The geological data are a consequence of our methodology (techniques, instrumentation, concepts);
and the methodology is a reflection of our experiences, preferences, and abilities."
K.H. WOK Sydney, N.S.W., January 25, 1983*

CAPITULO I GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

La necesidad de mejorar los controles en la información geológica lleva a implementar una serie de estándares y protocolos, que se van adecuando según la necesidad, el nivel de exigencia y de inversión de cada empresa. Toda empresa busca validar la estimación de recursos y reservas, para lo cual se emplean métodos que ayudan a certificar la veracidad de la información geológica, mediante el control y aseguramiento de la calidad. De esta forma se evita que sean sub- o sobrevaloradas.

Como referencia se tiene el caso de Minera Bre-X (Borneo-Indonesia) en la cual se dio a conocer que encontraron 6.500 toneladas de oro, casi el 8% de las reservas mundiales de oro, siendo todo ello un fraude, lo cual generó una crisis económica, desplome de las bolsas mundiales en las que se transaban compañías mineras y de exploración, reducción de la exploración minera en el mundo, preparación de nuevas regulaciones y recomendación de nuevas prácticas.

Como referencia, y para evitar casos como Minera Bre-X, se cuenta a nivel mundial un conjunto de códigos mineros; Canadá: NI-43-101, Australia: JORC, Sudáfrica: SAMREC, Estados Unidos: SEC, Gran Bretaña: IMM; y últimamente el S-K-1300;

todos ellos creados para asegurar que la calidad y veracidad de la información tenga un nivel alto de credibilidad y certeza.

El aseguramiento de la calidad (QA) debe actuar desde el inicio del proyecto para minimizar o eliminar las fuentes de error. El control de calidad (QC), cuyo objetivo es la detección de problemas, es un conjunto de técnicas de carácter operativo, que se utiliza para determinar el nivel de calidad realmente alcanzado, Ccama (2017).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Existe la necesidad e importancia de asegurar la calidad de la información con la que se trabaja y establecer mecanismos que permitan cuantificar y calificar la base de datos, la cual debe ser manejable y auditable. En este sentido es necesario la aplicación del protocolo QA/QC en todos los procesos de muestreo; dentro del laboratorio (muestreo secundario y análisis químico), y durante el muestreo primario, en los cuales generalmente se incorporan errores por carecer de protocolos adecuados.

TABLA 1.1 ESTRUCTURA GENERAL DE LOS ERRORES DE MUESTREO EN LA FUENTE

ACTIVIDAD	% ERROR RELATIVO	SESGO %	FASE
Muestreo	100 a 1000	1000	Muestreo primario
Transporte y almacenamiento	1 a 100		
Preparación mecánica, reducción	10 a 100	50	Muestreo secundario
Preparación química (digestión y disolución)	5 a 20		
Análisis químico	0.1 a 5	0.1 a 1	Análisis químico
<i>Compilado a partir de: Gy (1999: 10); Gy & Francois-Bongarson (1999) y Paski (2006)</i>		Según Gy (1999:10)	

Fuente: Samuel Canchaya Moya. Curso Aseguramiento y Control de la Calidad QA&QC

Simon (2007) recomienda la inserción de un total de 20% de muestras de control, Tabla 1.2, en donde se evidencia que el muestreo primario está controlado únicamente por la muestra duplicado de campo o mal llamada "gemela"

TABLA 1.2 PROPORCIÓN ACOSTUMBRADA DE MUESTRAS DE CONTROL

TIPO DE CONTROL	FRECUENCIA	% ADECUADO
Duplicado de Campo (mal llamadas gemelas)	1 de 30 a 50	2%
Duplicados gruesos	1 de 30 a 50	2%
Duplicado de pulpa	1 de 30 a 50	2%
Estándar bajo	1 de 20 alternadamente	2%
Estándar medio		2%
Estándar alto		2%
Blancos gruesos	1 de 30 a 50	2%
Blancos finos	1 de 30 a 50	2%
Duplicados externos	1 de 20	4%

Fuente: AMEC Foster Wheeler (2011; 2015)

El presente trabajo brindará a la empresa una herramienta que le permitirá tener mayor certeza y confianza de las muestras, lo que permitirá tener una mejor información para la estimación de recursos del yacimiento.

Como parte de la mejora continua, toda empresa debe mantener un adecuado control sobre sus procesos, para lo cual es necesario implementar indicadores de gestión y medir el desempeño correspondiente; en este caso se debe medir la calidad de la muestra, esto servirá para diagnosticar y minimizar los errores, de una manera eficiente y efectiva. Se debe establecer tanto metas como objetivos realistas y alcanzables de acuerdo a las características de su propia organización (Tari, 2000).

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La implementación y optimización de procedimientos de aseguramiento y control de la calidad ha tomado fuerte impulso desde el famoso caso de la empresa junior canadiense Bre-X Gold Minerals Ltd. en 1997, que se generó por el ficticio yacimiento de oro de Busang en Indonesia. Esta estafa se evidenció cuando la empresa Freeport MacMoRan, dueña del 15% de Bre-X, decide realizar una inspección; luego de la cual la empresa informó que en el supuesto yacimiento de Busang sólo había cantidades insignificantes de oro.

Lo anterior conlleva a buscar una serie de procedimientos, estándares y protocolos: códigos internacionales; en base a los cuales se ha desarrollado buenas prácticas en el ejercicio del muestreo y análisis.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Formular y aplicar los protocolos que garanticen el aseguramiento y control de la calidad (QA/QC) en cada una de las etapas del proceso de muestreo en la actividad minera.

Por lo propuesto se propone el siguiente objetivo específico:

1.4.2 Objetivo Especifico

Validar los resultados obtenidos en la campaña de perforación 2018 del Proyecto Palcawanka – Huancavelica; como resultado de aplicar los protocolos necesarios de QA/QC en el muestreo de sondajes diamantinos..

1.5. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

Para el presente trabajo se plantearán las siguientes.

1.5.1 Hipótesis General

“El proceso de muestreo de los sondajes diamantinos para la estimación de recursos minerales del Proyecto Palcawanka – Huancavelica; cumple con los estándares exigidos por la industria, garantiza su confiabilidad y permiten ejercer la auditoría de los procesos desarrollados.”

1.5.2 Hipótesis Específica

- La cantidad de muestras de control insertadas en cada lote (“batch”) cumple con los porcentajes requeridos en todos los casos; según lo descrito en el punto 1.2. y en la tabla 1.2.

Además, AMEC Foster Wheeler (2011, 2015) recomienda que, del total de muestras pertenecientes a un lote (“batch”), el 20% sean de muestras de control, las cuales se distribuyen de la siguiente manera.

TABLA 1.3 PORCENTAJE RECOMENDACIÓN SEGÚN AMEC

MUESTRA DE CONTROL	TIPO	TI (%) RECOMENDADA
Muestras Duplicados de Campo	(DC)	2%
Duplicados Gruesos	(DG)	2%
Duplicados de Pulpa	(DP)	2%
Muestras de Referencia	(MR)	6%
Blancos Gruesos	(BG)	2%
Blancos Finos	(BF)	2%
* Control Externo	(CE)	4%
TOTAL		20%

Fuente: AMEC Foster Wheeler (2011; 2015)

*Nuevo lote analizado por un laboratorio secundario

- El error relativo, respecto a la precisión, exactitud y contaminación está por debajo de los límites permisibles. Siguiendo recomendación de AMEC Foster Wheeler.

TABLA 1.4 LÍMITES DE TOLERANCIA DE LOS E.R. SEGÚN AMEC

TIPO DE MUESTRA DE CONTROL	ETIQUETA	LÍMITE DE TOLERANCIA (ER)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
Muestras Duplicados de Campo	DC	30%	El 10% de pares ordenados no debe exceder el límite de tolerancia establecido
Duplicados gruesos	DG	20%	
Duplicados finos	DP	10%	
Blancos gruesos	BG	$<5 \times \text{L.D.I.}$	El 10% del total de muestras no debe exceder el límite de tolerancia establecido
Blancos finos	BF	$\leq 3 \times \text{L.D.I.}$	
Muestras de referencia, Estándar de oro alto, medio y bajo	MR	$\begin{aligned} &> AV - 2D.E. \\ &< AV + 2D.E. \end{aligned}$	El 10% del total de valores no debe de estar fuera del rango de valores establecidos
Dónde; L.D.I Límite de detección inferior; AV: promedio de la población; D.E: desviación estándar.			

Fuente: AMEC Foster Wheeler (2011; 2015)

1.6. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

1.6.1 Descripción del Método

El método empleado será el descriptivo - explicativo, el cual nos permitirá presentar la aplicación del QA/QC en el proceso de muestreo; adicionalmente se complementará con el método empírico - analítico, donde los datos recogidos en campo nos permitirán observar, evaluar y analizar los resultados.

1.6.2 Etapas en la elaboración del proyecto

Se presentan las siguientes etapas.

1.6.2.1 Gabinete

Recopilación de antecedentes e información necesaria, para la elaboración y apoyo en la realización del proyecto de tesis, incluye la revisión bibliográfica referente al tema.

1.6.2.2 Campo

Se realizará recolección de datos en campo mediante el muestreo de perforación diamantina, supervisión y seguimiento en cada etapa del muestreo, cumpliendo con el protocolo definido para la cadena de custodia durante el proceso de muestreo.

1.6.2.3 Análisis e interpretación de datos

Una vez concluida la etapa de campo, se desarrollará el registro y análisis de datos en formato digital; permitiendo la elaboración de tablas

que conformaran la base de datos, que será usada como herramienta de soporte para procesar, interpretar y presentar los datos.

TABLA 1.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES						
Nro.	ACTIVIDADES		INICIO	MESES	FINAL	
1	Gabinete		Sub actividades			
		1.1	Modificatoria EIA	Jul-17	4	Oct-17
		1.2	Licencias sociales	Set-17	6	Ene-18
		1.3	Contratación de personal	Dic-17	1	Dic-17
		1.4	Licitación de empresa perforista	Feb-18	2	Mar-18
2	Campo					
		2.1	Perforación diamantina	May-18	7	Nov-18
		2.2	Logueo geológico	May-18	8	Dic-18
		2.3	Corte y muestreo	May-18	8	Dic-18
		2.4	Resultados geoquímicos	May-18	8	Dic-18
		2.5	"Stand By"	Ene-19	21	Set-20
3	Interpretación de datos					
		3.1	Organizar los datos	Set-20	2	Oct-20
		3.2	Redacción de la tesis	Oct-20	2	Nov-20
		3.3	Resolver observaciones	Oct-20	3	Dic-20
		3.4	Elaboración de cuadros, resultados y conclusiones finales	Oct-20	5	Ene-21

Fuente: Elaboración propia para el estudio

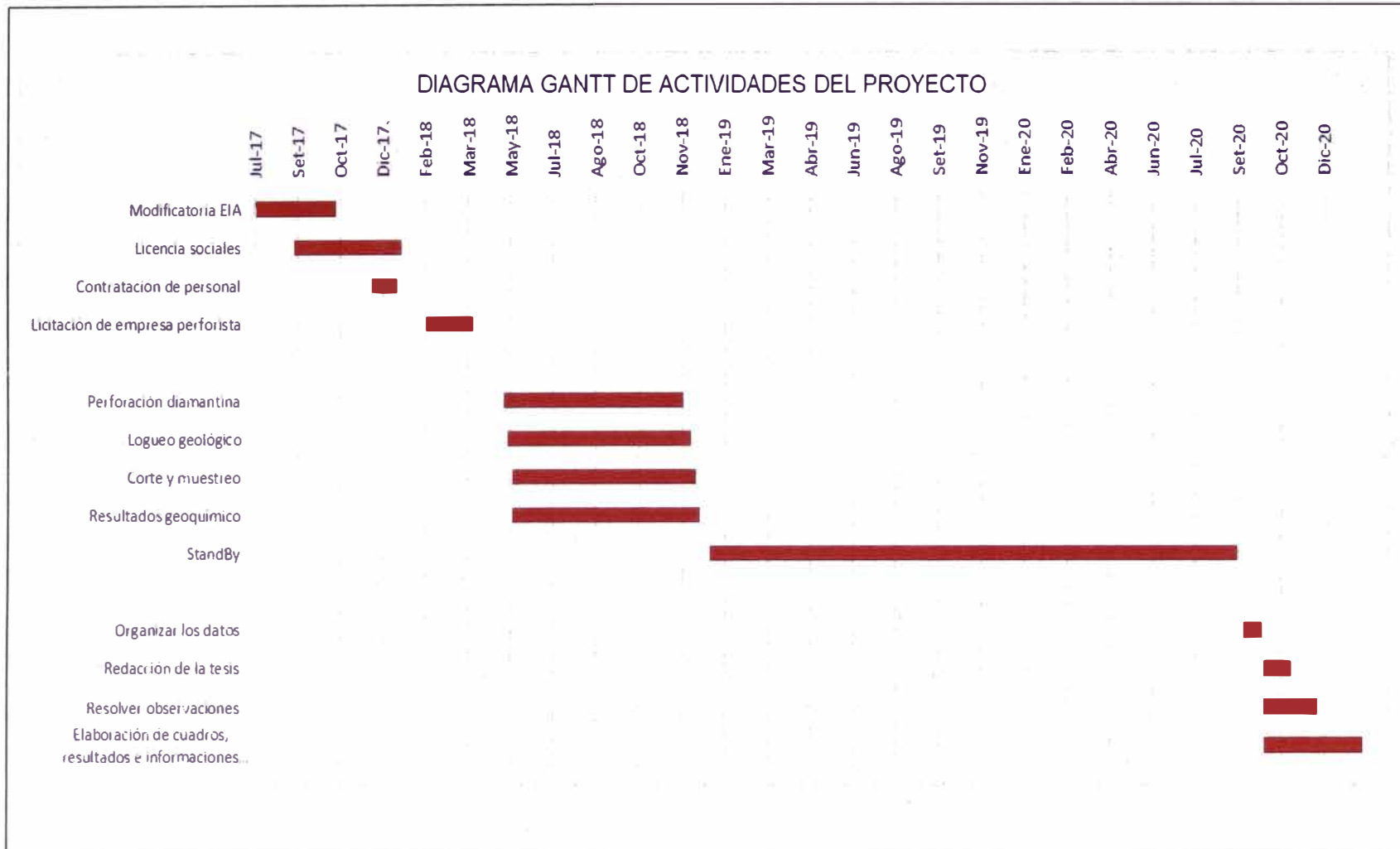


FIGURA 1.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Fuente: Elaboración propia para el estudio

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.1.1. Duplicado de Campo “mal llamada Muestra Gemela” (DC)

Se les debe llamar duplicados de campo. Son muestras que se obtienen inmediatamente después de realizar el corte (50% de la muestra original). Ambas deben ser muestreadas en las mismas condiciones, analizadas en el mismo lote y laboratorio. Durante la campaña 2018 se colocó inmediatamente después de la muestra original. Esta muestra sirve para evaluar el error de muestreo.

2.1.2. Duplicado grueso (DG)

Son muestras que se obtiene luego de una fase de chancado y cuarteo, éstas se obtienen en el laboratorio y deben ser analizadas con diferente codificación y en el mismo lote que contiene a la muestra original. Se utiliza para verificar la precisión dentro del laboratorio.

2.1.3. Duplicado fino/Duplicado de pulpa (DP)

Son muestras que se obtiene luego de una fase de pulverizado, éstas se obtienen en el laboratorio y deben ser analizadas con diferente codificación y en el mismo lote que contiene a la muestra original. Se utiliza para verificar la precisión dentro del laboratorio.

2.1.4. Blanco fino (BF)

Son muestras de material estéril pulverizado, que deben ser insertadas aleatoriamente y a continuación de muestras fuertemente mineralizadas, y que se utilizan para determinar si se produce contaminación durante el proceso de análisis.

2.1.5. Blanco grueso (BG)

Son muestras de material estéril, con granulometría gruesa, que deben ser sometidas a todo el proceso de preparación en conjunto con las demás muestras ordinarias, y que deben ser insertadas aleatoriamente y a continuación de muestras fuertemente mineralizadas. Los blancos gruesos permiten evaluar si se produce contaminación durante la preparación.

2.1.6. Muestras Estándar/Material de referencia (MR)

Son muestras elaboradas bajo condiciones especiales que contienen valores fijos con valores certificados. Estos deben formar parte de los lotes analizados tanto por el laboratorio primario como por el laboratorio secundario.

Los estándares se utilizan para evaluar la exactitud analítica, en conjunto con las muestras de control externo. Al elegir los estándares se recomienda seleccionar, en lo posible, materiales de composición aproximadamente similar a la de las muestras ordinarias, a los efectos de reducir al mínimo el efecto analítico de la matriz mineral.

2.1.7. Duplicado externo

Son el conjunto de muestras previamente pulverizadas y analizadas que serán seleccionadas y enviadas a un segundo laboratorio para verificar la exactitud analítica del primero laboratorio.

2.1.8. Pruebas de granulometría

Como parte de los controles externos también se debe solicitar al laboratorio secundario que realice chequeos granulométricos a una parte de las

pulpas, con el fin de chequear la calidad de la pulverización en el laboratorio primario.

2.1.9. Contaminación

Es la transferencia involuntaria de material de una muestra o del medio circundante a otra muestra. Al preparar o analizar algunas muestras, particularmente las que tienen un alto contenido de mineralización, es posible que cierta porción de una muestra o de una solución quede retenida accidentalmente en el equipo, brochas o guantes, y contamine las muestras siguientes. La contaminación se controla a través de las muestras blancas, que son muestras estériles, en las cuales los elementos a evaluar se encuentran presentes en cantidades inferiores o muy cercanas a los correspondientes límites de detección.

Es importante mencionar que la colocación de las muestras de control y ubicación de estas dentro del "batch" es responsabilidad principal del geólogo encargado del QA/QC.

Dentro de la campaña 2018 se mantuvo constante la cantidad de muestras de referencia dentro del lote y se fue variando los restantes para llegar al porcentaje recomendado.

Fuente: Consorcio Minero Palcawanka S.A.C. 2011 y 2015, Informe final campaña de exploración

Fuente: UEA Orcopampa – CIA Minas Buenaventura. 2014. Manual de muestreo y exploración.

2.1.10 Recursos minerales.

Es una concentración u ocurrencia de material de interés económico intrínseco en o sobre la corteza de la Tierra en forma y cantidad en que haya

probabilidades razonables de una eventual extracción económica. Los Recursos Minerales se subdividen, en orden ascendente de la confianza geológica, en categorías de Inferidos, Indicados y Medidos.

2.1.11 Recurso Mineral Inferido.

Es aquel Recurso Mineral del cual se puede estimar el tonelaje, ley y contenido de mineral, con un bajo nivel de confianza. Se asume, pero no se certifica la continuidad geológica ni la ley. Se basa en información inferida mediante técnicas apropiadas de localizaciones como pueden ser afloramientos, zanjas, laboreos y sondajes que pueden ser limitados o de calidad y confiabilidad incierta.

2.1.12 Recurso Mineral Indicado.

Es aquel Recurso Mineral estimado con un nivel razonable de confianza. Se basa en información sobre exploración, muestreo y pruebas reunidas mediante técnicas apropiadas como pueden ser, zanjas, túneles, laboreos y sondajes. Las ubicaciones están demasiado espaciadas o su espaciamiento es inapropiado para confirmar la continuidad geológica y/o de ley, pero está espaciada con suficiente cercanía para que se pueda suponer continuidad.

2.1.13 Recurso Mineral Medido.

Es aquel Recurso Mineral que puede estimarse con un alto nivel de confianza. Se basa en la exploración detallada e información confiable sobre muestreo y pruebas obtenidas mediante técnicas apropiadas. Las ubicaciones están espaciadas con suficiente cercanía para confirmar continuidad geológica y/o de la ley.

2.1.14 Reserva Mineral.

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido o Indicado. Incluye dilución de materiales y tolerancias por pérdidas que se puedan producir cuando se extraiga el material. Las Reservas de Mena se subdividen en orden creciente de confianza en Reservas Minerales probables y Reservas Minerales. Probadas.

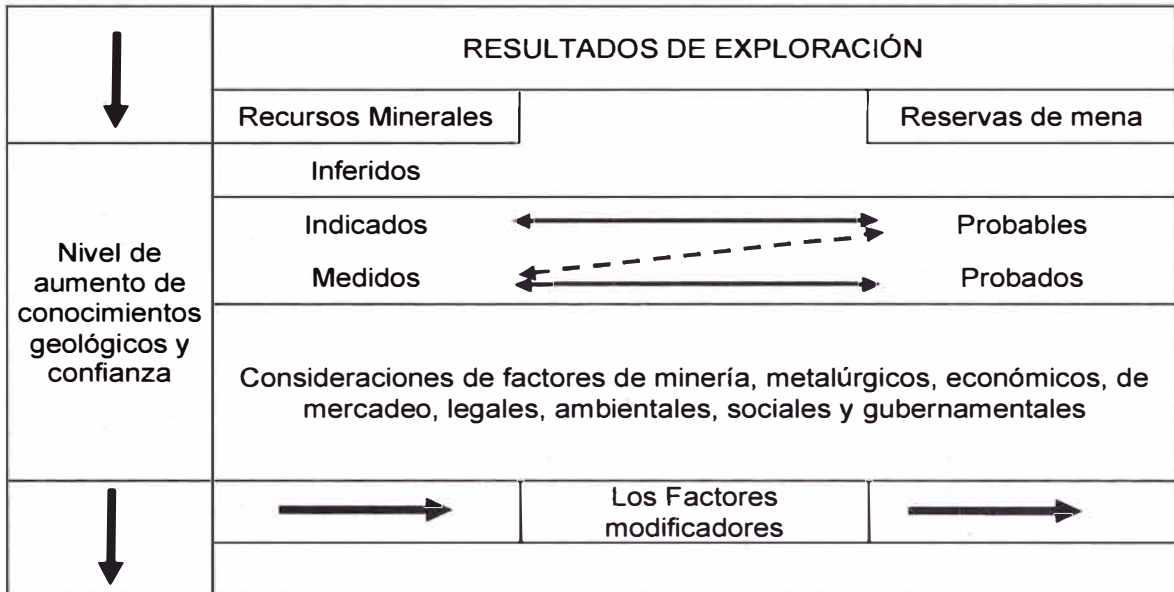
2.1.15 Reserva Mineral Probable.

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Indicado y en algunas circunstancias Recurso Mineral Medido. Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que puedan producirse cuando se explota el material. Está sustentado por estudios de factibilidad, e incluyen la consideración de factores modificadores razonablemente asumidos de: minería, metalúrgicos, económicos, legales, medioambientales, sociales y gubernamentales.

2.1.16 Reserva Mineral Probada.

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido que está listo para ser minado. Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que se pueden producir cuando se explota el material. Se han realizado evaluaciones apropiadas como estudios de factibilidad, e incluyen la consideración de modificaciones por factores fehacientemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercados, legales, ambientales, sociales y gubernamentales.

TABLA 2.1 RELACIÓN GENERAL ENTRE RESULTADOS DE EXPLORACIÓN, RECURSOS Y RESERVAS MINERALES



Fuente: Modificado a partir de <https://post.geoxnet.com/codigo-jorc-recursos-y-reservas-minerales/>

2.2 DEFINICIÓN DE LAS PRUEBAS Y CONTROLES A REALIZARSE.

Los criterios de evaluación tienen por objeto evaluar la precisión, la exactitud y la contaminación, lo que se logra mediante la inserción regular de muestras de control. La evaluación del Control de Calidad se hace del siguiente modo:

2.2.1 Error del muestreo

- En el muestreo, a través de muestras duplicados de Campo (DC).

2.2.2 Precisión del Laboratorio Primario

- En la preparación o el cuarteo, a través de duplicados gruesos.
- En el análisis, a través de duplicados de pulpa.

2.2.3. Exactitud del laboratorio primario:

- En el mismo laboratorio, a través de los estándares;
- En un laboratorio secundario, a través de duplicados externos.

2.2.4. Contaminación en el laboratorio primario:

- Durante la preparación, a través de los blancos gruesos;
- Durante el análisis, a través de los blancos finos.

2.2.5. Precisión, exactitud y contaminación del laboratorio secundario:

En los lotes de control, mediante la inserción de duplicados, estándares y blancos finos en los lotes de control.

Para evaluar los resultados del control de calidad se utiliza comúnmente el principio del Reconocimiento de patrones. Mediante la preparación de gráficos especializados, se representan los datos y se visualizan los diversos tipos de errores. En dichos gráficos participan parámetros como el error relativo (ER), el límite de detección inferior (LDI) y superior (LDS), la desviación estándar (DE), el promedio de la población (AV), el mejor valor de una muestra estándar (MV), entre otros

La proporción de muestras de control puede ser ajustada durante el programa en dependencia de los resultados. Sin embargo, se recomienda que en un principio las muestras de control comprendan un 20% del número total de muestras enviadas al laboratorio. Adicionalmente, los lotes de control externo también deben incluir duplicados de los propios duplicados externos, además de estándares y blancos finos, para evaluar de modo independiente la precisión, la exactitud y la posible contaminación, en el laboratorio secundario.

TABLA 2.2 FRECUENCIA RECOMENDADA DE INSERCIÓN DE MUESTRAS DE CONTROL

TIPO DE MUESTRA DE CONTROL	ETIQUETA	FRECUENCIA DE INSERCIÓN	TIPO DE MUESTRA
Muestras Duplicos de Campo	DC	2% (1 en 30 -50)	Duplicados (6%)
Duplicados gruesos*	DG	2% (1 en 30 -50)	
Duplicados de pulpa*	DP	2% (1 en 30 -50)	
MRs** (muestras de referencia, estándar de oro alto, medio y bajo)	SGA	2% (1 en 20, alternada)	MR (6%)
	SGM	2% (1 en 20, alternada)	
	SGB	2% (1 en 20, alternada)	
Blancos gruesos*	BG	2% (1 en 30 -50)	Blancos (4%)
Blancos finos**	BF	2% (1 en 30 -50)	
Controles Externos***	CE	4% (1 en 20)	Controles externos (4%)
* Para ser analizado en el laboratorio primario			
** Para ser analizado en los laboratorios primario y secundario			
*** Para ser analizadas en el laboratorio secundario (no incluyen las muestras de control de estos lotes, que deben ser considerados de modo adicional)			

Fuente: AMEC Foster Wheeler (2011; 2015)

2.3. DEFINICIÓN DE QA/QC. PROCEDIMIENTOS DE QA.

El programa de Aseguramiento y Control de la Calidad (ACC), también conocidos por sus siglas en inglés como QA/QC (“Quality Assurance/Quality Control”), son un conjunto de actividades programadas y planificadas, técnicas cuantificables y medibles que tiene por finalidad asegurar la calidad de la muestra, para garantizar que los datos generados sean confiables, de tal forma que permitan su utilización en estimaciones de recursos y reservas, control de leyes y reconciliaciones, etc. Entonces podemos resumir que:

2.3.1. Quality Assurance (QA)

Conjunto de actividades planificadas implementadas para asegurar la calidad del muestreo, principalmente primario. **PREVENCIÓN.**

2.3.2. Quality Control (QC)

Conjunto de actividades o técnicas para monitorear, identificar errores y realizar acciones correctivas; principalmente durante el muestreo secundario y análisis. **DETECCIÓN**

En un programa QA, en el entendido que dentro del muestreo primario es donde más errores se comenten, se debe tener o aplicar ciertos procedimientos adecuados para asegurar la calidad. Esto implica desde la extracción del testigo pasando por el corte, muestreo hasta el transporte hacia el laboratorio.

Durante la perforación de testigos se tiene que buscar la mejor representatividad (broca de diámetros correctos), un correcto equipo humano de perforación, maquinaria de perforación en excelente estado, uso de los lodos y correcto manipuleo de los testigos, desde la colocación en las canaletas para su limpieza hasta la colocación en las cajas porta testigos cuidando siempre que el final de la corrida anterior coincida con el inicio de la siguiente corrida. Es geólogo de pozo debe cuidar que se cumplan todas estas recomendaciones.

Una parte importante del aseguramiento de la calidad es la determinación de la Distancia Óptima de Muestreo, que se tiene que hacer con métodos geoestadísticos (Canchaya, com. Personal).

Durante el transporte se tiene que cuidar la integridad de las cajas porta testigo para que no lleguen a mezclarse ni generar segregación cuando el material este triturado. Se debe tener una conducción adecuada y procurar que las cajas lleven esponja para cuidar los testigos.

Al momento de marcar los tramos de muestreo evitar incluir material mineralizado dentro de los tramos estériles. Durante el marcado y corte de testigos se tiene que buscar la máxima proporcionalidad y semejanza entre las dos partes, teniendo en cuenta la distribución del mineral económico.

Al momento del muestreo se deben tener ciertos cuidados: Utilizar siempre guantes descartables para la manipulación de las muestras, nunca utilizar guantes de cuero felpudos o de algodón; utilizar paños húmedos para la limpieza de las manos, equipos y aparejos de muestreo. De ser necesario utilizar rociador o aspersor para humedecer la muestra y nunca brocha. De tener material suelto utilizar una lámina separadora y una espátula adecuadas de metal de la mitad del diámetro de las canaletas de la caja porta testigo.



FIGURA 2.1. FORMA CORRECTA DE MUESTREO DE MATERIAL SUELTO CON LAS HERRAMIENTAS ADECUADAS.

Fuente: Samuel Canchaya Moya. Curso Introducción a la teoría del muestreo "Theory of Sampling" (TOS)

Para el transporte de las muestras hacia el laboratorio, para su análisis geoquímico, se debe establecer un formato de cadena de custodia donde se involucre y detalle a los encargados de cada etapa del muestreo, desde la extracción del testigo pasando por el corte, muestreo hasta el transporte hacia el laboratorio.

Finalmente, la mitad no muestreada y los rechazos se deben almacenar de forma correcta, cada caja con su respectiva tapa.



FIGURA 2.2 FORMA CORRECTA DE ALMACENAR LAS CAJAS DE TESTIGOS Y LOS RECHAZOS

Fuente: Consorcio Minero Palcawanka S.A.C. 2011 y 2015, Informe final campaña de exploración

Todo esto debe ser registrado en el protocolo de muestreo y difundido para conocimiento de todo el personal involucrado

2.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PRINCIPALES CÓDIGOS MINEROS.

2.4.1. Código Minero Australiano (JORC)

El Código Australiano para la presentación de informes de resultados de exploración, fue publicado por primera vez en 1989; luego de una posterior revisión se volvió a publicar a fines del 2012. Desde 1989 y 1992, este código se ha incorporado a las Normas de Cotización de las Bolsas de Australia y Nueva Zelanda “Stock”; por lo que su cumplimiento es obligatorio para listados de empresas públicas

en Australia y Nueva Zelanda, Guerrero, M. (2015). Debe ser considerado al preparar informes de resultados de exploración, así como recursos y reservas minerales. Se debe aplicar para todo reporte público, ya que está orientado a informar a los inversionistas.

Este código presenta algunas especificaciones:

Fija estándares mínimos para el reporte público de resultados de la exploración, así como recursos y reservas minerales en Australia y New Zelandia.

- Entrega un sistema obligatorio de clasificación de estimados de tonelaje y ley de acuerdo con el conocimiento geológico y consideraciones técnico-económicas.
- Requiere que los reportes públicos se basen en el trabajo desarrollado por una Persona Competente (JORC).
- Entrega guías detalladas sobre los criterios que deben ser considerados al preparar informes de resultados de exploración, así como recursos y reservas minerales.
- Se aplica a los reportes públicos, preparados para informar a los inversionistas o potenciales inversionistas y sus consejeros.

2.4.1.1 Principios del Código JORC

- **Transparencia:** La información debe ser presentada claramente, sin ambigüedades.
- **Materialidad:** Los reportes deben contener toda la información razonablemente requerida y esperada.
- **Competencia:** Los reportes públicos deben estar refrendados por una Persona Competente.
- **Persona Competente (JORC):** Requisitos

aproximadamente similares a los especificados para NI-43-101.

2.4.2 Canadá: NI-43-101

En 1970 Canadá establece la clasificación de reservas requeridas por el “Canadian Securities Administrators” (CSA), la National Policy 2-A. Se publica nuevamente en 2000 y se convierte en ley a partir del 1 de febrero de 2001. Las especificaciones básicas del NI 43-101 se ajustan a las definiciones de Recursos y Reservas Minerales del CIM (“Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum”), Guerrero, M. (2015).

- Toda emisión de información científica y técnica debe basarse en información preparada por una Persona Calificada (“Qualified Person”, o QP).
- En ciertas circunstancias, se requiere que se emita y se archive un Informe Técnico (“Technical Report”) preparado por una Persona Calificada como fundamentación para emitir información escrita.
- En algunas circunstancias la Persona Calificada debe ser independiente del órgano emisor de la información.
- La Persona Calificada (NI 43-101) debe tener al menos cinco años de experiencia relevante; así como ser miembro de una organización profesional reconocida, con mecanismos eficientes de auto regulación.

2.4.3 Estados Unidos The SME Guide

2.4.3.1 Principios rectores

La Guía SME busca garantizar la transparencia, la materialidad y la competencia en los informes sobre información de exploración, recursos o reservas minerales preparados por o para la Compañía que posee un depósito o depósitos minerales para informar a terceros, como inversores o posibles inversores y sus asesores, o para satisfacer requisitos reglamentarios (a los que se hace

referencia en el presente como Informes Públicos, ya sea que se utilicen para fines públicos o privados).

- **La transparencia:** requiere que el lector de un Informe Público cuente con información suficiente, cuya presentación sea clara e inequívoca, para comprender el Informe Público y no ser engañado.

- **La materialidad:** requiere que un Informe Público contenga toda la información relevante con el fin de emitir un juicio razonado y equilibrado con respecto a la Información de Exploración, Recursos Minerales o Reservas Minerales que se reportan.

- **La competencia:** requiere que el informe público se base en el trabajo que es responsabilidad de profesionales de la industria minera debidamente calificados y con experiencia denominados Personas Competentes que sean Miembros Registrados de SME o miembros elegibles de otra Organización Profesional Reconocida (RPO) sujeto a un código de ética profesional aplicable y con reglas de conducta (http://www.smenet.org/SME/media/Publications-Resources/SMEGuideReporting_092017.pdf)

2.4.4 Sudáfrica: SAMREC,

El Código Sudafricano para el Informe de Resultados de Exploración, Recursos Minerales y Reservas Minerales (el Código SAMREC) establece estándares mínimos, recomendaciones y pautas para el Informe Público de Resultados de Exploración, Recursos Minerales y Reservas Minerales en Sudáfrica. Ha sido elaborado por el Comité SAMREC (anteriormente el Grupo de Trabajo SAMREC) del Comité de Normas SAMCODES (SSC) bajo los auspicios conjuntos del Instituto de Minería y Metalurgia de África Austral (SAIMM) y la Sociedad Geológica de Sudáfrica (GSSA).

La primera versión del Código SAMREC fue emitida en marzo del 2000. El Código ha sido adoptado por SAIMM (Instituto de Minería y Metalurgia de África Meridional), GSSA (Sociedad Geológica de Sudáfrica), SACNASP (Consejo Sudafricano de Profesiones Científicas Naturales), ECSA (Consejo de Ingeniería de Sudáfrica), IMSSA (Instituto de Topógrafos de Minas del Sur de África) y SAGC (Consejo Sudafricano de Geomática), y es vinculante para los miembros de estas organizaciones. En 2007 se emitió una segunda edición del código SAMREC y en el 2009 se publicó una enmienda. En mayo del 2016 se publicó una tercera edición que entró en vigor en enero del 2017, reemplazando a la versión anterior del Código.

2.4.4.1 El propósito del código SAMREC

El Código SAMREC establece estándares mínimos, recomendaciones y pautas para la presentación de informes públicos para resultados de exploración de minerales sólidos, recursos y reservas minerales en Sudáfrica. Los productos básicos (o minerales sólidos) cubiertos incluyen metales básicos, metales preciosos, productos a granel (mineral de hierro, manganeso, bauxita), carbón, piedras de dimensión, piedras preciosas (por ejemplo, diamantes, rubíes, esmeraldas, etc.) y arenas minerales, pero excluyen el petróleo, gas y agua. Es un requisito de las compañías mineras que figuran en JSE (Bolsa de Valores de Johannesburgo) informar de acuerdo con las pautas del Código SAMREC y SAMVAL (Código Sudafricano para la Notificación de Valoración de Activos Minerales), generalmente en forma de un Informe de personas competentes (CPR).

Los informes públicos son preparados con el propósito de informar a los inversores o posibles inversores y sus asesores, sobre los resultados de exploración, recursos

o reservas minerales; incluyen prospectos, informes anuales y trimestrales de la empresa, comunicados de prensa, memorandos de información, documentos técnicos, publicaciones en sitios web, presentaciones públicas y anuncios en las redes sociales.

El Código tiene como objetivo contribuir a ganar y mantener la confianza de los inversores y otras partes interesadas, mediante la promoción de altos estándares de informes de estimaciones de depósitos minerales (Recursos Minerales y Reservas Minerales) y el progreso de exploración.

El código SAMREC:

- Proporciona estándares mínimos para la presentación de informes de resultados de exploración, recursos y reservas minerales;
- Agrega credibilidad a las declaraciones de los promotores de proyectos y ayuda en las comparaciones debido a una base uniforme de declaración.
- Asiste a los profesionales brindándoles orientación.
- Asiste a la Persona Competente a demostrar la legitimidad de la declaración y brinda credibilidad al Informe Público.

2.4.4.2 Principios rectores

Se reconoce que ningún documento por sí solo podría cubrir todas las prácticas o estándares aceptados de la industria dada la variedad de productos básicos, tipos de depósitos, métodos de extracción y procesos metalúrgicos disponibles. Los siguientes principios deben ser considerados en la aplicación del Código:

- **Materialidad:** Un Informe Público contiene toda la información relevante que los inversionistas y sus asesores profesionales razonablemente requerirían, y esperarían encontrar, con el fin de emitir un juicio razonado y equilibrado.

- **Transparencia:** El lector de un Informe Público debe contar con información suficiente, cuya presentación sea clara e inequívoca. En el Código se enfatiza que la Persona Competente no debe permanecer callada sobre cualquier tema por el cual la presencia o ausencia de comentarios pueda afectar la percepción pública o el valor del depósito.
- **Competencia:** El Informe Público se basa en el trabajo que es responsabilidad de personas debidamente calificadas y experimentadas que están sujetas a un código de ética profesional. El autor del informe público debe estar convencido de que: su trabajo no ha sido influenciado indebidamente por la organización, empresa o persona que encarga un informe.
(<https://www.samcode.co.za/samcode-ssc/samrec>)

TABLA 2.3 LISTA DE DIFERENTES CÓDIGOS INTERNACIONALES

N°	NOMBRE	CODIGO	PAIS
1	"Australasian Code for Mineral Resources and Ore Reserves Reporting of Exploration Results"	"The JORC Code"	Australia
2	"Standards on Mineral Resources and Mineral Reserves Prepared By CIM Standing Committee"	"National Instrument" 43-101	Canadá
3	"A Guide for Reporting Exploration Information, Mineral Resources, and Mineral Reserves"	"The Society for Mining, Metallurgy, and Exploration Code"	USA
4	"South African Code for Reporting of Mineral Resources and Mineral Reserves".	"The SAMREC"	Sudáfrica
5	"Code for Reporting of Mineral Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves".	"The Reporting Code"	Reino Unido - Europa
6	Código para la Certificación de Prospectos de Exploración, Recursos, y Reservas Mineras.	Ley 20 235	Chile
7	"Code for Reporting of Mineral Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves".	"NAEN Code"	Rusia

Fuente: Elaboración propia para el estudio

El propósito principal de los códigos de informes internacionales es garantizar que la información engañosa, errónea o fraudulenta, relacionada con las propiedades minerales, no se publique ni se promueva entre los inversores en las bolsas de

valores. El ímpetu para desarrollar estos códigos provino de “Poseidon Nickel Bubble” (Australia Occidental) (1970) que impulsó el desarrollo del Código JORC (publicado por primera vez en 1989) y más tarde, después del escándalo Busang o Bre-X (Indonesia), en 1997; después de lo cual se desarrollaron y publicaron los demás códigos. En ambos casos, los inversores recibieron informes sobre la ley y el tonelaje de los respectivos depósitos que no estaban fundamentados y no se basaban en principios científicos. La información fue fraudulenta. Los precios de las acciones aumentaron debido a estas revelaciones fraudulentas hasta que se supo la verdad, momento en que las acciones dejaron de tener valor.

2.5. ANÁLISIS DE LOS TIPOS DE ENSAYOS A REALIZARSE.

Se envía “batchs” de 66 muestras, que llegan en lotes a las instalaciones del laboratorio CERTIMIN S.A. El laboratorio cuenta con su propio protocolo de preparación de muestras.

Las muestras son enviadas al laboratorio acompañadas de un listado, con su correspondiente identificación y un documento de cadena de custodia, desde el campamento del Proyecto Palcawanka hacia Lima.

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio CERTIMIN, utilizando los siguientes métodos analíticos:

TABLA 2.4 MÉTODOS ANALÍTICOS ESTABLECIDO DEL LABORATORIO CERTIMIN S.A.

N°	ANÁLISIS	CÓD. SERVICIO	MÉTODO	DESCRIPCIÓN
1	Au	G0108	IC-EF-01	Muestras de exploración geoquímica: Análisis de Oro por ensayo al fuego - AAS
2	Ag	G0002	IC-VH-12	Muestra tipo mena: análisis multielemental por AAS - Digestión multiácida (HF, HClO ₄ , HNO ₃ y HCl)
3	Pb	G0077	IC-VH-13	Muestra tipo mena: análisis multielemental por AAS - Digestión multiácida (HF, HClO ₄ , HNO ₃ y HCl)
4	Zn	G0388	IC.VH-13	Muestra tipo mena: análisis multielemental por AAS - Digestión multiácida (HF, HClO ₄ , HNO ₃ y HCl)
5	Varios*	G0176	IC-VH-59	Análisis multielementos - digestión multiácida ICPOESMS

Fuente: CERTIMIN S.A.

CAPITULO III

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1. ANTECEDENTES

El proyecto Palcawanka tiene alrededor de 10 años como proyecto exploratorio, durante las cuales se ha realizado varias campañas exploratorias principalmente de perforación diamantina.

Como trabajos complementarios se realizaron campañas de mapeo y extracción de muestras superficiales en canaletas.

Durante el año 2011, en el proyecto Palcawanka se realizó la 1ra campaña de perforación diamantina, ejecutándose 24 sondajes acumulando 5,751 m. Logrando identificar los primeros cuerpos mineralizados.

Para el año 2015 se retomó las labores de exploración programándose una 2da campaña de perforación diamantina de 32,000 m, con el objetivo de definir el tipo de yacimiento y modelo geológico; así como triplicar y recategorizar los recursos minerales. La campaña 2015 finalizó con 34,501.50 m y un total de 74 sondajes.

Durante el 2018 se programó una tercera campaña de perforación con 5,500m iniciales distribuidos en 7 plataformas y 14 sondajes, lográndose al final perforar en esta etapa 9,230.85 m, gracias a una ampliación en los metrajes por los buenos resultados que se tenían.

Los objetivos principales de la campaña 2018 fueron: demostrar la continuidad hacia el Este de los cuerpos reconocidos durante las campañas 2011-2015, incremento de

recursos minerales encontrados en las campañas anteriores y determinar la existencia o mayor evidencia de un yacimiento tipo pórfido en profundidad.

3.2 UBICACIÓN Y ACCESO

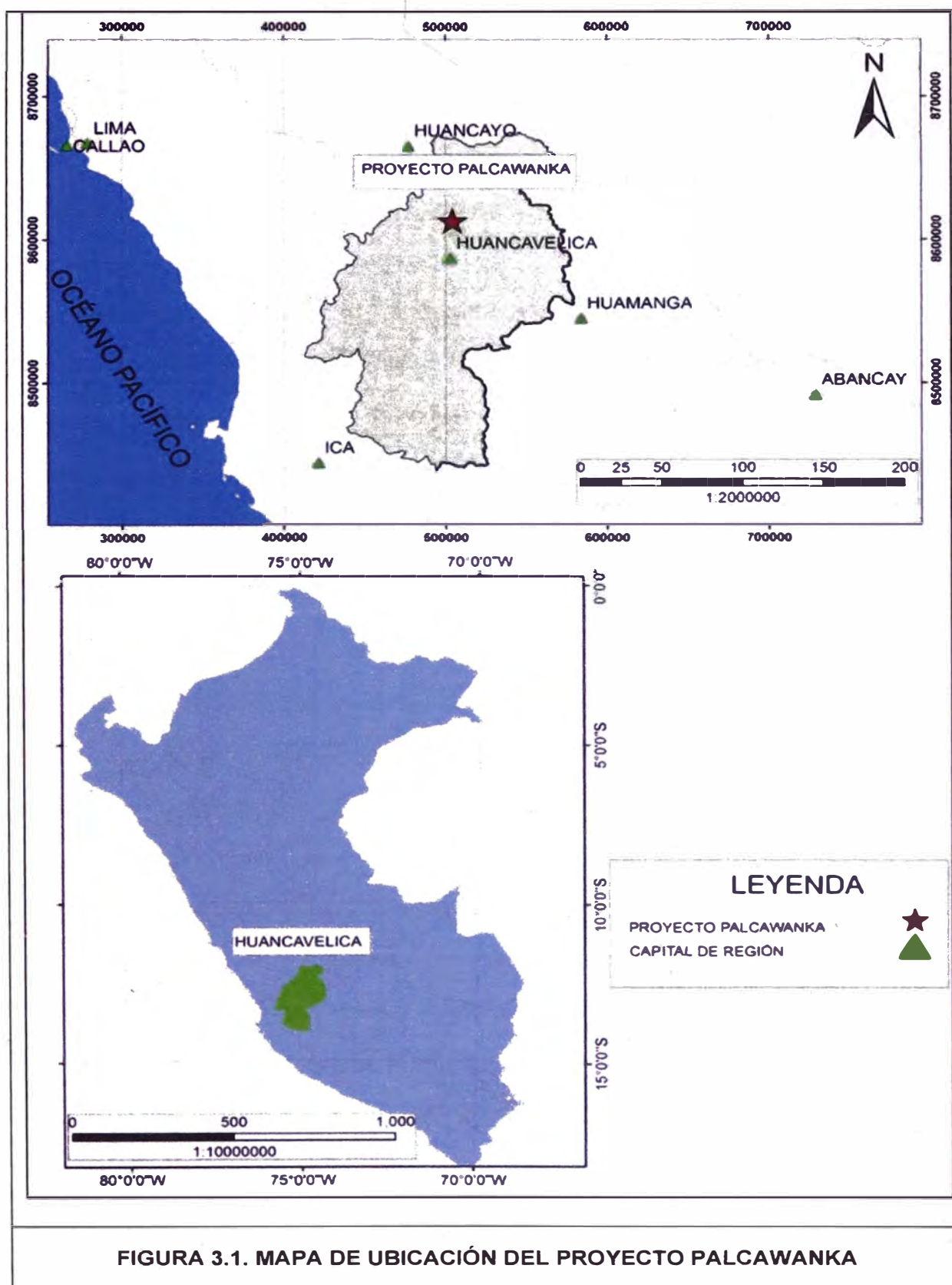
El proyecto Palcawanka se ubica en el distrito de Palca, provincia de Huancavelica, departamento de Huancavelica, en la parte central de la Cordillera Occidental entre altitudes que van desde los 3,700 msnm a 4,200 msnm; y centrada aproximadamente en las coordenadas UTM 8'601,600N – 500,800E, WGS 84, zona 18S, Hoja 26-n Huancavelica y a 240 km al SE de la ciudad de Lima.

El acceso desde la ciudad de Lima puede ser mediante 2 vías:

TABLA 3.1 ACCESOS AL PROYECTO PALCAWANKA DESDE LIMA

1. VÍA TERRESTRE: 10:25 HORAS APROXIMADAS		
Lima - Huancayo	carretera asfaltada	08:00 horas
Huancayo-Huancavelica (desvío Palca)	carretera asfaltada	02:15 horas
Desvío Palca-Campamento Palca	carretera afirmada	00:10 horas
2.- VÍA COMBINADA (AÉREA/TERRESTRE): 04:00 HORAS APROXIMADAS		
Lima - Jauja	vía aérea	00:45 horas
Jauja - Huancayo	carretera asfaltada	00:45 horas
Huancayo-Huancavelica (desvío Palca)	carretera asfaltada	02:15 horas
Desvío Palca-Campamento Palca	carretera afirmada	00:10' horas

Fuente: Modificado a partir de Consorcio Minero Palcawanka S.A.C. 2018, Informe final campaña de exploración



Fuente: Elaboración propia para el estudio

3.3 ASPECTOS FÍSICOS

3.3.1 Topografía y Fisiografía

El proyecto presenta un relieve topográfico colinoso, inclinado a empinado, con presencia de pequeñas quebradas orientadas al río Tinllacla, el cual a su vez es un aportante del río Palca.

Las características fisiográficas del área del proyecto corresponden a superficies de relieve accidentado que están relacionadas directamente con las estribaciones de la cordillera andina y a formaciones rocosas. La pendiente predominante es de 20 a 30%. *(GEADES 2017, 1ra modificatoria DIA CMPSAC)*

3.3.2 Meteorología y Clima

En la Estación Meteorológica de Huancavelica, la temperatura máxima mensual, varía entre 14,2 °C (julio) a 17,5 °C (noviembre), el promedio de temperatura máxima anual es de 15,9°C. La temperatura media anual es 9,7 °C. La temperatura mínima mensual, varía entre 1,1 °C (julio) a 5,0 °C (febrero y noviembre), siendo el promedio de la temperatura mínima anual de 3,4 °C.

De acuerdo con los registros de la estación Huancavelica, se tiene que la precipitación es muy escasa, de lluvias estacionales. La precipitación máxima mensual es de 150,1 mm (enero), la precipitación mínima alcanza valores de cero. La precipitación total anual es de 662,4 mm.

En la Estación Meteorológica de Huancavelica, la Humedad Relativa Media Mensual varía entre 46,4% (mayo) a 99,8% (febrero y noviembre), siendo la Humedad Relativa Media Anual de 82,6%. *(GEADES 2017, 1ra modificatoria DIA CMPSAC)*

3.3.3 Hidrogeología

El área del proyecto Palcawanka, ubicada dentro de la concesión del mismo nombre se encuentra dentro de la Unidad Hidrográfica: Cuenca Mantaro, la cuenca hidrográfica del río Mantaro posee un área aproximada de 14 478,5 km², se inicia en el Lago Junín a 4080 m.s.n.m. y en su recorrido cruza los departamentos de Junín, Huancavelica y Ayacucho. El área del proyecto se emplaza específicamente en el área de la cuenca del río Tinllaclla la cual posee una extensión aproximada de 35 km² y una longitud aproximada de 11 km. A su vez, el río Tinllaclla forma parte del área de drenaje del río Palca, el cual pertenece a la subcuenca del río Ichu, cuya desembocadura es en la cuenca del río Mantaro. (GEADES 2017, 1ra modificatoria DIA CMPSAC)

3.4 PROPIEDADES MINERAS

El área del proyecto abarca un total de 5,973.79 Has y está conformada por nueve concesiones mineras de propiedad de Consorcio Minero Palcawanka S.A.C.

TABLA 3.2 PROPIEDADES MINERAS CONSORCIO MINERO PALCAWANKA SAC

CONCESIONES CONSORCIO MINERO PALCAWANKA	
Palcawanka 737.52 Has.	Palcawanka 5 de 900 Has.
Palcawanka 1 de 836.27 Has.	Palcawanka 6 de 900 Has.
Palcawanka 2 de 400 Has.	Palcawanka 7 de 400 Has.
Palcawanka 3 de 200 Has.	Palcawanka 8 de 800 Has.
Palcawanka 4 de 800 Has.	

Fuente: Modificado a partir de Consorcio Minero Palcawanka S.A.C. 2018, Informe final campaña de exploración

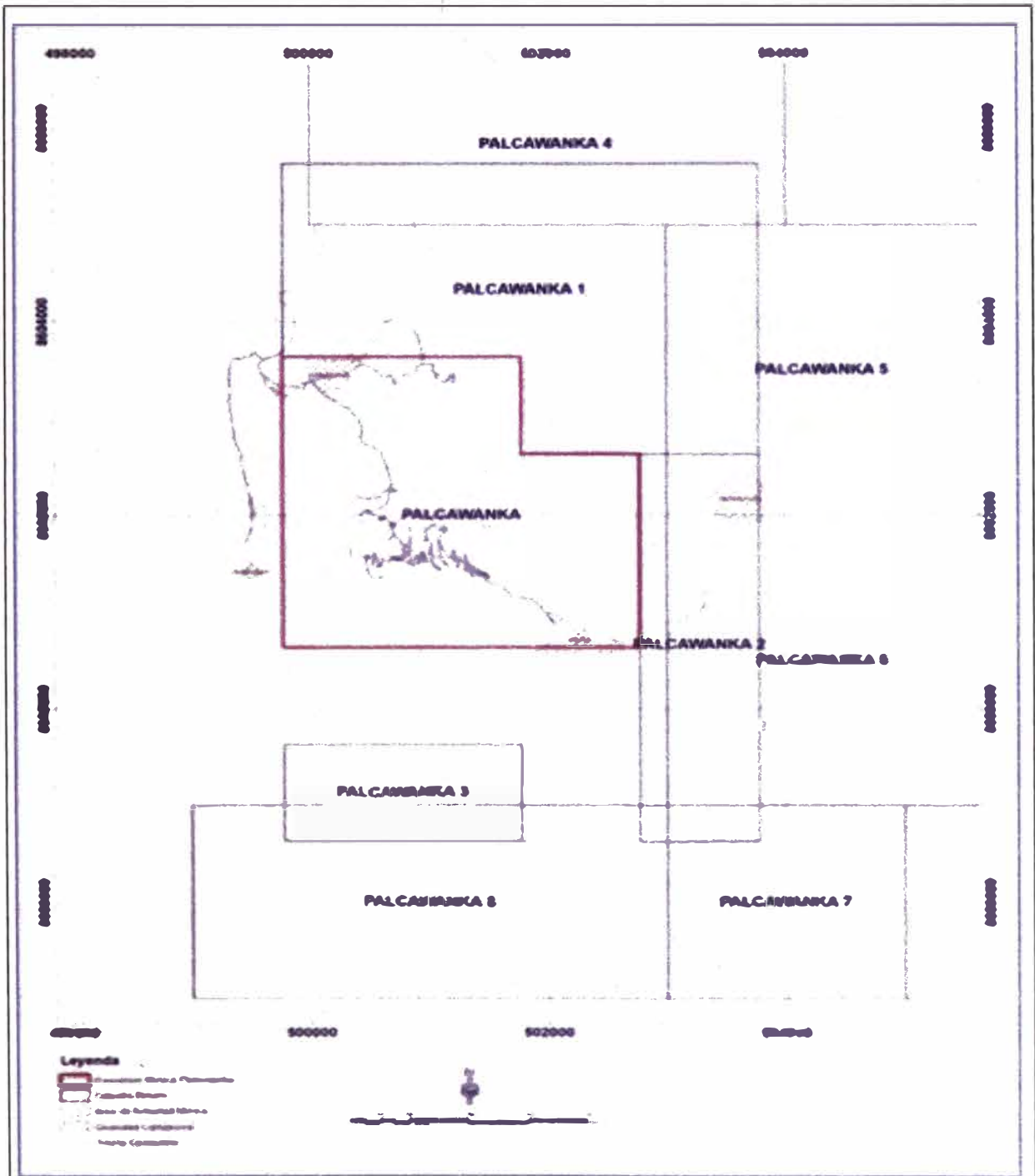


FIGURA 3.2 MAPA DE PROPIEDADES MINERAS CONSORCIO MINERO PALCAWANKA SAC.

Fuente: Consorcio Minero Palcawanka S.A.C. 2018, Informe final campaña de exploración

3.5 GEOLOGÍA REGIONAL

El desarrollo de la geología regional tiene como base de apoyo los trabajos realizados por *Morche, Wolfgang y Larico Cayo, Washington (1996). Geología del cuadrángulo De Huancavelica 26-n (Boletín A-73). INGEMMET*

3.5.1 Generalidades

Regionalmente y de acuerdo con la Carta Geológica Nacional a escala 1/100,000 del INGEMMET, se observa la secuencia mesozoica con las calizas del Grupo Pucará de edad Triásico sup-Jurásico inf, que suprayacen al Grupo Mitu en discordancia angular e infrayacen a las calizas Chunumayo del Jurásico medio. Discordantemente encima de la secuencia jurásica, se halla la secuencia areniscosa de la Formación Goyllarisquizga perteneciente al Cretáceo inferior y sobre ella se depositaron los sedimentos pelíticos carbonatados correspondientes a la Formación Chúlec. El volcanismo basáltico aparece en pulsos discretos, con culminaciones en el Pucará inferior-medio (Chambará/ Aramachay) y muy notorio en la transición entre las formaciones Goyllarisquizga y Chúlec constituyendo el miembro Chayllacatana de la Formación Goyllarisquizga

La secuencia mesozoica experimentó plegamientos y movimientos por varias fases tectónicas, causando en forma repetitiva la incursión de aguas marinas, y finalmente llevando toda la región a un ambiente de régimen erosional por la fase tectónica peruana. Las series volcánicas y volcano - sedimentarias del Paleógeno-Mioceno inferior se encuentra plegadas y falladas por la fase tectónica Quechua I del Mioceno medio, la cual presenta el último evento de plegamiento fuerte.

3.5.2 Estratigrafía

3.5.2.1 Jurásico inferior: Formación Condorsinga

Está constituida de calizas grises oscuras en bancos medianos y calizas claras con nódulos de chert, alcanzando un espesor aproximado de 200 m. Las formas fosilíferas más frecuentes son moluscos y ostrácodos. Hinojosa (1969) ha colectado fósiles que permiten darle una edad para esta formación de Pliensbachiano -Toarciano.

Se caracteriza por presentar bolsonadas cársticas y por la presencia de fósiles como lamelibranquios, corales y terebrátulas.

La orientación del eje de los plegamientos es aproximadamente NO-SE, aunque la mayor parte de los afloramientos se encuentra disturbados por efectos de intrusiones graníticas y de pórfidos dacítico.

En conjunto el Grupo Pucará en esta área tiene un grosor de 1,600 m.

3.5.2.2 Jurásico medio: Formación Chunumayo

Sobre la secuencia del Grupo Pucará se encuentran las calizas de la Formación Chunumayo, se les conoce desde las inmediaciones de la hacienda Chunumayo, continuando al Sur hacia el cuadrángulo de Huachocolpa.

La formación aflora en ambos márgenes del río Huachocolpa constituyendo el núcleo de un anticlinal, presentando una morfología escarpada.

Está constituida por la intercalación de calizas micríticas con calizas de grano medio a fino, ambas de coloración grisáceo y con un espesor de más o menos 150 m., continuando la secuencia calcárea con una coloración gris a marrón claro, intercalándose algunos delgados horizontes arcillosos.

En la parte media presenta nódulos de chert y bancos medianos de calizas areniscas y un mayor contenido arcilloso, tienen un grosor aproximado de 80 m.

Hacia el tope predominan las areniscas intercaladas con horizontes delgados de limoarcillitas y calizas espáticas.

Se halla infrayaciendo a la Formación Goyllarisquizga en contacto normal, suprayace la Formación Cercapuquio en el cuadrángulo de Huachocolpa

Edad y Correlación

La edad de esta formación es conocida mediante los estudios detallados realizados por WESTERMANN, G. et. al. (1980) en el lugar típico de Chunumayo, habiéndose determinado fósiles que indican una edad Bajociano.

Se le correlaciona en el Sur con las calizas de la Formación Socosani del área de Arequipa. En el Oriente correspondería a parte de la Formación Sarayaquillo.

3.5.2.3 Jurásico medio: Formación Cercapuquio

La formación Cercapuquio se encuentra en la parte SW del cuadrángulo de Huancayo. Se encuentra una formación de areniscas purpuras a grises, bien descritas por Harrison (1956, p. 23, 24 y 25).

La denominación formación Cercapuquio por estar bien desarrollado en la cercanía de la mina Cercapuquio. Harrison, midió dos secciones de esta formación: una en las crestas que separan los ríos Canipáco y Cercapuquio, y las considero de edad liásico inferior. Adoptamos la última sección como sección típica, allí la formación consta de 800 m. de areniscas y lutitas rojas a grises, ambas bien estratificadas; las areniscas varían de cuarzosas a micáceas y feldespáticas; generalmente presentan laminación y raras veces estratificación cruzada.

En los sitios donde se ve su base, la formación Cercapuquio descansa en concordancia o con ligera discordancia de erosión encima del grupo Pucara.

3.5.2.4 Cretáceo inferior: Grupo. Goyllarisquizga

Nombre dado por Mc LAUGHLIN, H.D. (1924) para las areniscas de Goyllarisquizga - Jatunhuasi. Posteriormente JENKS, W.F. (1951) lo denominó Formación Goyllarisquizga, y WILSON, J. (1963) lo elevó a nivel de grupo, describiendo a una secuencia eminentemente continental constituida por detritos cuarzosos, lutitas arcillosas, volcánicos lávicos, piroclásticos y calizas, en los Andes del Centro del Perú, principalmente en las partes altas y medias del Occidente Andino. Allí está dividido en cuatro formaciones, las cuales hacia el Este de la Cordillera Occidental y el Altiplano reducen su grosor teniéndose el grupo indiviso. Está ubicado en la parte Occidental del área de estudio (cuadrángulo de Huancavelica 26-n) y continúa a los cuadrángulos de Huancayo y Huachocolpa. Sus afloramientos plegados se encuentran con rumbo N-S sobreyaciendo a las calizas del Grupo Pucará. Se puede distinguir tres miembros

Miembro inferior está constituido por areniscas marrones con intercalaciones de estratos de limoarcillitas. La presencia de estratos carboníferos, hallazgos de troncos fosilizados y detritos poco trabajados sugieren un ambiente continental.

Miembro medio destacan las areniscas blanquecinas cuarzosas en estratos delgados que hacia el techo se presentan en estratos gruesos. En estas rocas los granos de cuarzo mayormente predominantes son subangulosos a subredondeados con cemento silíceo, resultando en una roca de alta resistencia al intemperismo. El tamaño de grano es medio a grueso presentándose lentes pequeños de conglomerados finos.

Miembro superior está constituido por una serie de lutitas alternando con areniscas de colores amarillentos hasta rojos-violáceos. Hacia el tope de las series areniscosas aparecen intercalados derrames lávicos, diferenciados y cartografiados como Formación Chayllacatana por YATES, R. et al. (1951) y NARVAEZ, S. y GUEVARA,

C. (1968). Se debe mencionar que las lavas aparecen también en el Chúlec inferior (p. ej. río Ichu), señalando un volcanismo transicional entre épocas de sedimentación areniscosa y calcárea.

La secuencia areniscosa tiene un espesor variable llegando hasta 200m aproximadamente. Estructuralmente forma parte de una serie de plegamientos con ejes N-S.

Edad y Correlación

Por la posición estratigráfica que ocupa en el área, que yacen en partes sobre las calizas Pucará, moderadamente falladas y en el techo subyaciendo en concordancia a los volcánicos Chayllacatana o a las calizas Chúlec de edad Albiano, se le atribuye una edad Neocomiano.

Se le puede correlacionar en el Sur con la Formación Huancané (Puno) y las areniscas de la Formación Hualhuani (Arequipa). En el Norte corresponden las Formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat del Grupo Goyllarisquizga.

3.5.2.5 Cretáceo inferior: Fm. Chayllacatana

En esta unidad se puede diferenciar derrames de lavas ofíticas hasta porfíricas con estructuras amigdaloides (vesiculares) de colores violáceos, definidas anteriormente por YATES, R. et al. (1951) y FERNANDEZ CONCHA, J. et al. (1952) con el nombre de Volcánicos Chayllacatana, en los alrededores de Huancavelica. Se les encuentra con su mejor desarrollo en la zona minera de Santa Bárbara al Sur de Huancavelica y en la hacienda Acobambilla, al Norte de Huancavelica.

Consiste en una secuencia volcánica sedimentaria de derrames basálticos de olivino de coloración predominante gris verdoso a verde olivo y gris violáceo interestratificadas con areniscas amarillentas-rojizas.

Estratigráficamente se encuentra concordante en la parte superior del Grupo Goyllarisquizga, constituyendo el tope de las secuencias de areniscas rojizas, sin embargo, todavía se le encuentra en alternancia con capas delgadas de estas areniscas, y subyace concordantemente a la Formación Chúlec. Se estima un espesor máximo superior de 200 m.

Obviamente las lavas y piroclásticos asociados representan un nuevo pulso de actividad magmática a nivel regional durante el Cretáceo inferior, culminando al fin del Cretáceo inferior, ¿Neocomiano?

Es justificado, debido al cambio litológico, la independencia de los volcánicos de la Formación Chayllacatana dentro del Grupo Goyllarisquizga, aun viendo eventos transicionales entre el Grupo Goyllarisquizga y la Formación Chulec

Edad y correlación

La formación está ampliamente desarrollada en el cuadrángulo de Huancavelica, donde subyace en concordancia a las calizas Albianas, similar relación se observa en otras partes de los Andes centrales. No contiene fósiles por lo que solamente se puede estimar una edad Neocomiano superior y se correlaciona con los derrames lávicos descritos por MEGARD, F. (1968) en el cuadrángulo de Huancayo, y con los volcánicos Chayllacatana en la hoja de Huachocolpa.

Coetáneamente aparece en la actual zona costanera el volcanismo del Grupo Casma con muchas similitudes con los volcánicos de la Formación Chayllacatana.

3.5.2.6 Cretáceo inferior: Chulec

En la región Central del Perú, Mc LAUGHIN, H.D. (1924) describió con el nombre de Formación Machay una secuencia calcárea compuesta de un miembro inferior llamado "Chúlec", y un miembro superior llamado "Pariatambo". Posteriormente BENAVIDES, V. (1956) elevó ambos miembros a la

categoría de formaciones asignándoles una edad Albiano, confirmado por las investigaciones de HILLEBRANDT, A. von (1970), entre otros.

A esta formación se le encuentra formando gran parte de la franja cretácea en la parte Occidental del cuadrángulo, sobreyaciendo en concordancia a las areniscas del Grupo Goyllarisquizga y los volcánicos Chayllacatana.

Litológicamente está constituida por lutitas calcáreas, en la base, pasando hacia arriba a margas interestratificadas con horizontes de calizas delgadas con una coloración amarillenta y con espesores inferiores a 50 cm. Estos estratos, que han favorecido la precipitación del cinabrio, contuvieron los depósitos de Botija Punco y otras minas, FERNÁNDEZ CONCHA, J. et al. (1952). A medida que se va ascendiendo al techo, los bancos de caliza son más gruesos alcanzando un espesor de un metro, intercalados con margas calcáreas nodulosas.



FIGURA 3.3 FOTO DE FORMACIÓN CHÚLEC: SINCLINAL AL SE DE HUANCVELICA.

Fuente: Morche, Wolfgang y Larico Cayo, Washington (1996) Geología del cuadrángulo De Huancavelica 26-n (Boletín A-73). INGEMMET

En la parte media de la secuencia se encuentra calizas micríticas de color gris claro con alto contenido de nódulos de chert las que continúan hacia el techo en bancos gruesos de color gris azulados con algunos horizontes de margas calcáreas, conteniendo fragmentos de conchillas en posición caótica.

Una colección de fósiles de las cercanías de Huancavelica, YATES, R. et al. (1951) dieron la siguiente fauna del Aptiano/Albiano inferior-medio:

Edad, y Correlación

La edad de estas calizas está definida por su posición estratigráfica y confirmada además mediante una fauna fosilífera.

Las relaciones estratigráficas observadas en la parte Occidental del cuadrángulo, donde estas calizas sobreyacen a las areniscas Neocomianas del Goyllarisquizga y frecuentemente sobreyacen a su miembro superior, los volcánicos de la Formación Chayllacatana, permiten atribuirles una edad del Albiano medio.

3.5.2.7 Cretáceo superior: Fm. Casapalca

Esta formación fue descrita por Mc LAUGHLIN, H.D. (1924) en el distrito de Casapalca, la misma que como señala dicho autor se extiende como una franja continua hacia el Sureste pasando por las zonas de Huancayo y Huancavelica con dirección NO-SE.

Se trata de molasas continentales conformadas por una secuencia de lutitas rojas con intercalaciones de conglomerados y areniscas rojas y subordinadamente de arcillas, yeso, carbonatos, del límite Cretáceo-Paleógeno, MEGARD, F. (1979), SALAZAR, H. y LANDA, C. (1993), en consecuencia, son productos de la erosión posterior a la fase Tectónica Peruana, STEINMANN, G. (1929).

Están asociadas a ambientes fluviales-lagunares corroborados por las estructuras sedimentarias.

En la base es predominantemente conglomerática, siendo los clastos subredondeados de tamaños decimétricos, moderadamente seleccionados en estratos medianos, interestratificadas con otros conglomerados también de clastos subredondeados, pero de tamaños centimétricos. Es frecuente encontrar areniscas en horizontes de estratos delgados y lenticulares de color marrón claro a blanquecino grisáceo. La secuencia alcanza un espesor de $\pm 200\text{m}$.

Edad y Correlación

En el río Ichu las Capas Rojas de la Formación Casapalca sobreyacen discordantemente a las calizas de la Formación Chúlec del Cretáceo Inferior, en el techo las areniscas y conglomerados están cubiertos discordantemente por volcánicos de probable edad Eoceno (Formación Tantará) y en otros casos se encuentran cubiertos por volcánicos del Mioceno (formaciones Santa Bárbara y Huando).

Por lo expuesto se considera una edad Cretáceo superior (Santoniano)-Paleoceno a Eoceno medio y como equivalente de las Capas Rojas de la zona del Perú Central descritas por JENKS, J.W. (1951) en Cerro de Pasco, donde les atribuye una edad probable de Cretáceo superior basado en carofitas, Plicatulas y Globigerinas. Está confirmado también por MABIRE, B. (1961) y MEGARD, F. (1968), quienes reportan Oogonios de Carofitas de los géneros Nodosochara, Harrisichara y Tectochara encontrados en la carretera Huancayo - Yauyos, definiendo el Eoceno medio.

Mc KEE, E. y NOBLE, D. (1982) y Mc KEE, E. et al. (1986) le asignan una edad más joven de probablemente Oligoceno tardío - Mioceno temprano. Lavas posteriores de las Capas Rojas en la zona al Sur de Huancavelica están datadas en ± 16.5 m.a, Mc KEE, E. et al, (1986).

3.5.2.8 Paleógeno Eoceno: Fm. Tantar

Representa una unidad volcánica que se halla sobreyaciendo a las Capas Rojas de la Formación Casapalca, y aflorando en el sector Noroeste del cuadrángulo.

Está constituida por decenas de derrames lávicos, con intercalaciones subordinadas de estratos piroclásticos, el espesor total alcanza más de 400 m.

Las lavas gris oscuras de texturas porfiríticas con zonas de vesicularidad notoria, rellenas por amígdalas de calcita, sobreyacen concordantemente a las Capas Rojas. Son de composición basáltica, con fenocristales de olivino, clinopiroxeno y plagioclasas dentro de una matriz de grano fino.

Junto con la Formación Casapalca, las lavas de la Formación Tantar experimentaron los movimientos de la fase Tectónica Incaica, afectando las secuencias por plegamiento y fallamiento. Están cubiertas en discordancia erosiva y angular por las ignimbritas de la Formación Huando del Mio-Plioceno.

Edad y correlación

No existen dataciones radiométricas, sin embargo, por hallarse afectada por la fase Tectónica Incaica y la concordancia con la Formación Casapalca se puede asumir una edad Paleógeno, probablemente del Eoceno. Tentativamente se puede correlacionar la formación con los derrames andesíticos basálticos de la Formación Tantar cerca de la mina Marta en el cuadrángulo de Conaica, SALAZAR, H. y LANDA, C. (1994).

3.5.2.9 Neógeno Mioceno: Fm. Caudalosa

Con este nombre se describe a un conjunto de rocas volcánicas lávicas que tiene algunas intercalaciones de piroclásticos, que se exponen ampliamente en los alrededores de la mina Caudalosa, en el centro del cuadrángulo

de Castrovirreyna (hoja 27-m), del cual deriva su nombre (SALAZAR, H. y LANDA, C. 1993).

La Formación Caudalosa se encuentra al Sur y Suroeste de Huancavelica, estando constituido esencialmente por lavas andesíticas y flujos de brechas que meteorizan a un color rojizo, que en gran parte se encuentran cubiertas por depósitos morrénicos. En el sector de Huancavelica la Formación Caudalosa sobreyace discordante a la Formación Casapalca y formaciones más antiguas, y está cubierto por los depósitos glaciofluviales morrénicos.

Edad y Correlación

Una de las primeras manifestaciones de la Formación Caudalosa es una secuencia de tobas lapilíticas (ignimbritas) que afloran en las inmediaciones del pueblo de Choclococha (cuadrángulo de Castrovirreyna). Está constituido por flujos piroclásticos, parcialmente soldados y con matriz fuertemente cementada, que tienen su origen probablemente en una caldera cubierta por los extrusivos dacítico de los Cerros Payche Orjo y Pelluni. La toba ha sido datada en 12-14 m.a. (Mc KEE, E. y NOBLE, D. 1982), lo que permite incluir a esta formación y el inicio del Grupo Huachocolpa dentro del Mioceno superior.

3.5.2.10 Neógeno Mioceno: Fm. Huando

Aflora en la parte Noroccidental del cuadrángulo como secuencias de flujos piroclásticos (ignimbritas).

Están constituidos por múltiples flujos piroclásticos dácíticos hasta ríodácíticos de espesores de 10 hasta 50 m, y derrames andesíticos hasta dácíticos en los probables centros eruptivos. La Formación Huando se halla cubriendo en discordancia y en posición subhorizontal a los volcánicos de la Formación Tantará.

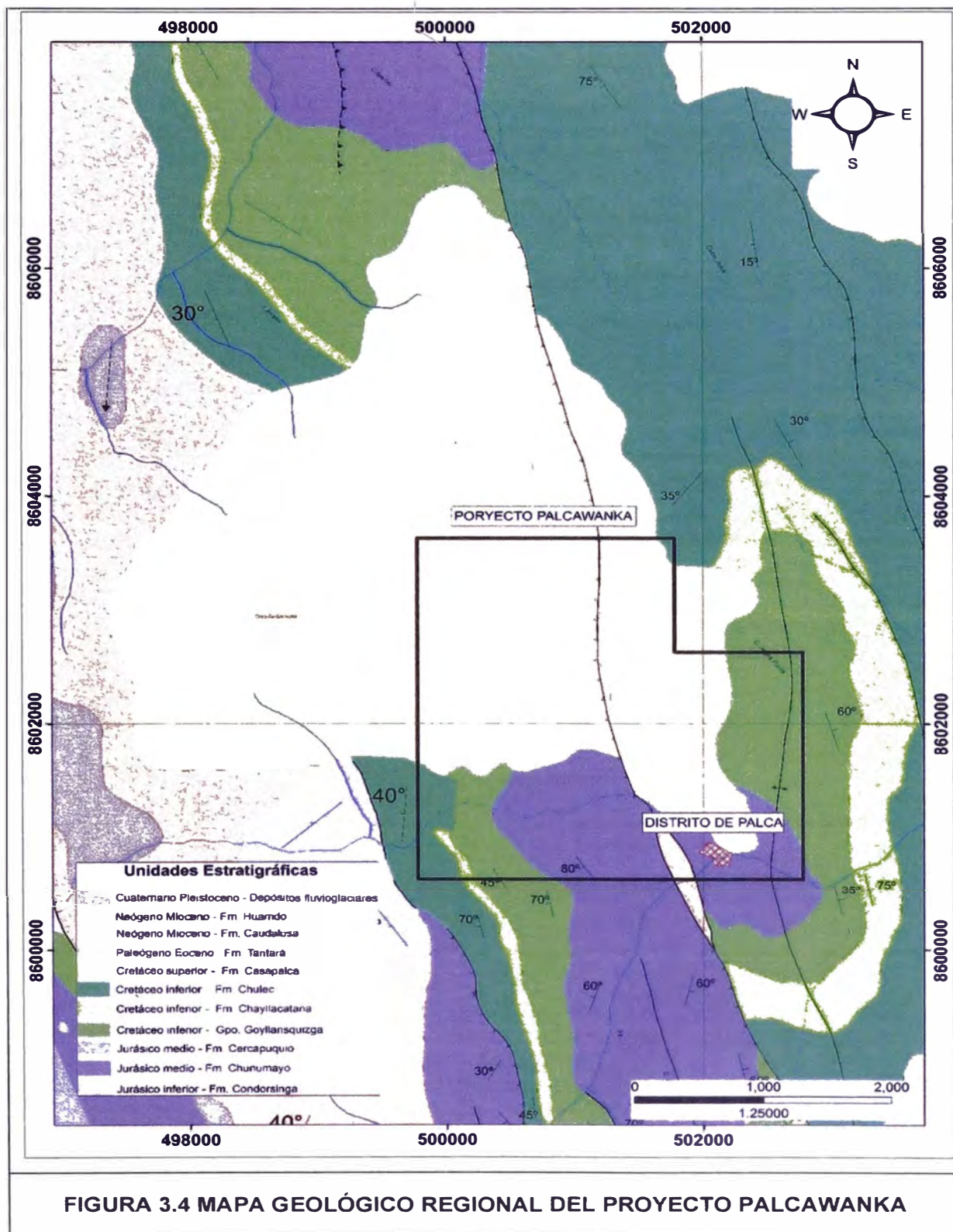
Petrográficamente presentan tobas lapillíticas con fenocristales de plagioclasas, vidrio (pómez), hornblenda, y biotita, y con clastos de rocas andesíticos hasta dácíticos.

No hay relación en el campo con los volcánicos de la Formación Santa Bárbara, tampoco existen dataciones radiométricas, sin embargo, por su naturaleza, grado de erosión, y la superposición encima de una superficie casi actual, se supone una edad Mioceno tardío, semejante a la Formación Santa Bárbara.

3.5.2.11 Cuaternario Pleistoceno: Depósitos fluvioglaciares

Son depósitos constituidos por materiales acarreados por los hielos en movimiento en parte fluviales, los que han sido acumulados como morrenas laterales o frontales. Se ubican en los fondos de las quebradas y flancos de los valles. Presentan una litología de constitución polimíctica y mal seleccionados con clastos y guijarros angulosos, subredondeados en una matriz arcillosa.

Estos depósitos se encuentran en altitudes de entre 4,000 y 4,400 msnm.



Fuente: modificado a partir de Mapa geológico del cuadrángulo de Huancavelica 26-n

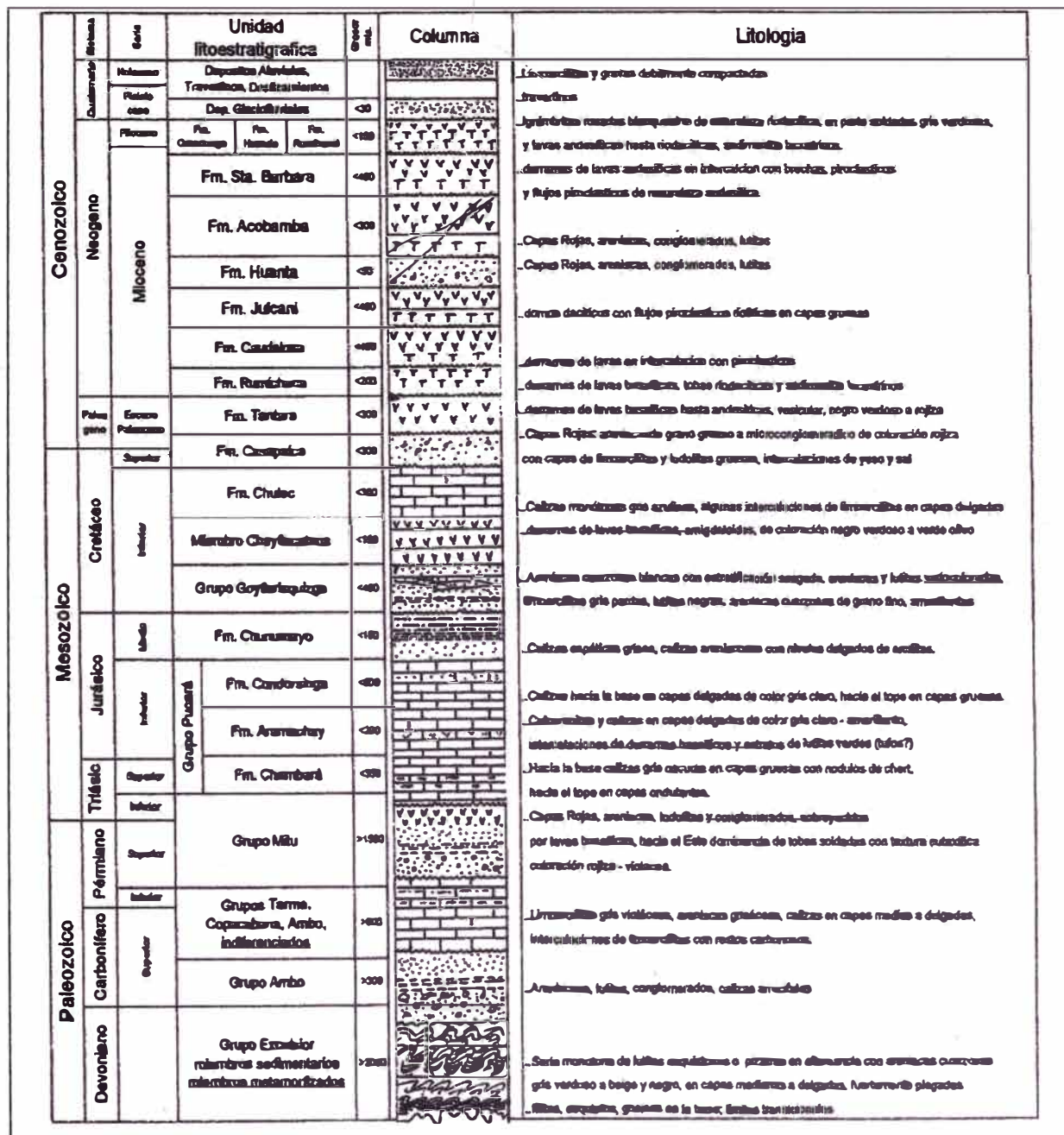


FIGURA 3.5 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERALIZADA DEL CUADRÁNGULO DE HUANCABELICA.

Fuente: Morche & Washington et al (1996). Geología del cuadrángulo De Huancavelica 26-n (Boletín A-73). INGEMMET

3.6 TECTÓNICA

El desarrollo de este punto tiene como base de apoyo los trabajos realizados por *Morche et al (1996). Geología del cuadrángulo De Huancavelica 26-n (Boletín A-73). INGEMMET*

3.6.1 Generalidades

Las estructuras geológicas existentes en el área, Cuadrángulo de Huancavelica Hoja 26-n, están estrechamente relacionadas a dos ciclos evolutivos; la Tectónicas Hercínica y Andina.

Los rasgos estructurales están dominados por fallas y lineamientos con rumbo andino (NO-SE) y antiandino (NE-SO). Además, se puede diferenciar lineamientos con rumbo N-S, sobre todo en las rocas del basamento mesozoico.

3.6.2 Tectónica Hercínica

Los efectos de esta tectónica están claramente definidos en el conjunto de deformaciones que han afectado a los depósitos paleozoicos presentes en el área. Se ha podido reconocer tres fases: Eohercínica, Tardihercínica y Finihercínica.

3.6.2.1 Fase Eohercínica

Esta fase ha sido reconocida ampliamente en el cuadrángulo de Huancayo (MEGARD, F. 1978) así como en casi todo el Perú central. Se caracteriza por ser una tectónica de compresión acompañada de fuerte plegamiento, fallamiento y metamorfismo epizonal.

La edad asumida para esta fase tectónica es Devoniano terminal o Missisipiano inferior, estando evidenciada por la discordancia angular de los Grupos Ambo, Tarma

y Copacabana sobre el Grupo Excélsior, los cuales donde se evidencia la fase Eohercínica se hallan evidentemente en las pizarras y filitas del Grupo Excélsior.

3.6.2.2 Fase Tardihercínica

Esta fase presenta características parecidas a la fase Eohercínica, pero de menor intensidad y con menor área afectada. Se ha dado en el Permiano medio y está evidenciada por una discordancia angular entre las unidades permo-carboníferas (Grupos Ambo, Tarma, Copacabana) y el Permiano superior (Grupo Mitu).

Las características de esta fase compresiva son movimientos epirogenéticos con pliegues y levantamientos de bloques a manera de "Horst y Graben", que afectan al Paleozoico inferior. Los graben dieron lugar a cuencas interandinas las que fueron rellenadas por las secuencias molásicas (areniscas, lutitas, conglomerados) del Grupo Mitu, como productos de la erosión de los pilares tectónicos.

3.6.2.3 Fase Finihercínica

Esta fase afecta a las Capas Rojas del Grupo Mitu y se pone de manifiesto en las discordancias angulares entre el Grupo Mitu y el Grupo Pucará observada en diferentes partes del Perú. En la hoja de Huancavelica se manifiesta esta relación por ejemplo en la parte central donde el Grupo Mitu infrayace a las calizas del Grupo Pucará en discordancia angular.

Durante la depositación del Mitu, se manifiesta un vulcanismo basáltico con tendencia alcalina que corresponde a un magmatismo tardihercínico vinculado a una fase de distensión, la que fue seguida por la compresión finihercínica

Las estructuras a las que dio lugar la fase Finihercínica fueron bloques levantados (horst) y hundidos (graben) a lo largo de un fallamiento longitudinal NNO – SSE.

3.6.3 Tectónica Andina

Los levantamientos vinculados al tectonismo andino desde el Cretáceo superior, originan principalmente cambios en el tipo de sedimentación, de marino a continental y con la actividad reforzada del magmatismo se produjo las depositaciones volcanosedimentarias. El resultado del tectonismo andino son las deformaciones posteriores de las unidades mesozoicas las cuales toman rumbo andino (NO - SE), sobre imponiéndose a las estructuras tardihercínicas.

Los efectos de esta tectónica son evidentes hacia el lado Oeste del cuadrángulo donde se observan pliegues y fallamientos contemporáneos, así como un volcanismo cenozoico muy característico en el área y probablemente vinculado a las fases tectónicas.

3.6.3.1 Fase Peruana

Esta fase es la causante de la deformación de las secuencias sedimentarias del mesozoico representado por el Grupo Pucará, las formaciones Chunumayo, el Grupo Goyllarisquizga y la Formación Chúlec.

Producto de esta fase se tiene un cambio marcado en el tipo de sedimentación, de carbonatos marinos a una acumulación molásica continental, la que se denomina Capas Rojas.

Estas secuencias mesozoicas en el área se observan en contacto con las Capas Rojas de la Formación Casapalca, en los alrededores de Huancavelica donde se ve la Formación Chúlec en discordancia angular infrayaciendo a la Formación Casapalca.

En diferentes partes del Perú se ha visto a las secuencias mesozoicas en franca discordancia debajo de las Capas Rojas del Cretáceo terminal-Eoceno. Por esto la "fase peruana" corresponde al levantamiento de una gran parte de los Andes, con un plegamiento amplio de grandes dimensiones, y con fallas profundas. Como

consecuencia de esta fase se desarrollan zonas positivas alargadas y cuencas intramontañosas en la región andina.

3.6.3.2 Fase Inca (Eoceno superior)

Se considera esta fase como de naturaleza compresiva habiendo sido plegadas y falladas las secuencias mesozoicas. Se ha evidenciado esta fase por la discordancia angular que separa las series vulcano-sedimentarias miocénicas (Fm. Rumichaca) de las Capas Rojas infrayacentes de la Formación Casapalca (Cretáceo terminal-Eoceno).

Las estructuras tienen una orientación NO-SE, habiendo originado en esfuerzos compresivos los plegamientos apretados, que están en función a la litología afectada. La edad eocénica de las Capas Rojas datadas mediante carofitas y las dataciones radiométricas de las series volcánicas de la Formación Tantará, a las cuales se le asigna 40 m. a. aproximadamente, ambas afectadas por esta fase tectónica, hace que se presuma que tal evento ocurrió en el Eoceno superior. El vulcanismo de la Formación Tantará puede ser en parte sintectónico, asociado al levantamiento y fallamiento a lo largo de la Cordillera Occidental.

3.6.3.3 Fase Quechua (Mio-Plioceno)

Las secuencias volcánicas y vulcano-sedimentarias discordantes entre sí y cuyas edades comprenden el rango Eoceno hasta Plioceno, están afectadas por 3 subfases de deformación (SOULAS, J. P. 1977, MEGARD, F. et al. 1984, 1985).

Estas deformaciones corresponden a las subfases tectónicas Quechua I, II, y III, que caracterizan al Neógeno y que han sido evidenciadas en la Cordillera Occidental del Perú central por NOBLE, D. (1972, 1974), SOULAS, J.P. (1975), y por MEGARD, F. (1984).

SEBRIER, M. y SOLER, P. (1991) definen una última fase F6 (2-2.5 m.a.), y así presentan la subdivisión de la Tectónica Quechua en 4 subfases: F3-F6.

- **Quechua I (Mioceno temprano)**

Esta tectónica se hace presente a través de la deformación que causa a la Formación Rumichaca, la que también afecta a las unidades ya deformadas por la Tectónica Inca. Las edades para este evento oscilan entre 19 - 14 m.a. (Mc KEE, E. y NOBLE, D. 1982, MEGARD, F. et al. 1984, 1985).

La fase produce un acortamiento N 45°E y S 45°0 dando plegamientos con la orientación NO-SE, así como fallamientos a lo largo de la Cordillera Occidental, lo que produce un intenso magmatismo explosivo-efusivo de carácter piroclástico-lávico con intercalaciones de sedimentos lacustrinos en las regiones hacia el Oeste del cuadrángulo.

- **Quechua II (Mioceno medio)**

Esta fase tectónica, determinada en 9-10 m.a. (MEGARD et al. 1984, 1985), afecta a las formaciones Tantará y Rumichaca.

El inicio del volcanismo del Grupo Huachocolpa (Formaciones Caudalosa, Julcani) es coetáneo y probablemente vinculado causalmente a esta fase tectónica.

La dirección de los esfuerzos de la intensa compresión tiene un acortamiento en las altas mesetas de N-S y de N45°E, S45°0 en la Cordillera Occidental con movimientos dextrales, fracturamiento y en partes replegamiento de los pliegues producidos en la primera fase.

- **Quechua III (Mioceno superior)**

Esta fase conocida también como Quechua tardía se da en el límite del Mio - plioceno (determinada entre 6-7m.a., MEGARD et al. 1984, 1985) con una dirección de acortamiento E-O, originando pliegues asimétricos, sobreescurremientos y fallas de dirección andina. También ocurren fallas conjugadas transversales a la dirección

andina, las que afectan a la Formación Julcani. Vinculado a esta fase aparece otro pulso magmático importante con erupciones de grandes volúmenes de piroclásticos, seguidos de lavas, constituyendo la Formación Santa Bárbara.

- **Subfase F6 (Plioceno)**

Finalmente, la erupción de las lavas jóvenes en el NE de Julcani, datado en 2.2 m.a. (NOBLE. et al. 1975) que corresponde a la última fase tectónica del Plioceno, o subfase F6 (Plioceno). (2.5-2 m.a., SEBRIER & SOLER 1991, Mc KEE & NOBLE 1989).

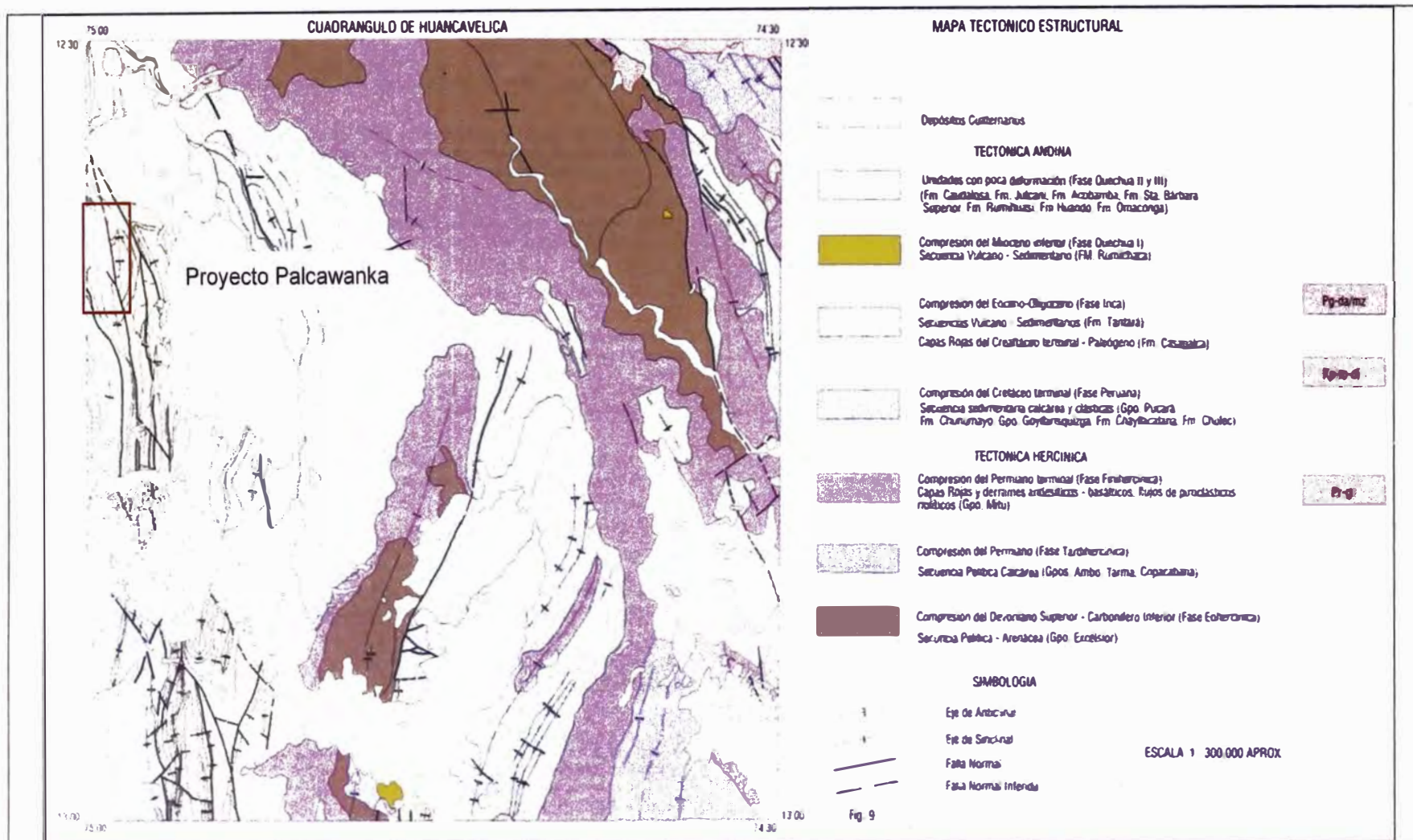


FIGURA 3.6 MAPA TECTÓNICO ESTRUCTURAL DEL CUADRÁNGULO DE HUANCAVELICA.

Fuente: Morche & Washington (1996). Geología del cuadrángulo De Huancavelica 26-n (Boletín A-73). INGEMMET

De acuerdo con la configuración del mapa Tectónico Estructural del cuadrángulo de Huancavelica y por la presencia, en el Proyecto Palcawanka, de rocas del Mesozoico inferior en adelante, se puede establecer con cierta certeza que el yacimiento estuvo influenciado por dos eventos tectónicos que son la Tectónica Andina (fase peruana) y las fases tectónicas Quechua II y III. La fase peruana con la deformación de los sedimentos Mesozoico representado por el Grupo Pucará, las formaciones Chunumayo, el Grupo Goyllarisquizga y la Formación Chúlec.

Posiblemente vinculado a las fases tectónicas Quechua II y III empieza en varias etapas la actividad volcánica de carácter andesítico-dacítico del Grupo Huachocolpa culminando entre el Mioceno medio y el Plioceno con las Formaciones Caudalosa, Julcani, Santa Bárbara, Huando, Rumihuasi y Omacunga. Intrusiones relacionadas al proceso de mineralización dentro del proyecto Palcawanka.

3.7 GEOLOGÍA LOCAL

3.7.1 Generalidades

Localmente se presentan unidades litológicas plegadas de edad mesozoica y alineadas con un eje de orientación casi N-S formando el Anticlinal de Palca, hacia el flanco Oeste se observa un corredor estructural con orientación NNO-SSE conformado por las fallas locales paralelas Palca y Huayanay, entre las cuales se presentan fallas de distensión Este-Oeste. Posteriormente y dentro de este marco geoestructural ocurre un nuevo evento magmático, donde las calizas Pucará son intruídas por un cuerpo hipabisal dacítico (¿Mioceno?) generando zonas de debilidad y canales de soluciones mineralizantes que fluyen en diferentes pulsos magmáticos desde profundidad.

La estructura mineralizada "Angelmina" se presenta rellenando el contacto fallado y brechado entre las calizas Pucará y el intrusivo hipabisal dacítico, la mineralización

emplazada es de carácter polimetálica Zn, Pb y Ag, la cual posteriormente es sobrepuesta por soluciones epitermales con mineralización Au-Cu, siendo estos eventos asociados en profundidad a un posible pórfido Cu - Mo con presencia de mineralización tipo Skarn en el contacto con las calizas Pucará en los niveles inferiores.

3.7.2 Estratigrafía

3.7.2.1 Formación Chambará

Constituye la base del Grupo Pucará. Calizas dolomíticas, en parte bituminosas. En estratos que varían de espesor de delgados a gruesos, con una coloración que varía de gris claro a oscuro. Se intercalan con calizas grisáceas de espesor moderado. Las areniscas lutáceas y limoníticas tienen una coloración gris a pardo-amarillento. Siguiendo la secuencia se tiene calizas grises en estratos delgados y hacia arriba estratos gruesos de calizas gris azulado, algo masiva.

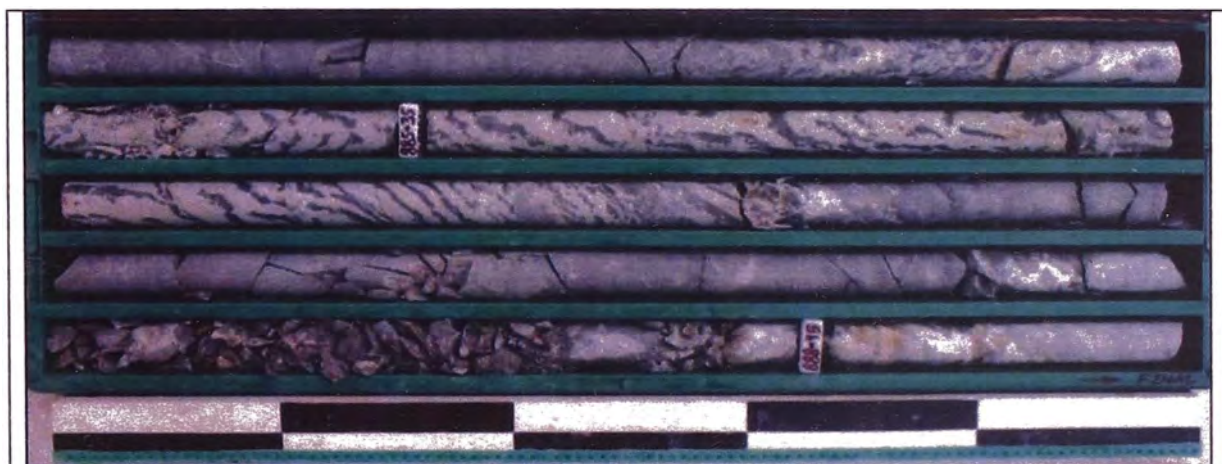


FIGURA 3.7 CALIZAS BLANQUECINAS CON BANDAS DE DOLOMITA DE LA FORMACIÓN CHAMBARÁ

Fuente: Toma personal para el estudio

3.7.2.2 Formación Aramachay

Está constituida de calizas bituminosas de coloración gris oscura, margas, areniscas calcáreas, rocas friables de grano fino tipo lutita con presencia de pirita cúbica fina diseminada. Además de venillas de calcita. Yace en contacto concordante sobre la Formación Chambará, su paso es gradual tiene un grosor promedio de 250 m.



Fuente: Toma personal para el estudio

NOTA: Es importante señalar que estas dos formaciones solo se identificaron en profundidad, al ser interceptados por los sondajes.

3.7.2.3 Formación Condorsinga

Calizas grises claro a gris oscuro aflorante en la mayor parte del proyecto. Capaces gruesas de 0.40 - 0.50m, moderadamente recristalizado con presencia de venillas de calcita.

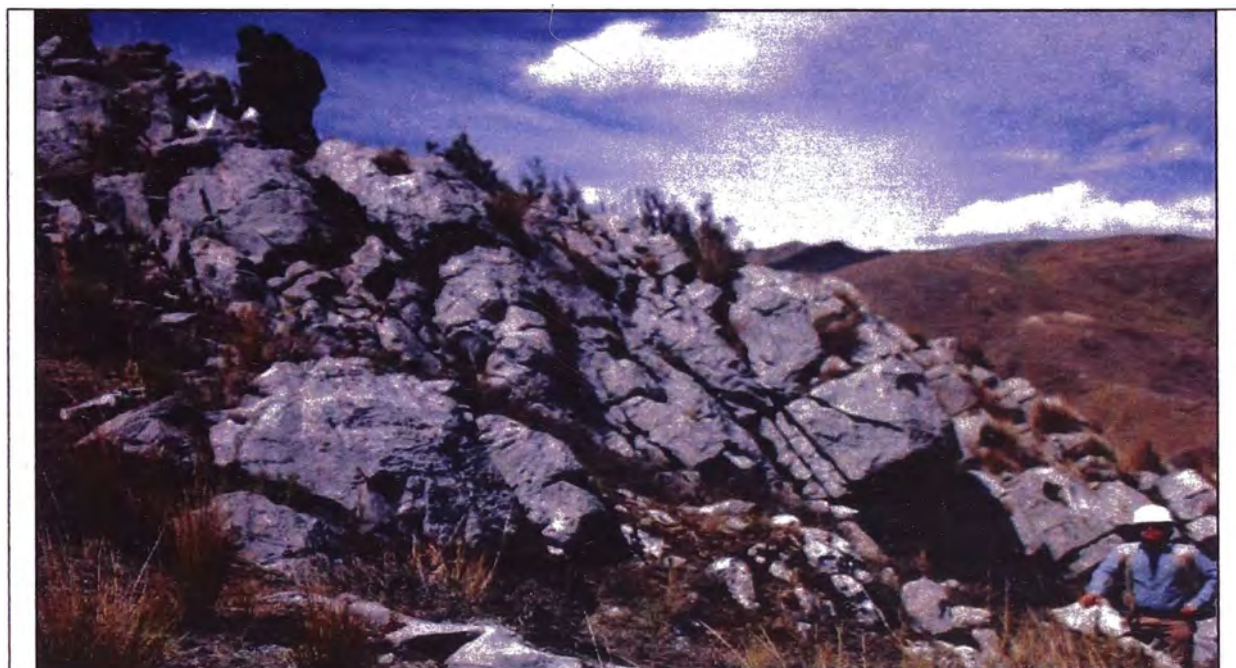


FIGURA 3.9 CALIZAS GRISES CLARAS DE LA FORMACIÓN CONDORSINGA AFLORANTE EN EL PROYECTO PALCAWANKA

Fuente: Navarro (2017). Informe Geológico sobre el estudio de la Sedimentología y Estratigrafía Secuencial del Grupo Pucara en la localidad de Palca, Huancavelica. CMHSA

3.7.2.4 Formación Chunumayo

Está constituida por la intercalación de calizas micrítica con calizas de grano medio a fino, ambas de coloración grisáceo, continuando la secuencia calcárea con una coloración gris a marrón claro, intercalándose algunos delgados horizontes arcillosos. En la parte media presenta nódulos de chert y bancos medianos de calizas areniscosas y un mayor contenido arcilloso. Hacia el tope predominan areniscas intercaladas con horizontes delgados de limoarcillitas y calizas espáticas. La edad de esta formación es determinada por fósiles que indican una edad Bajociano

3.7.2.5 Formación Cercapuquio

La Formación Cercapuquio presenta 50m de grosor y se define como lutitas margosas, gris amarillentas a marrón, intercaladas con bancos gruesos de 1 a 2 m de calizas de texturas mudstones, de coloración gris oscuro a claro. Esta

formación se encuentra bien expuesta saliendo de la localidad de Palca, donde yace en discordancia angular sobre las calizas grises masivas del Grupo Pucara y discordante de los bancos masivos de areniscas oblicuas del Goyllarisquizga.



FIGURA 3.10 FORMACIÓN CERCAPUQUIO A LA SALIDA DE LA LOCALIDAD DE PALCA

Fuente: Juan Pablo Navarro (2017).

3.7.2.6 Formación Goyllarisquizga

A la Formación Goyllarisquizga se le ha medido 100m de espesor en los alrededores del proyecto. Esta se define por presentar a la base un banco masivo compuesto de areniscas blanquecinas, con tamaño de grano medio y distribuido en laminaciones oblicuas. A este nivel le suceden areniscas de grano fino, de coloración marrón, intercaladas con limoarcillas gris amarillentas con laminaciones de bajo ángulo y en algunas partes altamente bioturbadas. Hacia el medio se repite la secuencia dada por un banco grueso de areniscas oblicuas de un espesor de 10 metros, sucedida por intercalaciones de niveles finos compuestos por areniscas finas, limolitas y lutitas gris amarillentas.

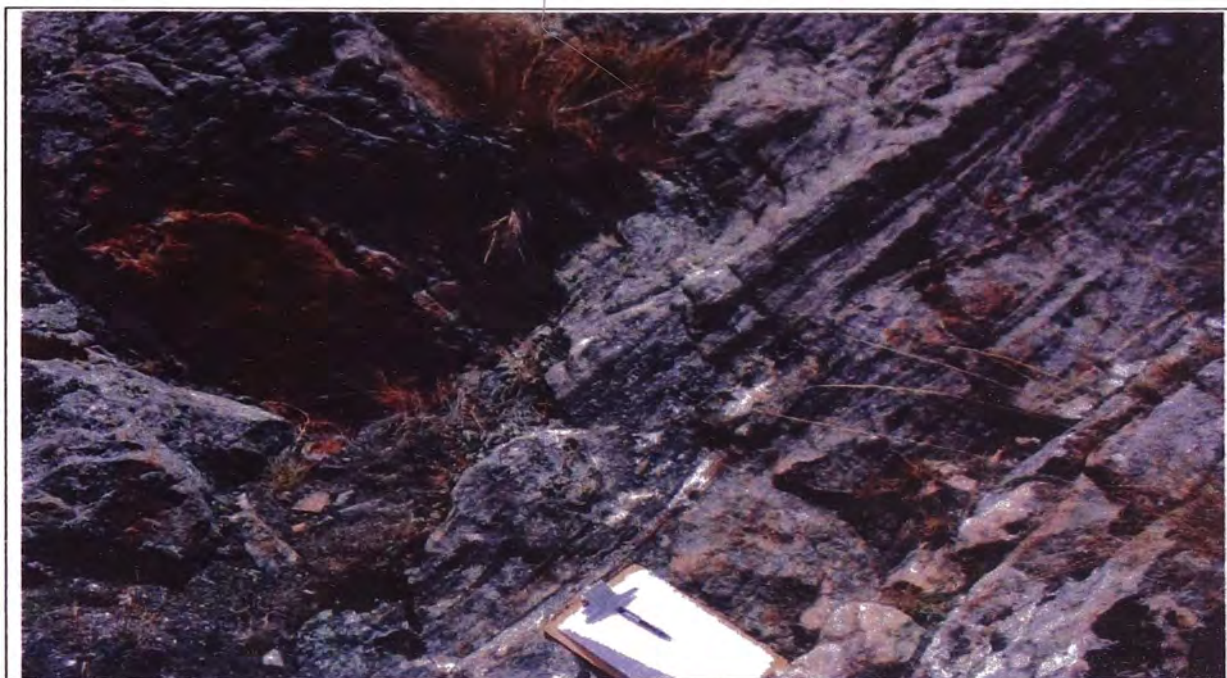


FIGURA 3.11 FORMACIÓN GOYLLARISQUIZGA EXHIBIENDO LAMINACIONES OBLICUAS DE BAJO ÁNGULO.

Fuente: Navarro (2017).

3.7.2.7 Formación Chayllacatana

La Formación Chayllacatana presenta 80m de espesor y yace discordante sobre la Formación Goyllarisquizga, dando paso a una sedimentación de origen volcanoclástica. Esta unidad se compone de lavas basálticas con coloraciones gris verdoso, parduscas y gris violáceo. Hacia el medio se presenta un nivel de limolitas rojizas en láminas muy delgadas, con algunos bivalvos, seguido por un banco de areniscas cuarzosas de granos medios, donde los granos se encuentran flotando en una matriz muy fina, de coloración verdosa. Hacia el tope presenta flujos piroclásticos y cenizas, mostrando cristales rotos.



FIGURA 3.12 FORMACIÓN CHAYLLACATANA, NIVELES DE LIMONITAS ROJAS, SEGUIDAS POR BANCOS DE ARENISCAS GRIS VERDOSA.

Fuente: Navarro (2017).

3.7.2.8 Formación Chulec

La Formación Chulec se le ha medido 50m. Esta yace de manera concordante con la Formación Chayllacatana mediante una superficie de endurecimiento de coloración gris amarillenta, cubierta por harta bioturbación. La cual marca el cambio de la sedimentación volcanoclástica a calizas gris blanquecina. La Formación Chulec presenta estratos con grosores de 0.20 a 1m. Las facies a la base están dominadas por fauna compuesta de espinas de equinodermos, fragmentos de crinoideos, pelecípodos, ostras, ostrácodos y gasterópodos.



FIGURA 3.13 FORMACIÓN CHÚLEC: SECUENCIA DE ESTRATOS ENTRE 0.20-1.0m.

Fuente: Navarro (2017).

3.7.3 Rocas intrusivas

Las rocas calcáreas del Mesozoico son intruídas por rocas hipabisales de composiciones dacíticas (Mioceno – Formación caudalosa?)

3.7.3.1 Pórfido Dacítico

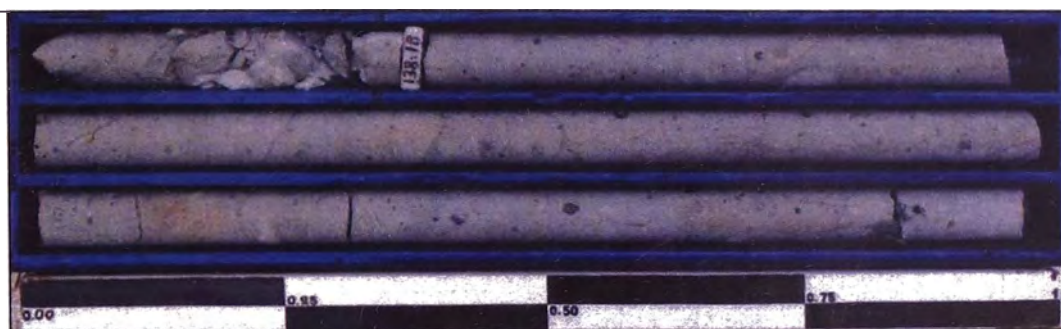
De color gris blanquecino, textura porfirítica, conformado por fenocristales de cuarzo hialino de hasta 3 mm de tamaño, plagioclasas, hornblendas y escasas biotitas, la alteración que presenta puede ser silicificación, sericitización, argilización. En superficie intemperizada la dacita presenta alteración argílica supérgena, con una coloración blanquecina. Esta unidad es la que está en contacto e intruyendo a las calizas del Grupo Pucará.



Fuente: Toma personal para el estudio

3.7.3.2 Brecha diatrema

Conformada por fragmentos subangulosos a subredondeados de un tamaño que está entre 2 a 10 centímetros (excepcionalmente), de pórfido dacítico silicificado, fragmentos de caliza, andesitas, pequeños fragmentos de piritita, dentro de una matriz constituida por "polvo de roca" proveniente de la dacita, arcillas, sílice, sericita, piritita diseminada hasta 3%, trazas de esfalerita. Esta brecha se presenta en el sector central del Proyecto y conforma una Diatrema.



Fuente: Toma personal para el estudio

3.7.3.3 Pórfido dacítico biotítico

De color blanquecino, textura porfirítica, constituido por fenocristales de cuarzo hialino de hasta 4 mm de tamaño, plagioclasas de hasta 6 mm, biotitas marrones de hasta 5 mm, se encuentra moderadamente argilizado. Esta unidad aflora en el sector central norte, de la zona del proyecto. Parece ser posterior al Pórfido dacítico. Presente en el área, aunque no en la campaña en descripción.



FIGURA 3.16 INTRUSIVO DACITICO BIOTITICO; PRESENCIA DE FENOCRISTALES DE PLAGIOCLASAS ARGILIZADAS Y CRISTALES DE BIOTITA. TESTIGO DE DIÁMETRO HQ.

Fuente: Toma personal para el estudio

3.7.4 Estructuras

3.7.4.1 Brecha Falla (FABX)

Estructuras brechadas con fragmentos subangulosos a subredondeados monomícticos y polimícticos. Presenta frecuentemente panizo en la matriz, además en algunos casos puede contener un relleno polimetálico (Esfalerita - Galena) con presencia de pirita fina. Asociada a esta brecha se tiene también la presencia de óxidos de manganeso, fierro y Zinc productos de la infiltración de aguas meteóricas. Esto en la brecha de contacto Dacita - Caliza de los niveles superiores.

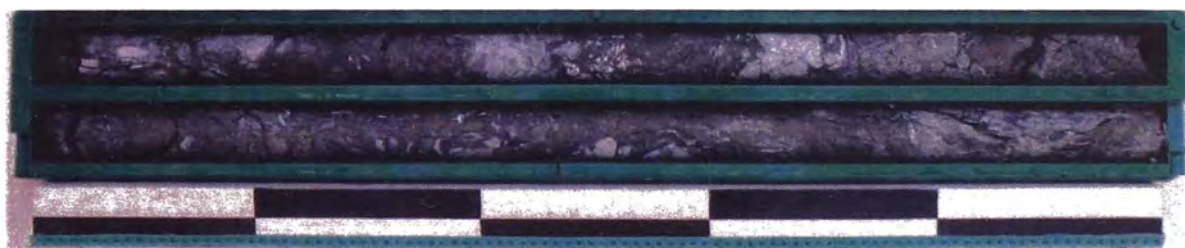


**FIGURA 3.17 BRECHA FALLA CON PANIZO Y PIRITA FINA EN LA MATRIZ.
TESTIGO DE DIÁMETRO HQ.**

Fuente: Toma personal para el estudio

3.7.4.2 Brecha mineralizada (HBX)

Estructura mineralizada brechada, presenta fragmentos subangulosos generalmente silicificados. Matriz mineralizada con flujos polimetálicos y pirita fina, ocasionalmente presencia de calcita en flujos o fragmentos de los mismos. Mayor desarrollo e intensidad en las calizas, disminuyendo hacia la dacita.



**FIGURA 3.18 BRECHA MINERALIZADA CON MATRIZ DE SULFUROS
POLIMETÁLICOS. TESTIGO DE DIÁMETRO NQ.**

Fuente: Toma personal para el estudio

3.7.4.3 Cuerpos de reemplazamiento (REP)

Estructuras mineralizadas masivas con textura bandeada de Esfalerita – Galena con halos de calcita/manganocalcita localizadas en profundidad. Con mayor intensidad en la caliza y disminuyendo hacia la dacita.

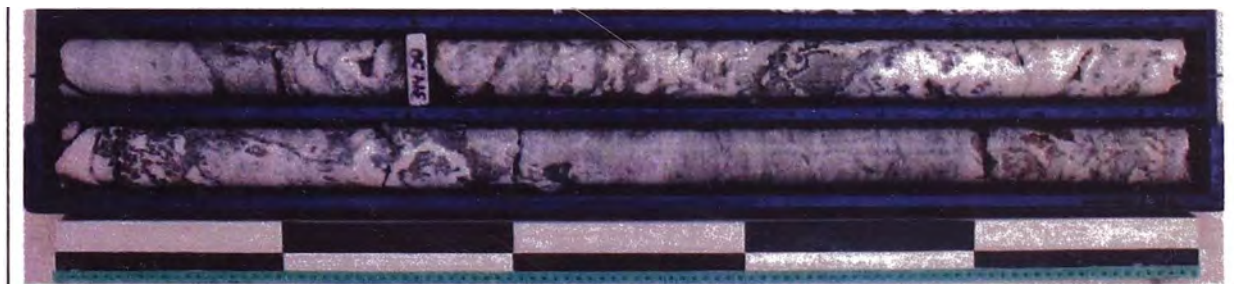


FIGURA 3.19 ESTRUCTURA DE REEMPLAZAMIENTO DE ESFALERITA-GALENA CON HALOS DE CALCITA. TESTIGO DE DIÁMETRO HQ

Fuente: Toma personal para el estudio

3.7.4.4 Estructuras epitermales (EPYBX)

Estructuras tardías cortantes a la litología existente, en algunos casos intersectan a los cuerpos de reemplazamiento enriqueciendo con flujos de pirita masiva fina a granular con presencia de Au-Cu, sobre impuesta por una silicificación de moderada a fuerte. Aparentemente el Au se encuentra en las microfracturas de la pirita como Oro libre, el Cu en fracturas como enargita y tetraedrita. Puntualmente se observa presencia de Alunita en oquedades de disolución.



FIGURA 3.20 ESTRUCTURA EPITERMAL DE PIRITA MASIVA GRANULAR CON SILICIFICACIÓN FUERTE SOBREIMPUSTA. TESTIGO DE DIÁMETRO NQ.

Fuente: Toma personal para el estudio

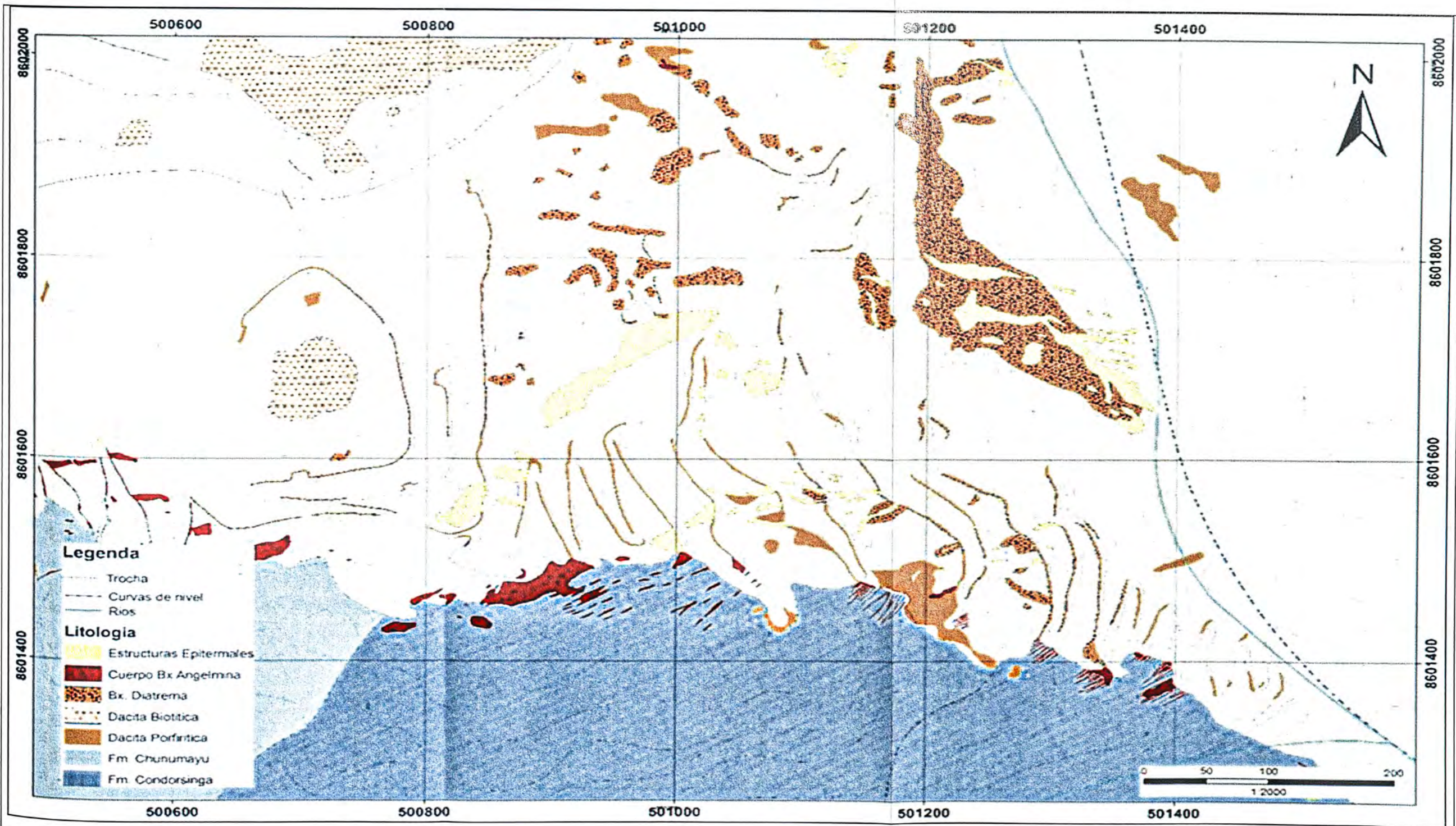


FIGURA 3.21 MAPA GEOLÓGICO LOCAL DEL PROYECTO PALCAWANKA

Fuente: Elaboración propia para el estudio

3.8 GEOLOGÍA ECONÓMICA

A continuación, se describen de manera general algunas características del yacimiento Palcawanka.

3.8.1 Generalidades

El yacimiento Palcawanka consiste principalmente de estructuras de relleno tipo manto de mineralogía polimetálica (Zn, Pb y Ag) así como de cuerpos de reemplazamiento, estos, sobreimpuestos por soluciones epitermales con mineralización Au-Cu. Presenta un azimut medido en superficie aproximado de N280° y buzamiento entre 42°-45° hacia el lado Oeste y aproximadamente de 70°-75° hacia el lado Este.

3.8.2 Mineralización

La mineralización predominante es la de relleno tipo manto de mineralogía polimetálica con contenidos de (Zn, Pb y Ag), como producto de la intrusión de cuerpos dacíticos sobre horizontes carbonosos pertenecientes al Grupo Pucará, posteriormente es sobreimpuesta por soluciones epitermales con mineralización Au-Cu, siendo estos eventos asociados en profundidad a un posible pórfido Cu-Mo con presencia de mineralización tipo Skarn en el contacto con las calizas Pucará en los niveles inferiores. El cuerpo mineralizado principal presenta un azimut medido en superficie aproximado de N280° y buzamiento entre 42°-45° hacia el lado Oeste y aproximadamente de 70°-75° hacia el lado Este.

El mineral económico está representado por flujos de Esfalerita–Galena con valores de Ag, presencia de flujos de calcita y manganocalcita como mineral de ganga. En algunos casos los mantos o cuerpos polimetálicos son cortados y enriquecidos por flujos epitermales tardíos de pirita masiva fina a granular con presencia de Au-Cu, sobre impuesta por una silicificación de moderada a fuerte. El Au al parecer se

presenta en las microfracturas de la pirita, El Cu como Enargita +/- tetraedrita, con presencia de Alunita en oquedades de disolución

3.8.3 Alteración hidrotermal

Las alteraciones principales registradas se dan cerca al contacto del intrusivo dacítico con las calizas, así como en las zonas donde las estructuras mineralizadas polimetálicas fueron cortadas por flujos epitermales tardíos.

- Así, en la zona de intrusivos se reconoció una alteración argílica debido a la presencia de arcillas (Kaolin +/- sericita) tanto en fracturas como reemplazando a las plagioclasas. En algunas zonas se reconoció flujos de Sericita, identificado en sección delgada. En estas zonas también se puede identificar enriquecimiento de CaCO_3 el cual presenta efervescencia ante el HCl.
- Sobreimpuesta a esta alteración se identifica una silicificación moderada que viene posterior a la mineralización.
- En las zonas de calizas, la alteración principal es la silicificación moderada acompañada por la mineralización.
- Los eventos epitermales tardíos vienen acompañados de una alteración Qz-alunita con presencia de oquedades de lixiviación incipiente a moderada.

3.8.4 Controles de mineralización

Los dos controles principales de mineralización son litológico y estructural (tectónico).

- Las calizas del Grupo Pucará son excelentes rocas receptoras para la mineralización, teniéndose como mejor roca receptiva la formación Condorsinga, en menor intensidad la formación Aramachay y en profundidad queda abierta la posibilidad exploratoria de la formación Chambará.

- El control estructural está representado en la brecha de contacto Caliza–Dacita que desarrolla una excelente permeabilidad y porosidad secundaria para la precipitación de la mineralización. En profundidad la mineralización está desarrollada en los contactos Caliza–Dacita y en la prolongación de las mismas.

3.9 PROGRAMA DE PERFORACIÓN

3.9.1 Preparación de Plataformas y Pozas de Perforación

Para la campaña de perforación 2018 se programaron 7 plataformas de perforación de medidas 15m x 15m ubicadas en el acceso principal del proyecto, cada una con 3 a 5 pozas de sedimentación de lodos con medidas 2m x 3m x 2m. Para evitar la filtración de lodos, las pozas van revestidas con geomembrana en toda su extensión.

3.9.2 Supervisión de Perforación en Plataformas

La supervisión de perforación en las plataformas estaba a cargo en primera instancia del geólogo de pozo, quien era el encargado de controlar y supervisar la perforación, la correcta manipulación de las muestras recuperadas y toma de data para logueo geotécnico, además del control de las pozas de lodos, cuidando que el lodo de perforación por ningún motivo sobre pase la capacidad de las pozas, siendo el caso, debía de solicitar el bombeo hacia otra poza vacía.

El geólogo de pozo, con la coordinación previa del jefe de proyecto o geólogo responsable del área, también es el encargado de las coordinaciones con el Ingeniero residente de la empresa de perforación, acerca de cambio de línea de perforación, ejecución de medición de desviación de pozo, finalización de sondaje entre otros procedimientos de perforación y seguridad.



FIGURA 3.22 SUPERVISIÓN EN PLATAFORMA TANTO EN LA CORRECTA MANIPULACIÓN DE LAS MUESTRAS Y MANIOBRAS DE MAQUINARIA

Fuente: Toma personal para el estudio

3.9.3 Perforación Diamantina 2018

Inicialmente se programó una campaña de 5,500 m (14 sondajes), para luego extenderse hasta los 9,230.85m de acumulado total. La empresa ejecutora de la perforación fue Explomin del Perú SA, quienes desarrollaron el trabajo con 02 máquinas, la primera máquina CSD 1800 y la segunda una Boart Longyear

LF90 (la primera máquina, de mala performance, fue posteriormente cambiada por una Sandvik DE710).

TABLA 3.3 LISTADO GENERAL DE LOS SONDAJES EJECUTADOS DURANTE LA CAMPAÑA 2018

N°	HOLE-ID	AZ PROP.	DIP PROP.	PROFUND IDAD	COORDENADAS UTM WGS 84 18S		
					ESTE	NORTE	COTA
1	PLW18D099	N200	-63	185.5	501300.47	8601441.42	3844.93
2	PLW18D100	N200	-62	701.1	501380.91	8601440.12	3796.54
3	PLW18D101	N200	-80	160.5	501280.53	8601515.42	3850.87
4	PLW18D101A	N200	-80	709.5	501281.53	8601516.32	3849.81
5	PLW18D102	N54	-67	371.4	501386.55	8601455.21	3790.33
6	PLW18D102A	N54	-67	0.0	501385.45	8601452.32	3790.23
7	PLW18D103	N200	-70	502.2	501200.83	8601535.58	3886.24
8	PLW18D104	N200	-85	641.8	501380.47	8601440.30	3795.54
9	PLW18D105	N200	-82	900.7	501090.48	8601599.80	3910.34
10	PLW18D106	N200	-70	556.7	501285.68	8601510.32	3850.88
11	PLW18D107	N200	-85	661.7	501450.65	8601360.76	3750.36
12	PLW18D108	N200	-85	902.1	501197.69	8601530.12	3880.85
13	PLW18D109	N20	-83	623.3	501458.36	8601360.65	3755.39
14	PLW18D110	N360	-73	670.4	501080.86	8601605.54	3913.15
15	PLW18D111	N20	-89	678.8	501280.47	8601510.52	3850.88
16	PLW18D112	N355	-83	965.3	501087.59	8601735.52	3900.55
Total metros perforados				9230.85m			

Fuente: modificado a partir de Consorcio Minero Palcawanka S.A.C 2018, Informe final campaña de exploración

Finalmente se perforaron en total 15 sondajes. El sondaje PLW18D101A es sondaje gemelo del PLW18D101. El sondaje PLW18D102A no se llegó a realizar por problemas de terreno, presencia de zona de falla con abundante material triturado y panizo, y técnicos.

3.9.4 Avance de Perforación

Según programa, el objetivo principal fue probar la continuidad hacia el Este de los cuerpos mineralizados e incrementar los recursos habidos, por lo tanto, los sondajes fueron orientados al SSW con un azimut N200° (PLW18D099 al PLW18D108) dirigidos en profundidad hacia la zona mineralizada ubicada en el contacto de las calizas Pucará con el intrusivo dacítico; solo el sondaje PLW18D102 fue orientado en sentido contrario con azimut N54° y dirigido hacia el domo dacítico (anomalía geofísica de baja sensibilidad magnética) con la finalidad de demostrar la existencia o mayor evidencia de presencia de un yacimiento tipo pórfido adyacente a la zona de cuerpos polimetálicos en profundidad.

Los sondajes dirigidos hacia el Sur, hacia el contacto calcáreo, ya en profundidad presentaron un cambio de mineralización, los cuerpos o mantos mineralizados polimetálicos Zn, Pb y Ag mostraron presencia de Mo y granates asociados a débiles flujos hidrotermales cloritizados, clasificando estos tramos como zonas skarnoides, por lo cual los sondajes PLW18D109, PLW18D110, PLW18D111, Y PLW18D112 fueron reprogramados y dirigidos hacia el Norte con la intención de acercarnos más hacia la zona de posible skarn.

3.9.5 Ratios de Perforación

La campaña de perforación Palcawanka 2018 se inicia el 24 de mayo con el sondaje PLW18D099 en la plataforma N° 16, siendo la maquina ejecutora la LF90D-04A.

En el mes de junio se incorpora la máquina CSD1800, iniciando sus labores el 15 de junio con el sondaje PLW18D101. Líneas arriba se explica las razones de cambio de la 2da máquina por la Sandvik DE710, la cual llega al proyecto Palcawanka el mes Julio, iniciando sus labores el 3 de Julio con el sondaje PLW18D101A.

TABLA 3.4 RATIO DE PERFORACIÓN POR DÍA ACUMULADO PARA AMBAS MÁQUINAS, MES A MES Y PROMEDIO FINAL.

Mes	N° Maquinas	LF90D-04A (m)	CSD1800 (m)	DE-710-11 (m)	Total (m)	Días Perforados	Ratio Diario (m)
Mayo	1	181.70			181.70	8	22.71
Junio	2	740.10	257.05		997.15	30	33.24
Julio	2	336.20		1003.10	1339.30	31	43.20
Agosto	2	836.30		1486.55	2322.85	31	74.93
Setiembre	2	1066.80		1218.65	2285.45	30	76.18
Octubre	2	616.15		761.15	1377.30	31	44.43
Noviembre	2	86.35		640.75	727.10	30	24.24
Total Promedio (m)		3863.6	257.05	5110.2	9230.85	191	48.33

Fuente: modificado a partir de Consorcio Minero Palcawanka S.A.C. 2018, Informe final campaña de exploración

3.9.6 Recuperación de Testigos

La recuperación de testigos de perforación durante la campaña 2018 se considera como buena, siendo el promedio de 92.51%. Se detalla la recuperación sondaje a sondaje a continuación.

TABLA 3.5 PROMEDIOS DE RECUPERACIÓN POR SONDAJE Y PROMEDIO GENERAL

DDH	METROS PERFORADOS (m)	RECUPERACIÓN PROMEDIO (%)
PLW18D099	185.50	91.87
PLW18D 100	701.10	94.74
PLW18D 101	160.50	90.30
PLW18D101A	709.50	98.65
PLW18D102	371.40	89.92
PLW18D103	502.15	97.73
PLW18D104	641.80	95.84
PLW18D105	900.70	98.16
PLW18D106	556.70	99.05
PLW18D107	661.70	93.00
PLW18D108	902.10	99.26
PLW18D109	623.30	95.00
PLW18D110	670.35	98.97
PLW18D111	678.80	92.92
PLW18D112	965.25	97.88
Total perforado (m)	9230.85	
Promedio Total Recuperado (%)		92.51

Fuente: Elaboración propia para el estudio

3.9.7 Medición de Desviaciones de Sondajes

Para las pruebas de medida de desviación de sondajes se contó con un equipo "Reglex EZ-GYRO". El cual, como una de sus principales características es que no se afecta por la influencia de alguna formación geológica que se esté atravesando o cualquier elemento magnético que pueda estar presente en el sondaje. Así como también un sistema de almacenamiento "Reflex HUB", el cual recibe los datos de medición de forma instantánea y segura para su almacenamiento

y acceso instantáneo desde cualquier lugar a través de internet. Este equipo es capaz de medir la desviación tanto en el Azimut como en la inclinación del sondaje.

Los trabajos de medición de desviación estaban a cargo íntegramente de la empresa de perforación.

TABLA 3.6 RESUMEN DE DESVIACIÓN POR SONDAJES

HOLE-ID	AZIMUT TOPOGRAFÍA	DIP TOPOGRAFÍA	DESVIACIÓN PROMEDIO (°)		PROFUNDIDAD (m)
			AZIMUT	DIP	
PLW18D099	199.6	-63.4	1.4	0.8	185.5
PLW18D100	199.9	-61.9	3.8	3.6	701.1
PLW18D101A	200.3	-80.3	3.0	0.8	709.5
PLW18D103	199.7	-69.9	2.9	1.0	502.2
PLW18D104	200.1	-85.1	29.9	0.8	641.8
PLW18D105	200.1	-82.0	13.5	0.9	900.7
PLW18D106	200.3	-70.0	2.7	1.1	556.7
PLW18D107	200.1	-85.0	20.0	1.2	661.7
PLW18D108	200.1	-85.0	13.3	0.3	902.1
PLW18D109	20.0	-83.0	21.8	1.6	623.3
PLW18D110	359.3	-73.0	13.5	0.8	670.4
PLW18D111	19.5	-89.0	93.3	3.4	678.8
PLW18D112	355.0	-83.0	3.3	1.8	965.2

Fuente: Elaboración propia para el estudio

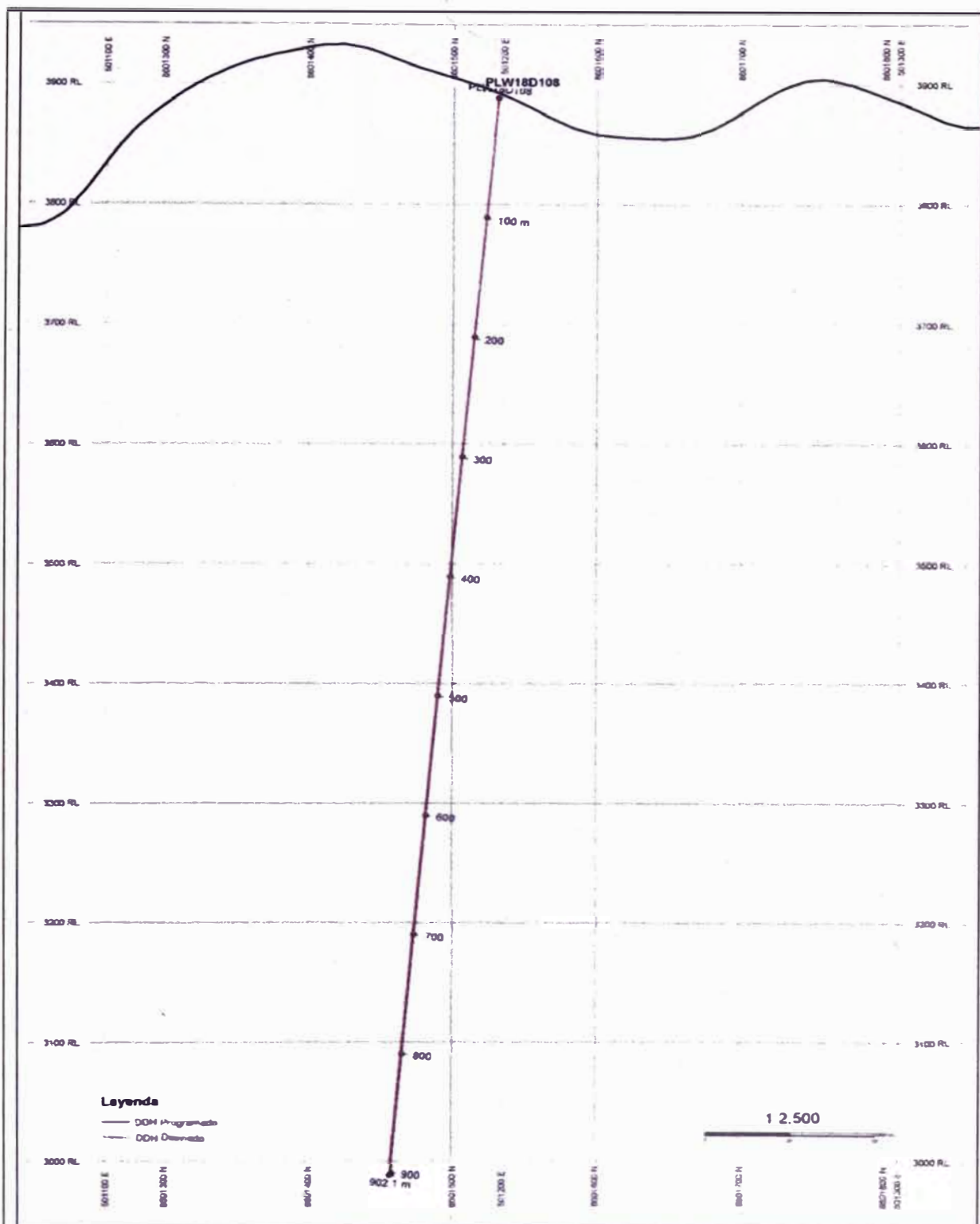


FIGURA 3.23 SECCIÓN LONGITUDINAL VIENDO AL W DEL SONDAJE PLW18D108 VS GRÁFICO DE PRUEBA DE DESVIACIÓN

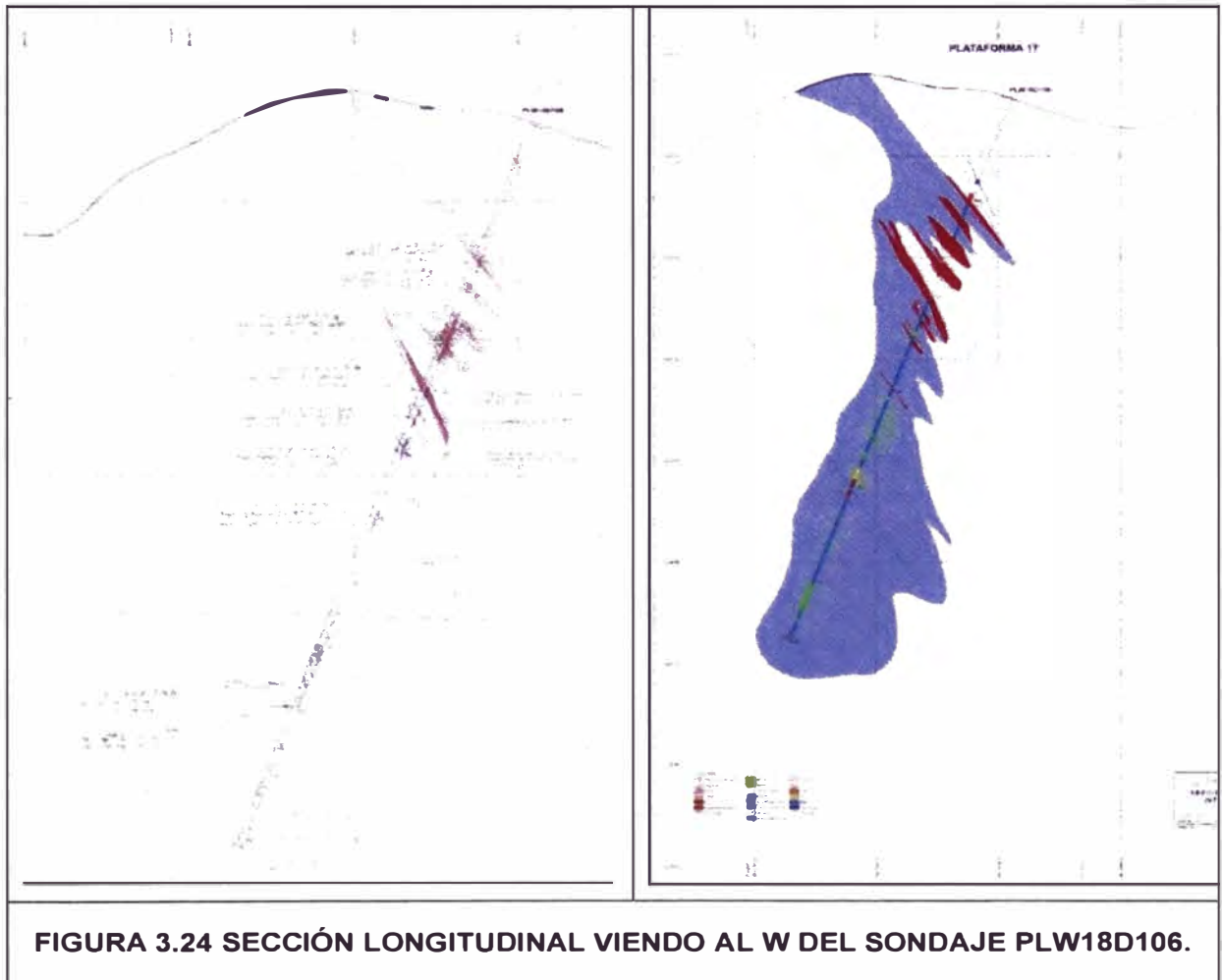
Fuente: Consorcio Minero Palcawanka S.A.C. 2018, Informe final campaña de exploración

- De los sondajes ejecutados solo se hicieron medida de desviación a 13 sondajes. La toma de desviación del sondaje DDH102 no se realizó por temas de seguridad ya que se tenía un terreno muy alterado, fuertemente fracturado y con abundante panizo debido la presencia de una zona de falla.
- El DDH101 no se realizó porque se tenía complicaciones tanto con la maquinaria y atrapamiento de la tubería.
- Para los sondajes DDH099, DDH100, DDH101A, DDH103, DDH106 y DDH112 se tiene una baja desviación en cuando al azimut y al DIP promedio respecto a tomado en campo por el área de topografía. Es importante notar que el DIP en campo, para estos sondajes, no es demasiado vertical (≥ -80.30 , caso excepcional el DDH112), razón por la cual se sugiere o se puede estimar que no tuvieron demasiado variación tanto en el azimut como el DIP
- Para los sondajes DDH104, DDH105, DDH107, DDH108, DDH109, DDH110 y DDH111 se tiene una desviación alta en el azimut, 93.32 grados en promedio para el DDH111. Se debe señalar que el DIP para este grupo de sondajes fue mucho más vertical que los anteriores (≤ -82), razón por la cual se sugiere o se puede estimar que tuvieron mayor influencia en la desviación en el azimut.
- Otro factor importante para entender la excesiva desviación de los sondajes, es la presencia de personal no muy calificado para los trabajos de perforación. El DDH110 es ejemplo de ello, ya que teniendo un DIP no tanto vertical (-73 en promedio) terminó con una desviación promedio de 13.47 grados en el azimut por los constantes atrapamientos, pérdida de tubería y diversas maniobras para recuperar y modificar la dirección del pozo.
- Para todos los sondajes, la desviación promedio del DIP está dentro de los rangos permitidos ($1^\circ/100\text{m}$).

3.9.8 Secciones longitudinales de interpretación

Para realizar el seguimiento e interpretación del modelo geológico y mineralógico del yacimiento, se realizaron secciones longitudinales a escala 1:1000 de cada sondaje ejecutado, en ellas se graficó las principales características determinadas en el "logueo rápido" (Quick log) como litología, alteración, estructuras presentes y porcentaje visual de mineralización.

La realización de estas secciones nos permite tener información actualizada sobre la perforación y realizar el seguimiento diario, litología que se está atravesando, correlación de estructuras con sondajes adyacentes, así como compartir información a la empresa de perforación para prever acciones técnicas que nos permitan una mejor recuperación de testigos.



Fuente: elaboración propia para el estudio

3.9.9 Registro Fotográfico de Testigos de Perforación

La toma de fotografías de los sondajes de perforación para la campaña Palcawanka 2018 se desarrolló en dos etapas:

- **Fotografía en Plataforma de Perforación.**

Esta toma de fotografías se desarrolló inmediatamente después de culminar la corrida de perforación cuando el core es extraído de la tubería interior y colocado sobre una canaleta especial. Esta toma de fotografía fue importante ya que nos permite ver en tiempo real y completo la corrida antes de ser ingresada a las cajas porta testigos.

- **Fotografía en Campamento.**

Siguiendo con el modelo de toma de fotografía en campamento respecto a la campaña 2015, se diseñó un tablero que contenga la siguiente información:



FIGURA 3.25 MODELO DE TOMA DE FOTOGRAFÍA DE SONDAJE EN CAMPAMENTO

Fuente: elaboración propia para el estudio

3.9.10 Logueo Geológico

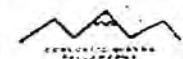
El logueo geológico se divide en 3 partes: Logueo geotécnico, logueo rápido (Quick log) y Logueo geológico detallado.

3.9.10.1 Logueo Geotécnico

En este punto se colectan datos generales de la corrida (From-to), porcentaje de recuperación, RQD, descripción de fracturas y fallas, índice geológico de resistencia (GSI), y la estimación de la resistencia en compresión uniaxial (IRS), todos son datos tomados con la finalidad de caracterizar el macizo rocoso.

FORMATO MAPEO SONDAJES GEOTECNICOS-PA WANKA

SONDAJE: PLW18D108 NORTE: ESTE: COTA: AZ 200 DEP: -85 LARGO: MAPEADO POR: Miguel Principe PAGINA: de DIAMETRO: N.º ESCALA 1:100 MAQ: DE 710-11



L	A	PROFUNDIDAD RECUPERADA	TROZOS DE ROCAS Mayores a 10 cm 2-10	DESCRIPCION DE DIACLASAS							DESCRIPCION DE FALLAS	REACTIVO ROCOSO			OBSERVACIONES
				Σ = Total Abiertas (30°-60°-90°) □ = Total cerradas	JRC	ER	TIN	TAR	AP	DE		RQD	IRS Estimado	PLT	
INST	SI	529.95 532.95 3.00 3.00 Σ = 3.00	<30°: 0 <60°: 0 <90°: 1 Σ = 1	7	531.63 531.61	10-12	<1m	G	G	SW	B	(531.63-531.61) L+160 R.G 215:2m 211:2m	R4	VB 70 VB 65	Skarn mineral con Ps. diseminado
INST	SI	532.95 536 3.05 3.05 Σ = 3.00	<30°: 0 <60°: 1 <90°: 1 Σ = 2	6	534.05 534.051 534.25 534.25	8-10 10-12	<1m	G	F	SW	B		R4	VB 70 VB 65	
INST	SI	536 539.10 3.10 3.10 Σ = 3.00	<30°: 0 <60°: 0 <90°: 0 Σ = 0	5								(538.70-538.25) L165 R.G 215:2m 211:2m	R4	VB 70 VB 65	Posible Skarnizada
INST	SI	539.10 547.10 2.00 2.00 Σ = 3.00	<30°: 0 <60°: 1 <90°: 0 Σ = 1	6	541.15 541.151	6-8	<1m	G	F	SW	B		R4	VB 70 VB 65	Skarnizada P con Ps. diseminado
INST	SI	547.10 545.15 3.05 2.05 Σ = 3.05	<30°: 0 <60°: 2 <90°: 0 Σ = 2	7	547.95 547.951 547.40 547.401	6-8 10-12	<1m	G	F	SW	B		R4	VB 70 VB 65	Skarnizada con Ps. diseminado
INST	SI	545.15 546.90 1.75 1.75 Σ = 0.70	<30°: 0 <60°: 0 <90°: 0 Σ = 0	2									R4	VB 60 VB 55	
INST	SI	546.90 550.00 3.10 3.10 Σ = 3.00	<30°: 0 <60°: 1 <90°: 0 Σ = 1	4	549.15 549.151	17-14	<1m	G	G	SW	B		R4	VB 70 VB 65	
INST	SI	550.00 551.40 1.40 1.40 Σ = 2.80	<30°: 0 <60°: 0 <90°: 1 Σ = 1	3	550.70 550.701	8-10	<1m	G	M	SW	B		R4	VB 60 VB 55	Skarnizada con Ps. diseminado
INST	SI	551.40 554.20 2.80 2.60 Σ = 2.50	<30°: 0 <60°: 0 <90°: 1 Σ = 1	7	556.10 556.101	8-10	<1m	G	F	SW	B		R4	VB 70 VB 65	
INST	SI	554.20 553.10 0.90 0.85 Σ = 0.85	<30°: 0 <60°: 1 <90°: 0 Σ = 1	2	555.40 555.401	8-10	<1m	G	F	SW	B		R4	VB 70 VB 65	

FIGURA 3.26 FORMATO PARA LOGUEO GEOTÉCNICO.PLW18D108

Fuente: Consorcio Minero Palcawanka S.A.C. 2018, Informe final campaña de exploración

3.9.10.2 Logueo Rápido (“Quick Log”)

Consiste en la toma de datos geológicos inmediatamente llegadas las cajas de testigos desde la plataforma de perforación hacia el campamento. Estos datos consisten principalmente en la litología, alteración, la existencia de alguna estructura mineralizada y porcentajes visual de minerales.

La toma de datos se registra en un formato A4 calibrado para 50m de avance por cada hoja sin ninguna escala, para luego en gabinete, registrarla en una base de datos digital y el reporte diario, además de plasmarse sobre la sección longitudinal por cada sondaje a una escala de 1:1000, este último nos sirve para el control diario del sondaje y la correlación con algún sondaje cercano.

CONSORCIO MINERO PALCAWANKA S.A.C. FORMATO DE LOGUEO RAPIDO				PAGINA <u>22</u> DE <u>25</u>
UBICACION <u>PLW 18</u>		SONDAJE N° <u>PLW 18 D 108</u>	GEOLOGO <u>J. P. ...</u>	FECHA <u>17/03/2018</u>
LITOLOGIA				FIRMA <u>[Signature]</u>
N°	GRAFICO	COD	DESCRIPCION	DESCRIPCION
501				
502				
503				
504				
505				
506				
507				
508				
509				
510				
511				
512				
513				
514				
515				
516				
517				
518				
519				
520				
521				
522				
523				
524				
525				
526				
527				
528				
529				
530				
531				
532				
533				
534				
535				
536				
537				
538				
539				
540				
541				
542				
543				
544				
545				
546				
547				
548				
549				
550				

ABREVIATURAS			
ALTERACIONES	TIPO	ROCAS	INTENSIDAD
Ampliacion	S	ROCA	R
Angulacion	ARG	BRECHA	B
Profilacion	PR	PALLA	F
Clasificacion	CLT	SKARN	SK
Carbonatacion	CARB	COLUMNAL	Col
Sulfatacion	SERC	ExFalla	EXF
		Dacita Porfirica	DACPXY
		Brecha Pulverizada	POLBX
		Dacita Brechosa	BTDAC
		Andesita	ANT
		Caliza	LMST
		Arenisca	SDST
		Skarn	SK
		Reemplazamiento	REF
		Brecha Hidrotermal	HBX
		Brecha Epitermal	EBX
			Debil
			Moderada
			Fuerte
			Muy Fuerte

FIGURA 3.27 FORMATO DE "QUICKLOG" DIARIO. PLW18D108

Fuente: Consorcio Minero Palcawanka S.A.C. 2018, Informe final campaña de exploración

3.9.10.3 Logueo geológico detallado

Se registran con más detalle, respecto al Quick log, las principales características geológicas tales como Litología, alteración, estructuras mineralizadas y la estimación visual porcentual de minerales. Se toma el registro en un formato A3 a una escala 1:100, en el cual se utilizan código establecidos para la recolección de datos para luego registrarlos en una base de datos.

Estos datos recolectados nos servirán más adelante para el modelamiento del yacimiento y del cálculo de recursos minerales.

PROYECTO															SONDAJE																														
TIPO DE SONDAJE					COORDENADA E					EMPRESA PERFORISTA					PAGINA DE																														
DIAMETRO					COORDENADA N					GEOLOGO DE LOGUEO					PAGINA DE																														
SECTOR					COTA					PRECIO DE LOGUEO					PAGINA DE																														
ZONA					AZIMUT					FIN DE LOGUEO					PAGINA DE																														
OBJETIVO					LONG. TOTAL					ESCALA					PAGINA DE																														
FECHA INICIO FIN					LONG. TOTAL					ESCALA					PAGINA DE																														
ESCALA VUE	AVANCE				COLUMNA GRAFICA				CODIGOS GEOLOGICOS				COLUMNA GRAFICA				MENA				MINERALIZACION (%) Y ALTERACIONES												LEYES DE ENSAYES												DESCRIPCION
	ESCALA VUE				ESCALA VUE				ESCALA VUE				ESCALA VUE				ESCALA VUE				ESCALA VUE				ESCALA VUE				ESCALA VUE																
	ESCALA VUE				ESCALA VUE				ESCALA VUE				ESCALA VUE				ESCALA VUE				ESCALA VUE				ESCALA VUE																				

FIGURA 3.28 FORMATO A3 DE LOGUEO GEOLÓGICO DETALLADO. PLW18D108

Fuente: Consorcio Minero Palcawanka S.A.C. 2018, Informe final campaña de exploración

3.10 YACIMIENTO SIMILAR DONDE SE TIENE EJEMPLOS DE LA APLICACIÓN DEL CONTROL DE LA CALIDAD (QC)

Como estudio similar donde se logró la aplicación del QA/QC en el proceso geológico, podemos mencionar el trabajo de ***Aplicación del QAQC en el Proceso Geológico, para validar la Estimación de Recursos y Reservas, de la Unidad Operativa Chungar (Ccama 2017).***

Dentro de la U.O. Chungar, está ubicada la mina Animón, siendo este un yacimiento polimetálico filonianos de Zn – Pb y Cu.

Ubicado en el distrito de Huayllay, Región de Cerro de Pasco. La mineralización de la mina Animón, está emplazada en un anticlinal doblemente hundido con orientación N25°W y cuya composición son rocas sedimentarias continentales del terciario inferior del Grupo Casapalca (Capas Rojas)

De enero a mayo del 2014 se recopilaron 3726 muestras (sondajes en interior mina)

TABLA 3.7 PORCENTAJE DE INSERCIÓN MUESTRAS DE CONTROL U.O. CHUNGAR

CANTIDAD DE MUESTRAS	TIPO DE MUESTRA	TOTAL	RANGO DE INSERCIÓN (%)
3726	Muestras Duplicados de Campo	257	6.90
	Duplicados gruesos	132	3.54
	Duplicados de pulpa	137	3.68
	Blanco grueso	143	3.84
	Blanco fino	141	3.78
2354	Estandar	92	3.91

Fuente: Modificado a partir de Ccama (2017)

Los porcentajes de inserción de muestras de control dentro de la U.O. Chungar están dentro de los porcentajes recomendados

Se tiene los resultados para cada elemento (Cu, Pb, Zn y Ag) por cada tipo de muestra de control.

Los procedimientos, límites y cálculos se detallarán en los siguientes capítulos como desarrollo de la presente tesis y se aplicarán con la data obtenida durante la campaña de exploración 2018 del proyecto Palcawanka.

TABLA 3.8 RESULTADOS DE APLICACIÓN DEL QC DENTRO DE LA U.O. CHUNGAR

MUESTRAS DE CONTROL						
ELEMENTO	MG	BF	BG	DG	DF	MR
Cu	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Cuestionable
Pb	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Bueno
Zn	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Bueno
Ag	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Bueno

Fuente: Modificado a partir de Ccama (2017)

Los resultados a partir de la aplicación del QC dentro de la U.O. Chungar son los óptimos (tabla 3.8) a excepción del Cu para las muestras estándar.

Entonces, se puede tener cierta certeza que los cálculos de recursos y reservas son confiables y cuentan con los estándares que la industria requiere.

CAPITULO IV

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (QA)

4.1 PROCEDIMIENTOS DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD QA

En un programa QA y entendiendo que dentro del muestreo primario es donde más errores se comenten, se debe tener o aplicar ciertos procedimientos adecuados para asegurar la calidad. Esto implica desde la extracción del testigo pasando por el corte, muestreo hasta el transporte hacia el laboratorio. Las preparaciones de muestras están basadas en batch de 66 muestras que llegan en lotes a las instalaciones del laboratorio CERTIMIN S.A. El laboratorio cuenta con su propio protocolo de preparación de muestras. Las muestras son enviadas al laboratorio acompañadas de un listado, con su correspondiente identificación y un documento de cadena de custodia, desde el campamento del Proyecto Palcawanka hacia Lima. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio CERTIMIN, utilizando los métodos analíticos mencionados en la Tabla 2.4 (página 50).

Se indica una serie de recomendaciones para considerar en el muestreo primario, considerando a esta como una de las etapas que puede generar mayor error:

- Definir un protocolo de muestreo.
- Establecer la cadena de seguridad del muestreo.
- Debe definirse las herramientas, materiales e insumos de extracción de muestras que son adecuadas y no adecuadas.

- Deben efectuarse evaluaciones de heterogeneidad y de no sesgo.
- Optimizar la malla de muestreo mediante evaluaciones geoestadística.
- Definir el peso y granulometría correcta para los incrementos de las muestras

tomadas.

A todo ello se debería añadir que es importante definir la Distancia Óptima de Muestreo (DOM), para lo cual se tiene métodos geoestadísticos desarrollados por S. Canchaya (com. Personal).

4.2 EXTRACCIÓN DEL TESTIGO

Durante la perforación de testigos se tiene que buscar la mejor representatividad (broca de diámetros correctos), la correcta maniobra de la maquinaria de perforación, uso de los lodos y correcto manipuleo de los testigos, desde la colocación en las canaletas para su limpieza hasta la colocación en las cajas porta testigos cuidando siempre que el final de la corrida anterior coincida con el inicio de la siguiente corrida.

El geólogo de pozo debe cuidar que se cumplan todas estas recomendaciones.

Durante el transporte se tiene que cuidar la integridad de las cajas porta testigo para que no lleguen a mezclarse ni generar segregación cuando el material este triturado.

Se debe tener una conducción adecuada y procurar que las cajas lleven esponja para cuidar los testigos.

4.3 MARCADO Y CORTE DE TESTIGOS

Para un adecuado aseguramiento de la calidad, el geólogo encargado del área es quien se encarga de marcar los tramos de muestreo y dirigir los procedimientos para la ubicación del orden de inserción de muestras de control dentro del lote.

El marcado de muestras es en base de algunos criterios geológicos tales como contactos litológicos, presencia de cuerpos o zonas mineralizadas, cambios en el tipo de alteración.

Para las zonas mineralizada se marca entre 0.50m a 1.00 m. En las zonas estériles se marca entre 1.00 a 2.00 m. Siempre respetando los criterios ya mencionados líneas arriba.

Teniendo marcadas las muestras, éstas se registraban en un formato en físico correspondiente a 66 muestras incluidas las muestras de control que corresponden a un lote de muestreo. Para lograr los porcentajes recomendados de inserción de muestras de control dentro del lote, fue necesario trabajar “con ternas de muestreo”, donde, en cada grupo de 3 lotes consecutivos se cumplan los porcentajes recomendados.

TABLA 4.1. TERNAS DE MUESTREO PARA CUMPLIR EL PORCENTAJE DE INSERCIÓN DE MUESTRAS DE CONTROL

LOTE	TOTAL	PRIMARIAS	CONTROLES	IG	SGA	DG	SPB	MO	SGB	BF	DP	SPA
LOTE1	66	55	11	1	1	1	1	1	1	1	2	1
LOTE2	66	56	10	1	1	2	1	1	1	1	1	1
LOTE3	66	55	11	2	1	1	1	1	1	2	1	1
LOTE4	66	55	11	1	1	1	1	1	1	1	2	1
LOTE5	66	56	10	1	1	2	1	1	1	1	1	1
LOTE6	66	55	11	2	1	1	1	1	1	2	1	1
SUMA	396	332	64	8	6	8	6	8	6	8	8	6
PORCENTAJE	100	83.84	16.16	2.0	1.5	2.0	1.5	2.0	1.5	2.0	2.0	1.5

Fuente: Consorcio Minero Palcawanka S.A.C. 2018, Informe final campaña de exploración

PROYECTO PALCAWANKA
MUESTREO

LOTE N° 92 FECHA: MUESTREADO POR:

N° DE ORDEN	N° DE CAJA	DDH PLW180	CODIGO DE MUESTREO	METRAJE		POTENCIA DE MUESTRA	TIPO QAQC	PESO Kg	TIPO DE LIENEA	OBSERVACIONES
				DE	HASTA					
1		107	164506	482.00	483.00				NA	
2			164507		484.00					
3			164508		485.00					
4			164509		487.00					
5			164510		488.00					
6			164511							
7			164512	488.00	489.00					
8			164513		490.00					
9			164514		491.00					
10			164515							
11			164516	491.00	492.00					
12			164517		493.00					
13			164518		494.00					
14			164519		495.00					
15			164520		496.00					
16			164521							
17			164522	496.00	497.00					
18			164523		498.00					
19			164524		499.00					
20	108		164525		500.00					
21			164526		501.00					
22			164527		502.00					
23			164528							
24			164529	502.00	503.00				NA	
25			164530		504.00					
26			164531		505.00					
27			164532		506.00					
28			164533		507.00					
29			164534		508.00					
30			164535		509.00					
31			164536		510.00					
32			164537							
33			164538	510.00	511.00					
34			164539		512.00					
35			164540		513.00					
36			164541		514.30					
37			164542		515.30					
38			164543		516.40					
39			164544							
40	108		164545	516.40	517.50					
41			164546		518.50					
42			164547		519.40					
43			164548		520.50					
44			164549							
45			164550	520.50	521.50					
46			164551		522.50					
47			164552		523.30				NA	
48			164553		524.00					
49			164554		525.50					
50			164555							
51			164556							
52			164557	525.50	526.80					
53			164558		528.00					
54			164559		529.00					
55			164560		530.00					
56			164561		531.00					
57			164562		532.00					
58			164563		533.00					
59			164564		534.00					
60			164565							
61			164566	534.00	535.00					
62			164567		536.00					
63			164568		537.00					
64			164569		538.00					
65	108		164570		539.00					
66			164571		540.00				NA	

D.H.
Delcar Torres Grub
19-09-2018

FIGURA 4.1 FORMATO DE MUESTREO. SE MUESTRA LA DISTRIBUCIÓN DE LAS MUESTRAS DE CONTROL Y TOTAL DE MUESTRAS ("BATCH" DE 66 MUESTRAS)

Fuente: Recopilación propia para el estudio

Una vez definido el tramo a ser muestreado, se marca la línea de corte (línea sobre la que se aplicará el corte), la línea debe dividir al testigo de perforación en dos partes iguales (resultado ideal), previo ordenamiento de los pedazos del testigo a fin de que tengan la misma orientación, esta línea deberá ser continua y realizada con el lápiz de cera color amarillo. Posteriormente, se hará la anotación del número de muestra sobre la caja (en el lomo superior de la canaleta) dentro del tramo correspondiente a la muestra, para ello se utilizará el plumón de pintura acrílica.

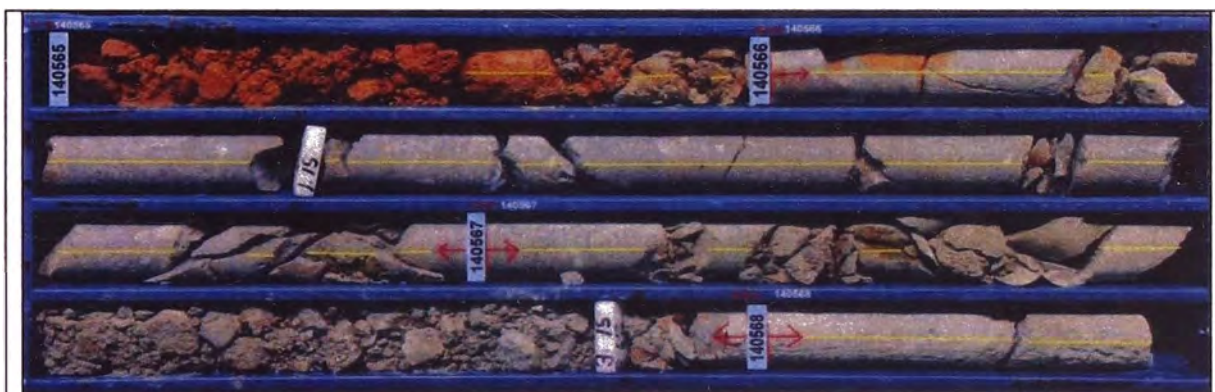


FIGURA 4.2 LÍNEA DE CORTE EN AMARILLO, TRAMOS DE MUESTREO EN COLOR ROJO.

Fuente: Toma personal para el estudio



Fuente: Delgado (2020) QA/QC – Aseguramiento y control de calidad aplicado a exploraciones mineras

El testigo es cortado utilizando una cortadora de discos diamantado para testigos marca Husqvarna.



Fuente: Toma personal para el estudio



Fuente: Toma personal para el estudio

4.4 MUESTREO DE TESTIGOS

Al momento del muestreo se deben tener ciertos cuidados: Utilizar siempre guantes descartables para la manipulación de las muestras, nunca utilizar guantes de cuero o algodón, utilizar paños húmedos para la limpieza de las manos. De ser necesario utilizar rociador o aspersor para humedecer la muestra y nunca brocha. Muestrear la parte del testigo del lado superior de cada canaleta de las cajas. De tener material suelto utilizar una lámina separadora y una espátula adecuadas de metal de la mitad del diámetro de las canaletas de la caja porta testigo. Durante la campaña 2018 se muestrearon y procesaron un total de 8,931 muestras validadas, conformada de: muestras primarias 7,487 equivalente a un 83.83% y muestras de control 1,444 equivalente a un porcentaje de 16.18%, donde se incluyen los controles de (MG), (DG), (DP), (MRs), (BG) y (BF), cabe considerar que el tipo de control (CE) aún no se ha realizado.

Para identificar y separar los tramos de muestreo es necesario la utilización de tacos plásticos de color azul para distinguirse de los tacos de las corridas de perforación de color blanco. En estos tacos azules es necesario el marcado de algunos datos, tales como:

- From – To (Intervalo de la muestra).
- Número correlativo de muestra (Tarjeta de Muestreo asignadas a CMP).

Las muestras son colocadas en una bolsa, identificada mediante una etiqueta de muestreo con el código del sondaje e intervalo de muestreo. La otra mitad del testigo es colocado en cajas para su almacenamiento.

Asimismo, el código de la muestra y el intervalo de muestreo son marcados también en la caja.

Para estas actividades se contó con 1 Geólogo QA/QC, 1 Supervisor de muestreo QA/QC, 1 técnico de corte y 1 asistente. Una vez ensacadas las muestras y responsablemente codificadas, son enviadas hacia Lima a las instalaciones del laboratorio CERTIMIN, empresa responsable del tratamiento de las muestras y el análisis geoquímico.



FIGURA 4.6 PERSONAL CALIFICADO DENTRO DEL ÁREA DE MUESTREO.

Fuente: Toma personal para el estudio

4.5 CUSTODIA DE LAS MUESTRAS

CMP maneja el procedimiento de cadena de custodia, el cual es un registro continuo, cuya finalidad es garantizar la seguridad física de las muestras (datos y registros) mediante sus respectivas Hojas de Orden de análisis y cadena de custodia. La cadena de custodia involucra desde el Geólogo encargado del área, personal de muestreo, conductor que transporta los sacos de muestras y el personal de recepción de las muestras en el laboratorio de CERTIMIN. Debiera involucrar también al supervisor de la perforación, al geólogo de pozo (que realiza el “quick log”) y al conductor que lleva los testigos a la sala de corte y son recepcionadas por el técnico cortador.



CADENA DE CUSTODIA

Página 1 de 2

Cliente: CONSORCIO MINERO PALCAWANKA SAC	Fecha de Envío: 20/11/2018
Lotes Números: L#123 y L#124	Destino: Lima
Proyecto Nombre: PALCAWANKA	Número de Teléfono: 618 1000 ANEXO 1084
Origen de las Muestras: Palca- Huancavelica	

ID	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	AREA
1	Envío de sacos de muestreo para análisis geoquímico (M166552-M166617)	04 sacos	GEOLOGIA
2	Envío de sacos de muestreo para análisis geoquímico (M166618-M166683)	12 sacos	GEOLOGIA

Instrucciones Especiales: Las mostradas en la hoja específica de Certimin.

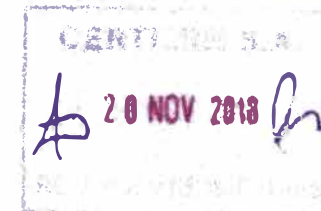


FIGURA 4.8 FORMATO CADENA DE CUSTODIA CMP. HOJA 1 DE 2.

Fuente: Consorcio Minero Palcawanka S.A.C. 2018, Informe final campaña de exploración

CENTRO S.A.
 20 NOV 2018
 15:20

Entregado por (Firma) <i>Dardot</i> Ricardo Rodan	Fecha/Hora 17:00 19-11-18	Recibido por (Firma) <i>Delcar Torres</i> Delcar Torres	Observaciones: Entrega de muestras por parte del geólogo que hizo el marcado del muestreo	Fecha/Hora 17:30 19-11-18
Entregado por (Firma) <i>Delcar Torres</i> Delcar Torres	Fecha/Hora 18:00 19-11-18	Recibido por (Firma) <i>Christina Laura Peñabaz</i> Christina Laura Peñabaz	Observaciones: Recibido y entrega de muestras por parte del técnico a geólogo de muestras. Sellado de la caja de corte de testigos.	Fecha/Hora 18:30 19-11-18
Entregado por (Firma) <i>Christina Laura Peñabaz</i> Christina Laura Peñabaz	Fecha/Hora 19:00 19-11-18	Recibido por (Firma) <i>Miguel Ángel Priíncipe Asencios</i> Miguel Ángel Priíncipe Asencios	Recibido por Geólogo QA-QC responsable.	Fecha/Hora 19:30 19-11-18
Entregado por (Firma) <i>Miguel Ángel Priíncipe Asencios</i> Miguel Ángel Priíncipe Asencios	Fecha/Hora 20:00 19-11-18	Recibido por (Firma) <i>Dante Sazano P</i> Dante Sazano P	Recibido por Conductor - CMP Firma de parte de seguridad - CMP	Fecha/Hora 20:00 19-11-18
Entregado por (Firma) <i>Pedro Sánchez</i> Pedro Sánchez	Fecha/Hora 20-11-18	Recibido por (Firma) <i>Pedro Sánchez</i> Pedro Sánchez	Recibido por Laboratorio Central	Fecha/Hora 20-11-18 15:20

FIGURA 4.7 FORMATO CADENA DE CUSTODIA CMP. HOJA 2 DE 2.

Fuente: Consorcio Minero Palcawanka S.A.C. 2018, Informe final campaña de exploración

4.6 ALMACÉN DE TESTIGOS, RECHAZOS Y PULPAS

Las cajas de testigos son transportadas a la sala de logueo, donde se realiza el registro fotográfico y registro geológico de testigos, muestreo y finalmente son transportadas al almacén en la ciudad de Lima. El almacenaje de dichas cajas se realiza de forma apilada, con una altura no mayor de 2.0 m, y se encuentran ordenadas por sondajes, el proceso de almacenamiento de las cajas de testigos es bueno, está señalizado, y se facilita la ubicación de las cajas.



FIGURA 4.9 ALMACÉN DE TESTIGOS. RECHAZOS Y PULPAS EN UN DEPÓSITO EN HUACHIPA

Fuente: Toma personal para el estudio

4.7 VENTAJAS Y DIFICULTADES PARA LA APLICACIÓN DEL QA/QC

4.7.1 Ventajas

La aplicación de un programa QA/QC dentro de las campañas de exploración, tiene múltiples ventajas, siendo las principales:

- Asegura la calidad del muestreo y minimiza los errores y las posibilidades de contaminación.
- Garantizar frente a los inversionistas y a la comunidad geológica/científica que los procesos realizados cumplen con los estándares exigidos por la industria con el fin de obtener los mejores resultados en la estimación de recursos.

- Prevención en la fuente de posibles errores durante las etapas primarias del muestreo
- Detección de errores durante la preparación de las muestras.
- Reconocimiento competitivo frente a otras empresas que no cuentan con un programa QA/QC.
- Valides de resultados obtenido.
- Como sustento que garantice los resultados frente a un mercado de divisas (Bolsa de Valores)

4.7.2 Dificultades

En la práctica cotidiana el personal de operaciones, presentan innumerables obstáculos para formular, implementar y finalmente ejecutar un programa de QA/QC. Señalaremos algunas:

- Presencia reducida de profesionales actualizados en gestión administrativa y de calidad.
- Organizaciones con frágiles procedimientos de control, mucho menos de aseguramiento de la calidad (en el caso que los tengan).
- Ausencia de auditorías de procesos y de Protocolos de Muestreo y QA/QC.
- Conducta organizacional con mínima valoración a los sistemas de calidad.
- Alta rotación de personal clave en procesos críticos.
- Tiempos de respuesta dilatados para la solución de problemas en los procesos.
- Insuficiente presupuesto para la gestión del sistema; mucho menos para Muestreo.
- Ausencia de infraestructura física, tecnológica y profesional para soporte integral a los procesos.

A continuación, se presenta una tabla con los precios actuales en el mercado laboral, considerando el personal que interviene en la ejecución de un programa QA/QC de una campaña de perforación de 100 m; el cual generará un lote de 66 muestras.

TABLA 4.2 PRESUPUESTO PROCESO QA/QC PROYECTO PALCAWANKA - CAMPAÑA 2018

Metros		100 m		
Intervalo de inserción de muestras control (*)		9 por lote (1 MG, 1 DG, 1DP, 1 BF, 1BG, 1SGA, 1SGB, 1SPA y 1SPB)		
Inventario Muestras Control		Blancos	Blanco Fino y Grueso	
		Muestras de referencia	Estándar Oro Alto y Bajo	
			Estándar Polimetálico Alto y Bajo	
COSTO DE SERVICIOS PROFESIONALES (**)				
Costo alojamiento y alimentación por 4 personas		\$ 35 /día		
PERSONAL		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
	Geólogo QA/QC	\$ 35/día	1 día	\$ 35.00
	Supervisor de Muestro QA/QC	\$ 25/día	1 día	\$ 25.00
	Técnico de corte	\$ 17/día	1 día	\$ 17.00
	Asistente	\$ 11/día	1 día	\$ 11.00
EQUIPOS				
	Camioneta con chofer incluido para el transporte de muestra	\$100/día	1.5 días	\$ 150.00
LABORATORIO GEOQUIMICO				
	Ensayo multielemental de 43 elementos con digestión a 4 ácidos y lectura por ICP	\$20/muestra	60 muestras	\$ 1,200.00
	Costo de muestras de control	\$10/control	6 controles	\$ 60.00
TOTAL				\$ 1,533.00
(*) DC: Duplicado de campo; DG: Duplicado Grueso; DP: Duplicado de Pulpa; BF: Blanco Fino; BG: Blanco Grueso; SGA: Estandar oro Alto; SGB: Estandar oro Bajo; SPA: Estandar Polimetálico Alto; SPB: Estandar Polimetálico Bajo.				
(**) No incluye depreciación de equipos de corte, costo por empleo de equipos propios del programa de exploración geológica, gastos administrativos. Tampoco incluye el costo del servicio de perforación.				

Fuente: Elaboración propia para el estudio

4.8 PERFIL ACADÉMICO DEL PERSONAL INVOLUCRADO EN EL ÁREA DE MUESTREO Y QA/QC

En la Tabla 4.3 se detalla el personal requerido y su calificación para conformar el equipo humano encargado del muestreo y QA/QC.

TABLA 4.3 PERFIL ACADÉMICO DEL PERSONAL EN EL ÁREA DE MUESTREO Y QA/QC

CARGO	PERFIL
Geólogo QA/QC	<ul style="list-style-type: none"> • Geólogo con grado Bachiller en adelante, con una experiencia certificada mínima de 3 años en el sector de exploraciones. • Persona líder en el área, con habilidades de dirigir a un grupo humano, tomar decisiones, coordinar y delegar tareas. • Conocimientos intermedios a avanzados sobre el proceso de QA/QC
Supervisor de Muestro QA/QC	<ul style="list-style-type: none"> • Personal técnico calificado con más de 3 años de experiencia certificado en puesto similares. • Capacidad de trabajar en conjunto tanto con el Geólogo encargado como con el personal asistente. • Conocimientos intermedios sobre el proceso de QA/QC
Técnico de corte	<ul style="list-style-type: none"> • Personal técnico calificado con más de 3 años de experiencia certificado en puesto similares. • Capacidad de trabajar en conjunto tanto con el Geólogo encargado como con el personal asistente. • Conocimientos básicos de seguridad dentro del área de corte.
Asistente	<ul style="list-style-type: none"> • Persona con secundaria completa con aptitudes de superación personal, capaz de cumplir las tareas que se le manden.

Fuente: Elaboración propia para el estudio

CAPITULO V

CONTROL DE LA CALIDAD (QC)

5.1 GENERALIDADES

El control de calidad es el conjunto de técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para determinar el nivel de calidad realmente alcanzado en una operación, mediante el seguimiento permanente de la posible ocurrencia de errores.

Actualmente, el QA/QC sólo controla, el análisis químico y la preparación, mas no se están tomando medidas de control sobre el muestreo primario. Según la Teoría del Muestreo, el error analítico y el error de preparación solo tendrían una influencia máxima del 4%, mientras que el muestreo primario puede alcanzar el 96% de influencia sobre el proceso.

Mientras que el QA tiene como fin el asegurar la calidad del muestreo y la prevención de problemas; el propósito del QC es detectarlos, investigar las causas de su ocurrencia, para tomar medidas apropiadas para minimizar sus efectos. El QC en la exploración geológica se enfoca, principalmente, en la evaluación de la precisión, la exactitud y la contaminación en los diferentes pasos del proceso de muestreo – preparación -análisis.

5.2 GRÁFICOS Y TEST EMPLEADOS

Los gráficos de test empleados y resultados que se presentan a continuación son tomados y modificados a partir de Ccama (2017). Sirven para ilustrar los procedimientos y resultados.

Los cuadros y gráficos de resultados, del presente estudio, serán mostrados en el capítulo VII (DISCUSIÓN DE RESULTADOS) los cuales estarán basadas en las recomendaciones de AMEC Foster Wheeler (2011, 2015).

5.2.1 Evaluación de la precisión

Se requiere habilidad para repetir consistentemente los resultados de una medición en condiciones similares (de repetitividad y reproducibilidad). En este trabajo, la precisión se está evaluando como una magnitud cualitativa: Baja precisión, Alta precisión, Precisión Aceptable. Peor precisión implica mayor variabilidad. Precisión y variabilidad son inversamente proporcionales.

Este método incluye el cálculo del error relativo (ER) como el valor absoluto de la diferencia entre los valores del original y del duplicado, dividido por el promedio entre los dos valores, según la ecuación (1):

$$E. R. = \frac{2|V_o - V_d|}{|V_o + V_d|} \quad (1)$$

Seguidamente, se evalúa cada par de muestras V_o y V_d mediante la ecuación cuadrática de una hipérbola según la ecuación (2):

$$Y^2 = m^2 \cdot x^2 + b^2 \quad (2)$$

Para $x, y = < 0$, donde y es $\text{máx} [V_o, V_d]$, x es $\text{min} [V_o, V_d]$, m es la pendiente de la asíntota y b el valor del intercepto. La hipérbola definida de este modo es considerada como el límite de aceptación de los pares de duplicados en un gráfico Máximo versus Mínimo (Max-Min).

El Criterio de Aceptación: implica que no más de 10% de los pares de muestras debe quedar fuera del campo delimitado por la línea $y=x$ y la hipérbola, con pendiente m de la asíntota calculada para $b=0$ y errores relativos (ER) según el tipo de muestra:

Muestras duplicados de campo: ER = 30% ($m=1.35$)

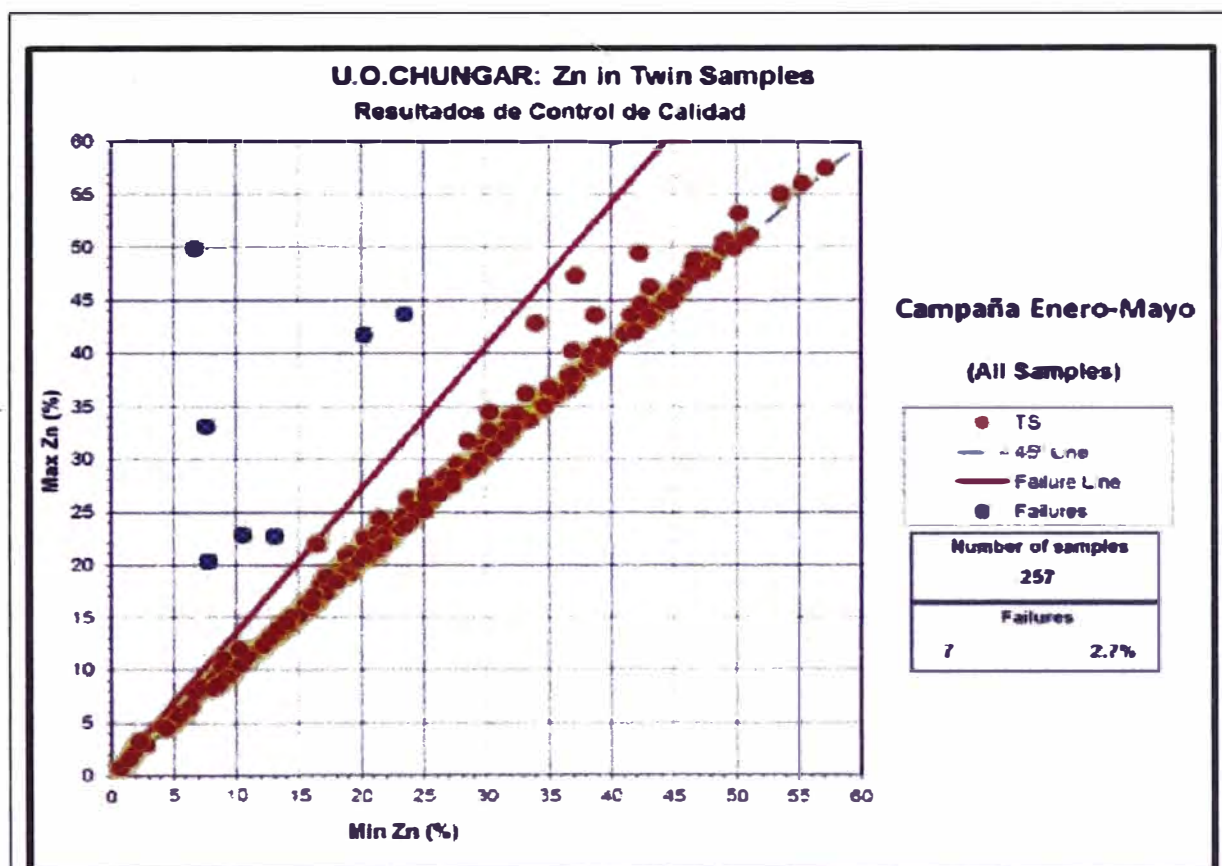
Duplicados gruesos: ER = 20% ($m=1.22$)

Duplicados de pulpa: ER = 10% ($m=1.11$)

Tasa máxima de errores = 10% para cada tipo de duplicados.

Al parámetro b se le asigna un valor equivalente a 10, 5 o 3 veces el LPD de cada elemento, respectivamente (en el caso del oro, el LPD se multiplica por 20, 10 y 5, respectivamente).

Se muestra a continuación como ejemplo resultados presentados por Ccama (2017) respecto a el error generado en las muestras Duplicados de Campo. En la figura 5.1 se muestra que para el Zn la tasa de error de muestreo es 2.72 %, la cual está dentro del límite aceptable,



En azul los resultados fallidos del muestreo de duplicados de campo (Zn)

FIGURA 5.1 GRÁFICO MÁXIMO Y MÍNIMO PARA EVALUAR LA PRECISION

Fuente: Ccama (2017)

TABLA 5.1 RESULTADOS DE CÁLCULO DEL ERROR DE LOS DUPLICADOS DE CAMPO

ELEMENTOS	DUPLICADOS DE CAMPO U.O. CHUNGAR				
	M. MINA	TOTAL M.G.	PARES FALLIDOS	PORCENTAJE DE FALLOS (%)	CONDICIÓN
Cu	3726	257	7	2.72%	Aceptable
Pb	3726	257	6	2.33%	Aceptable
Zn	3726	257	7	2.72%	Aceptable
Ag	3726	257	8	3.11%	Aceptable

Fuente: Modificado a partir de: Ccama (2017)

En caso de los duplicados gruesos y finos el análisis es similar, aunque el rango permisible para considerar aceptable es menor, según lo mencionado en párrafos anteriores.

5.2.2 Evaluación de la exactitud

Para evaluar la exactitud se debe insertar materiales de referencia (MR) en los lotes analíticos. Al procesar los datos de los (MR), comúnmente se preparan gráficos de control. El propósito de estos gráficos, como lo indica su nombre, es determinar si los valores resultantes de la prueba están o no en control.

Por otra parte, la propia definición original de los gráficos de control establece que los límites de control deben ser ajustados al proceso al que se refieren. Utilizar el valor certificado y la desviación estándar de una prueba inter-laboratorios (“round robin”) para definir límites de control de otro proceso es estadísticamente incongruente.

La proximidad de una medición a un valor “real” o aceptado como “apropiado” a través de materiales de referencia, preparados en condiciones especiales muy controladas, preferiblemente por laboratorios de reconocida reputación. La exactitud se evalúa como una magnitud cualitativa Baja exactitud, Alta exactitud, Exactitud Aceptable.

Para monitorear la exactitud, se recomienda preparar, inicialmente, gráficos de control utilizando los resultados obtenidos para cada MR durante el período evaluado, con el objetivo de identificar eventuales muestras fuera de control. La exactitud se evalúa a través del sesgo calculado para cada material de referencia y elemento mediante la ecuación (3):

$$\text{Sesgo}(\%) = \left(\frac{AV}{MV} \right) - 1 \quad (3)$$

Donde AV representa el promedio de los valores obtenidos de los análisis del MR y MV el mejor valor del material de referencia.

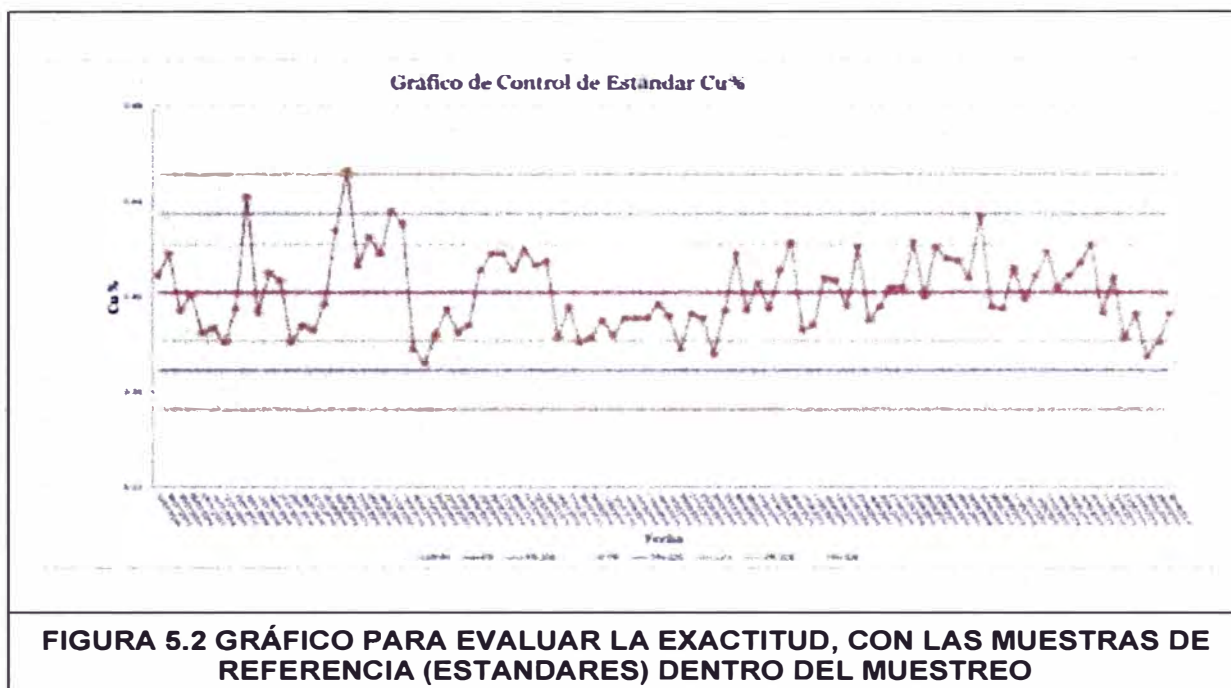
El Criterio de Aceptación: El sesgo resultante del análisis es:

Bueno, si	Sesgo entre - 5% y + 5%
Cuestionable, si	Sesgo entre - 5% y - 10% o entre +5 % y + 10%
Inaceptable, si	Sesgo bajo - 10% o sobre +10%

Adicionalmente, se debe calcular el coeficiente de variación (CV) realmente obtenido en el período, antes de excluir los valores fuera de control. Un valor del CV que no exceda el 5%, es indicador de una buena precisión analítica. Una vez procesados los datos de todos los MRs utilizados, se recomienda estimar el sesgo global para cada elemento mediante gráficos de exactitud, en los que los valores medios de cada MR son ploteados contra los correspondientes valores certificados.

La pendiente m de la línea de regresión resultante es utilizada para calcular el sesgo global según la ecuación (4):

$$\text{Sesgo Global} (\%) = m - 1 \quad (4)$$



Fuente: Ccama (2017). Ploteo de valores de los estándares (Cu)

TABLA 5.2 RESULTADO CÁLCULO DEL SESGO

ESTANDAR U.O. CHUNGAR				
ELEMENTOS	M. MINA	TOTAL	SESGO (%)	CONDICIÓN
Cu	2354	92	-5.74%	Cuestionable
Pb	2354	92	4.04%	Aceptable
Zn	2354	92	3.98%	Aceptable
Ag	2354	92	3.49%	Aceptable

Fuente: Modificado a partir de: Ccama (2017)

En el gráfico anterior se muestra el valor de sesgo del Cu que presenta un valor fuera del límite, demostrando problemas en el laboratorio.

5.2.3 Evaluación de la contaminación

Se recomienda evaluar la contaminación durante la preparación y el análisis a través de gráficos en los que se plotea el valor de los blancos gruesos y finos respectivamente, contra el valor de las muestras precedentes. Se establecen límites de posible contaminación LDP en los niveles de cinco para los BG y tres veces para los BF, respectivamente, y se calcula en cada caso la tasa de contaminación aparente (TCA) de cada elemento como la relación porcentual entre el número de blancos aparentemente contaminados y el número total de blancos.

La regresión lineal de los puntos ploteados en el gráfico de Blanco versus Muestra Precedente permite evidenciar si existe una tendencia de contaminación clara de los blancos en la medida en que las muestras precedentes tienen leyes más altas. AMEC Foster Wheeler considera que no existe contaminación significativa si la TCA no excede el valor de 2%, aunque para algunos elementos en los que la precisión de los análisis permite llegar a límites de detección extremadamente bajos, como el cobre, la TCA puede alcanzar valores superiores sin que eso implique necesariamente la existencia de contaminación significativa.

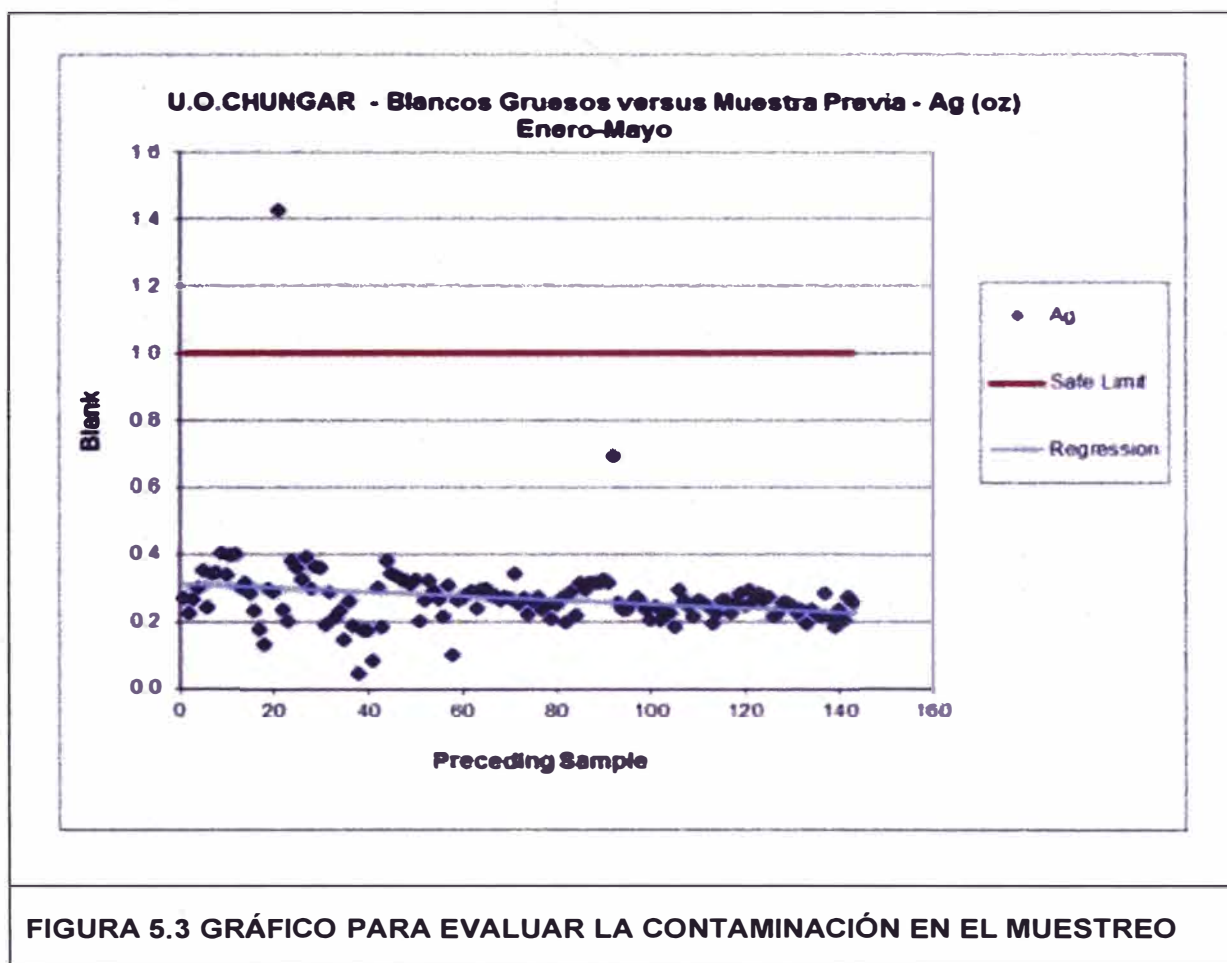


FIGURA 5.3 GRÁFICO PARA EVALUAR LA CONTAMINACIÓN EN EL MUESTREO

Fuente: Ccama 2017. Valores ploteo de blancos gruesos - Ag

TABLA 5.3 RESULTADO PLOTEO BLANCOS GRUESO

ELEMENTOS	BLANCO GRUESO U.O. CHUNGAR				
	M. MINA	TOTAL B.G.	FUERA DE LÍNEA SEGURA	PORCENTAJE DE FALLOS (%)	CONDICIÓN
Cu	3276	143	0	0.00%	Aceptable
Pb	3276	143	2	1.40%	Aceptable
Zn	3276	143	2	1.40%	Aceptable
Ag	3276	143	1	0.70%	Aceptable

Fuente: Modificado a partir de: Ccama (2017)

En el caso del elemento Ag, se presenta un valor fuera del rango.

CAPITULO VI

IMPLEMENTACIÓN DE MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

6.1 GENERALIDADES

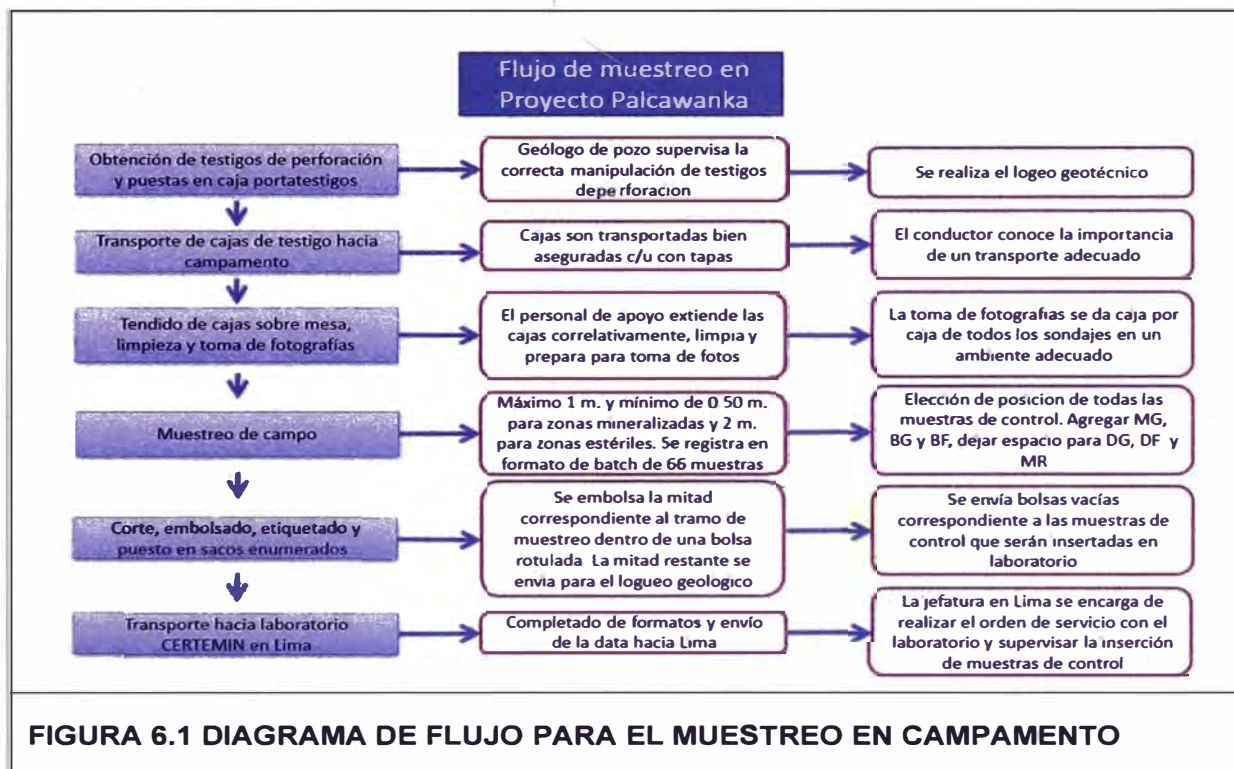
Se debe de partir por entender la importancia de una muestra en todo el negocio minero, finalmente, en base a lo cual se indica que la cuantificación de todo yacimiento parte de la calidad de la cuantificación del contenido metálico. Sistematizar las actividades u pasos para que todo personal de muestreo realice bajo un estándar, es la forma adecuada de asegurar un proceso transparente y definido que asegure un nivel de calidad.

6.2 OBJETIVOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO.

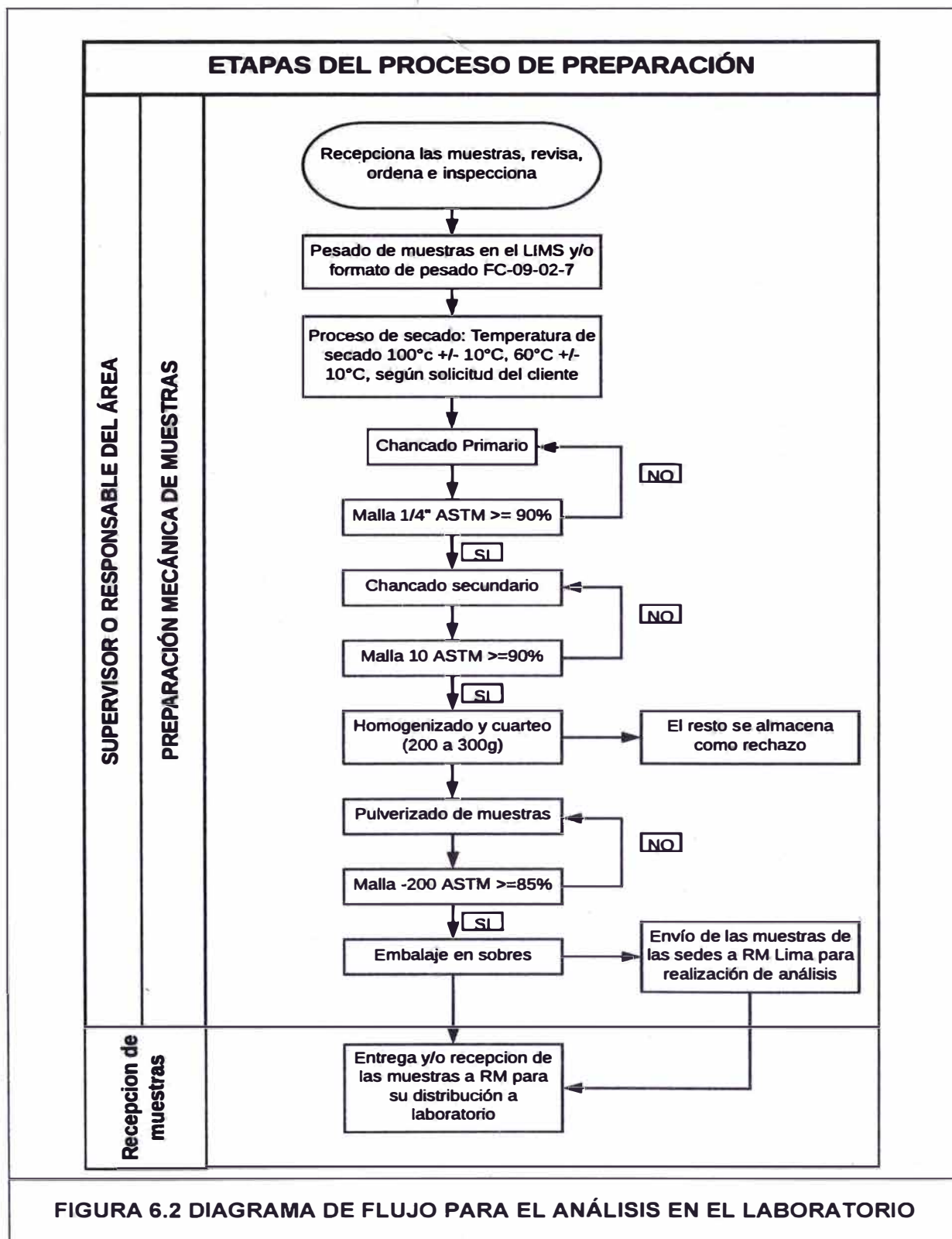
- Que todo el personal que realiza muestreo tenga el conocimiento de los pasos y/o procedimientos que se cumplen dentro del área de QA/QC.
- Dar a conocer las tareas específicas a cada personal dentro del área.
- Estandarizar los procedimientos necesarios.
- Optimizar el tiempo y los recursos dentro de la empresa.
- Minimizar los posibles errores durante el muestreo primario.

6.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO

A continuación, se muestra los diagramas de flujo, tanto para el muestreo en campamento como para el análisis en los laboratorios.



Fuente: Elaboración propia para el estudio



Fuente: Elaboración propia para el estudio

6.4 PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

6.4.1 Propósito

El objetivo es monitorear y detectar posibles errores cuando ellos ocurren, incluso si se siguen fielmente los protocolos de trabajo, mediante la inserción de muestras de control en el flujo de muestras, con el fin de cuantificar o evaluar sus posibles efectos y tomar medidas correctoras oportunamente.

El Control y Aseguramiento de la Calidad, QA/QC por sus siglas en inglés (“Quality Assurance / Quality Control”), tiene como propósito asegurar la calidad, representatividad y confiabilidad de la muestra. Este proceso debe garantizar que los datos generados sean de naturaleza y estándares tales que permitan su uso en estimaciones de recursos y reservas, control de leyes y reconciliaciones.

6.4.2 Alcance

- Este procedimiento de trabajo considera que la responsabilidad del control involucra a todo el personal del área: Superintendente de exploraciones, jefes de área, geólogos de exploraciones, geólogos de proyectos, supervisores de EE, muestreros y ayudantes de muestreros.
- Este procedimiento es de utilidad para los geólogos de exploraciones y todo personal calificado para realizar este trabajo. Sirve de guía para evaluar y determinar el grado de confianza del laboratorio, así como la calidad del trabajo de campo y la posterior utilización de los datos obtenidos.

6.4.3 Definiciones

- **Muestra de testigo de perforación:** Un testigo de perforación es un cuerpo cilíndrico de roca producto de un trabajo de perforación

diamantina, su diámetro es variable de acuerdo al tipo de broca utilizado para su obtención, el muestreo del testigo conlleva la delimitación longitudinal del tramo que corresponderá a la muestra y el posterior corte del tramo del cilindro de roca a través de la longitud que resulta en la división del cilindro de roca en 2 mitades iguales, una de las mitades corresponde a la muestra de testigo de perforación o muestra original .

- **Duplicado de campo (DC):** También mal llamadas “gemelas”. Son muestras que se obtienen inmediatamente después de realizar el corte (50% de la muestra original). Ambas deben ser muestreadas en las mismas condiciones, analizadas en el mismo lote y laboratorio. Durante la campaña 2018 se colocó inmediatamente después de la muestra original. Esta muestra sirve para evaluar la repetitividad y/o reproducibilidad (R&R) del muestreo.
- **Duplicados gruesos o de preparación (DG):** Son muestras que se obtiene luego de una fase de chancado y cuarteo; éstas se obtienen en el laboratorio y deben ser analizadas con diferente codificación y en el mismo lote que contiene a la muestra original. Se utiliza para verificar la R&R del laboratorio.
- **Duplicados de pulpa o duplicados finos (DP):** Son muestras que se obtienen luego de una fase de pulverizado en el laboratorio y deben ser analizadas con diferente codificación y en el mismo lote que contiene a la muestra original. Se utiliza para verificar la dentro R&R del laboratorio.
- **Blancos finos (BF):** Son muestras de material estéril pulverizado que deben ser analizadas a continuación de muestras fuertemente

mineralizadas; se utilizan para determinar si se produce contaminación durante el proceso de análisis.

- **Blancos gruesos (BG):** Son muestras de material estéril, con granulometría gruesa, que deben ser sometidas a todo el proceso de preparación, en conjunto con las demás muestras ordinarias, y que deben insertadas a continuación de muestras fuertemente mineralizadas. Los blancos gruesos permiten evaluar si se produce contaminación durante la preparación.
- **Muestras Estándares o materiales de referencia (MR):** Son muestras elaboradas bajo condiciones especiales, que deben formar parte de los lotes analizados tanto por el laboratorio primario como por el laboratorio secundario. Los estándares se utilizan para evaluar la exactitud analítica, en conjunto con las muestras de control externo. Al elegir los estándares se recomienda seleccionar, en lo posible, materiales de composición aproximadamente similar a la de las muestras ordinarias, a efectos de reducir al mínimo el efecto analítico de la matriz mineral.
- **Duplicados externos (DE):** Son el conjunto de muestras previamente pulverizadas y analizadas que serán seleccionadas y enviadas a un segundo laboratorio para verificar la R&R analítica entre los laboratorios.

6.4.4 Personal

- **Geólogo QA/QC:** Profesional de ingeniería geológica. Es el encargado de supervisar y poner en marcha el proceso en su conjunto, además será el responsable de definir los tramos de muestras de acuerdo con sus conocimientos y criterios. Aunque

para ello se recomienda usar procedimientos especializados, como el recomendado por Canchaya (2019). Será el responsable del QA/QC durante el proceso, deberá organizar, administrar y almacenar todos los registros físicos y digitales que son parte del proceso.

- **Supervisor de muestreo QA/QC:** Encargado de la ejecución de las actividades desde la recepción de las cajas desde la plataforma de perforación, hasta su entrega en la sala de cortes. Se encargará entre otras cosas de verificar la información de las cajas, la toma fotográfica, de registrar la longitud y medida de los tramos, número de muestra, impresión de los códigos de barra y la elaboración de los registros que sean necesario, asistirá al geólogo de QA/QC en todas las actividades que comprenda el proceso.
- **Técnico de corte:** Encargado de cortar los testigos siguiendo las líneas marcadas en ellos. Informar cualquier eventualidad al supervisor del área.
- **Asistente:** Encargado de la toma de muestra, pesado, etiquetado y encostalado. Siguen las indicaciones del supervisor e informan de cualquier eventualidad al supervisor.

6.4.5 Determinación de tramos de muestreo

El muestreo es una actividad que se realiza en base al criterio del geólogo que evalúa la roca, en este caso el testigo de perforación; este trabajo se realizará en el “*core shack*” y se deberá tener ciertas consideraciones especiales:

- El geólogo QA/QC y el supervisor de muestreo verificarán que toda la información de la caja (rotulado), realizada en las etapas previas,

corresponda con las medidas y características del testigo, en cuanto a longitudes, recuperación y datos informativos de las corridas, tramo de roca en la caja y el respectivo taladro. Se preparará un rotulo en “cartonplast” con esta información; dicho rótulo será colocado en un espacio que contiene predeterminadamente las cajas porta testigos.

- El supervisor de muestreo procederá con la toma de fotografía de las cajas porta testigos, añadiendo el letrero donde resaltan los datos de la empresa, taladro y longitudes que corresponden a la caja.
- Los tramos de muestreo o longitud de la muestra serán entre 0.5m. a 1m. para zonas mineralizadas y 2m. para zonas estériles. Aunque debería determinar la Distancia Óptima de Muestreo (DOM), según Canchaya (2019).
- La presencia de un contacto litológico y/o de mineralización indicará el fin de un tramo de muestreo y el inicio de otro.
- En zonas donde el contacto litológico o mineralizante sea transicional o no sea claro, se debe afinar las cualidades geológicas de la roca para determinar la longitud de la muestra.
- En resumidas cuentas, no se mezclarán tramos con diferentes cualidades geológicas (tipos de roca, tipos de mineralización y/o tipos de alteración) y estructurales (fallas, brechas).
- La longitud determinada de la muestra deberá ser aproximada al cm.
- El personal de apoyo registra estos tramos en los formatos establecidos para este trabajo.



FIGURA 6.3 RÓTULO DE VERIFICACIÓN DE INFORMACIÓN

Fuente: toma propia para el estudio

6.4.6 Marcado de testigos:

El marcado de testigos debe ser hecho por el geólogo QA/QC, se marcará sobre el "core" de roca el inicio de la muestra con el símbolo (I→) utilizando el lápiz de cera ("china marker") color rojo; al final del tramo que corresponde a la muestra se marcará sobre el core el símbolo (←I), es usual que el punto donde termina una muestra e inicia la siguiente el símbolo conjugado sea (←I→). Una vez definido el tramo a ser muestreado, se marcará la línea de corte (línea sobre la que se aplicará el corte con el petrótomo), la línea debe dividir la mineralización en dos partes iguales (resultado ideal), previo ordenamiento de los pedazos del testigo a fin de que tengan la misma orientación, esta línea deberá ser continua y realizada con el lápiz de cera color amarillo. Posteriormente, se realizó la anotación del

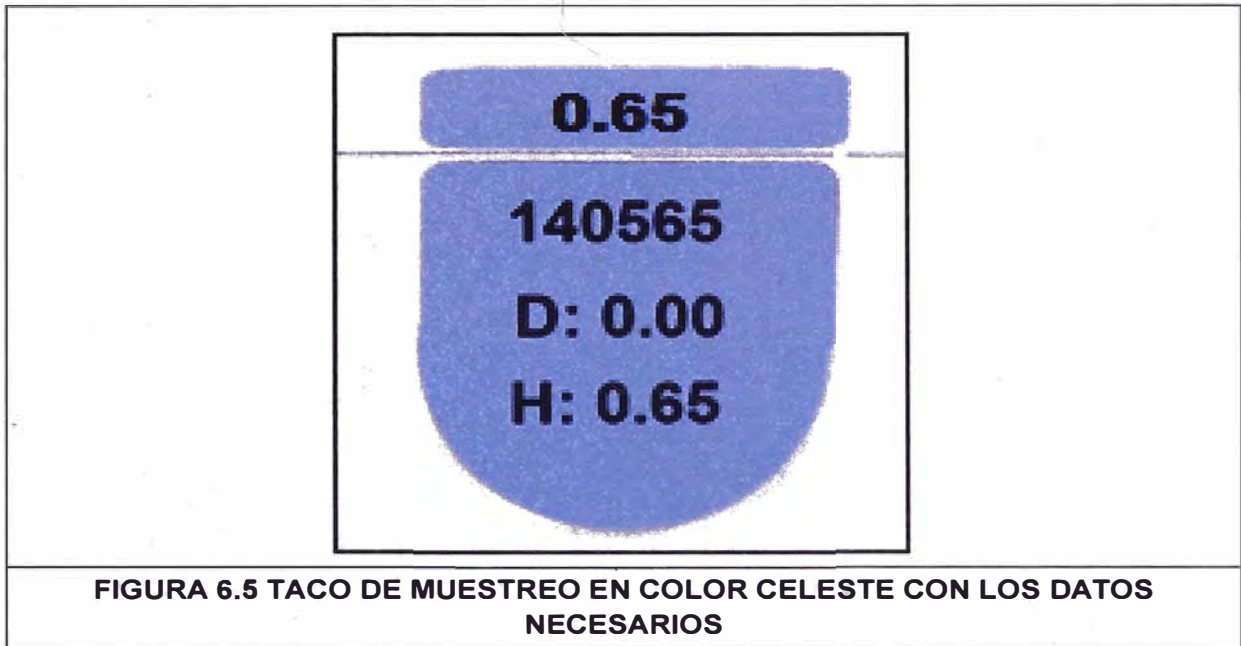
número de muestra en la parte interna - superior de la canaleta que contiene a la muestra, para ello se utilizó el plumón de pintura acrílica (“Paint marker”).

Adicionalmente se utilizará un separador plástico color celeste donde se escribirá la longitud donde finaliza la muestra en la cara superior o lomo del separador. El “número de la muestra” (140565) y los datos correspondientes a la longitud o tramo perforado: DESDE (D: 0.00), HASTA (H: 0.65) serán anotados en la cara lateral del separador.

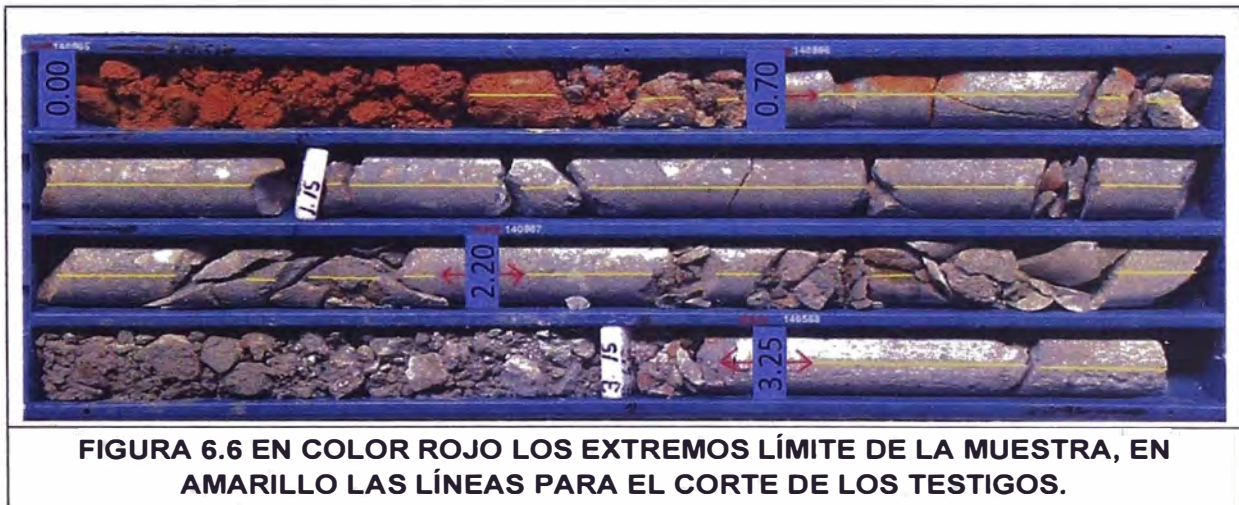
El supervisor de muestreo realizará la impresión de los códigos de barra adhesivos, en cantidad de 4, su disposición será: uno en la parte posterior de la tarjeta de muestreo, el segundo impreso será colocado en la caja dentro del espacio que corresponda a la muestra numerada y los otros dos serán enviados a la sala de corte donde serán adheridos a las bolsas de muestreo.



Fuente: Consorcio Minero Palcawanka SAC 2018. Archivo exploraciones regionales



Fuente: Consorcio Minero Palcawanka SAC 2018. Archivo exploraciones regionales



Fuente: elaboración propia para el estudio



FIGURA 6.7 COLOCACIÓN DEL “STICKER” CON EL CÓDIGO DE BARRAS CORRESPONDIENTE A LA MUESTRA

Fuente: Consorcio Minero Palcawanka SAC 2018. Archivo exploraciones regionales

6.4.7 Ubicación y cantidad de las muestras control

El geólogo y supervisor de muestreo QA/QC, desarrollarán el registro de muestras por lote físico y escogerá las posiciones donde se insertarán las muestras de control.

Se considerará grupos de 66 muestras, incluidas las muestras de control. A este grupo de muestras se le denomina Lote o “Batch”. Cada lote debe incluir las siguientes muestras control:

TABLA 6.1 PORCENTAJE RECOMENDACIÓN SEGÚN AMEC

MUESTRA DE CONTROL	TIPO	TI (%) RECOMENDADA
Duplicado de Campo	(DC)	2%
Duplicados Gruesos	(DG)	2%
Duplicados de Pulpa	(DP)	2%
Muestras de Referencia	(MR)	6%
Blancos Gruesos	(BG)	2%
Blancos Finos	(BF)	2%
* Control Externo	(CE)	4%
TOTAL		20%

*Nuevo lote analizado por un laboratorio secundario

Fuente: AMEC Foster Wheeler (2011; 2015) Auditoria realizada CMH S.A.

Con el fin de completar la cantidad de controles por lote (16%), se ha realizado una repartición de muestras de control en un conjunto de 3 lotes, por lo que el 1er lote contendrá 11 muestras de control, el 2do lote contendrá 10 muestras de control y el 3er lote contendrá 11 muestras de control, esta secuencia se repetirá a fin de cumplir los controles sugeridos.

TABLA 6.2 TERNAS DE MUESTREO PARA CUMPLIR EL PORCENTAJE DE INSERCIÓN DE MUESTRAS DE CONTROL

LOTE	TOTAL	PRIMARIAS	CONTROLES	BG	SGA	DG	SPB	MG	SGB	BF	DP	SPA
LOTE1	66	55	11	1	1	1	1	2	1	1	2	1
LOTE2	66	56	10	1	1	2	1	1	1	1	1	1
LOTE3	66	55	11	2	1	1	1	1	1	2	1	1
LOTE4	66	55	11	1	1	1	1	2	1	1	2	1
LOTE5	66	56	10	1	1	2	1	1	1	1	1	1
LOTE6	66	55	11	2	1	1	1	1	1	2	1	1
SUMA	396	332	64	8	6	8	6	8	6	8	8	6
PORCENTAJE	100	83.84	16.16	2.0	1.5	2.0	1.5	2.0	1.5	2.0	2.0	1.5

Fuente: Consorcio Minero Palcawanka S.A.C. 2018, Informe final campaña de exploración

- **Duplicado de campo (DC)**

Será tomada de un tramo donde la mineralización no sea predominante, en lo posible, libre de fracturas. Será el cuarto de testigo opuesto al de la muestra analítica primaria; los otros dos cuartos opuestos se quedan en la caja. Esta muestra se utiliza para determinar la precisión del muestreo primario (R&R).

- **Blanco fino (BF)**

Muestra estéril de granulometría fina que irá luego de una muestra de alta ley. Esta muestra se utiliza para determinar si se produce contaminación durante el proceso de análisis

- **Blanco grueso (BG)**

Muestra estéril de granulometría gruesa. Sirve para analizar la influencia en los blancos gruesos de las muestras precedentes para determinar si existe algún evento de contaminación, durante la preparación de la muestra en la etapa de chancado primario.

- **Duplicado de Pulpa (DP)**

Se elegirá un tramo de muestreo cualquiera el cual se genera en el laboratorio, en la etapa de pulverizado (homogenizado y reducción); se obtiene un duplicado fino que será insertado en el laboratorio con diferente número y dentro del mismo lote. Estas muestras se utilizan para determinar la precisión (R&R) del laboratorio en la etapa de pulverizado.

- **Duplicado grueso (DG)**

Se elige un tramo de muestreo cualquiera al cual se le genera un duplicado grueso en el laboratorio, en la etapa de chancado primario. Los duplicados gruesos se usan para determinar la

precisión (R&R) del laboratorio en la etapa de chancado primario y de reducción o sub-muestreo. Se inserta en el laboratorio con otro número y en el mismo lote.




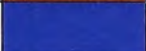

- **Muestras de Referencia o Estándares (MR)**

Son muestras de referencia cuyo contenido de los elementos de interés es conocido y certificado. Se colocarán aleatoriamente y tendrán 4 valores distintos para 2 tipos diferentes de mena: SGB (ley baja Au); SGA (ley alta Au) y SPB (ley baja polimetálico); SPA (ley alta polimetálico). Se analizan los resultados de muestras de referencia estándar para determinar la exactitud del laboratorio en la etapa de análisis.

- **Duplicados externos (DE)**

Las muestras ya pulverizadas se envían a otro laboratorio de prestigio, diferente al seleccionado que produjo las pulpas. Estas muestras se utilizan para evaluar la exactitud analítica del laboratorio primario (R&R). No forman parte del lote. En un formato digital (Formato de muestreo por lotes y compósito) deberán registrarse todas las muestras del lote con sus respectivos códigos y en donde quedará indicada la ubicación de cada muestra de control de acuerdo con la siguiente clasificación por colores.

TABLA 6.3 CLASIFICACIÓN POR COLORES CORRESPONDIENTES DE LAS MUESTRAS DE CONTROL.

CONTROL	NOMBRE	COLOR	RGB
DC	Muestra Duplicado de Campo		255,0,255
DG	Duplicado grueso		146,208,80
DP	Duplicado de pulpa		146,208,80
MR	SGA	Estándar oro alto	255,190,0
	SGB	Estándar oro bajo	255,190,0
	SPA	Estándar polimetálico alto	255,190,0
	SPB	Estándar polimetálico alto	255,190,0
BF	Blanco fino		0,255,255
BG	Blanco grueso		0,255,255

Fuente: elaboración propia para el estudio

6.4.8 Traslado a la sala de corte

Los ayudantes de muestreo deben asegurar las cajas de testigos de tal manera que no sea posible la volcadura o caída de estas. Luego se transportan con cuidado hasta la sala donde se hará el corte, asegurando también el almacenamiento; además se enviará una bandeja con los separadores celestes que indican los tramos de muestreo, las bolsas de muestreo, costales, precintos, códigos de barra, tarjetas de muestreo conteniendo los tickets desglosables con el número de muestras, muestras de control y registro físico de muestras por cada lote.

6.4.9 Corte de la muestra:

El corte de las muestras se realiza con una máquina cortadora de disco diamantado para testigos. Se utiliza este tipo de corte porque permite dividir longitudinalmente los testigos de forma más precisa y segura para el operario. El disco diamantado permite cortar rocas de alta dureza y compactas. Se

puede cortar segmentos de testigos de hasta 45 cm aproximadamente y es útil para cortes continuos.



FIGURA 6.8 CORTADORA DE DISCO DIAMANTADO

Fuente: toma propia para el estudio

El personal a cargo del corte de las muestras (cortador) debe ser un técnico capacitado y con experiencia en este tipo de trabajo. El técnico de corte deberá contar con todos los EPP requeridos durante todo el proceso de corte, el cual se realizará siguiendo la línea (línea amarilla) trazada por el geólogo sobre el testigo. También cortará en forma perpendicular al eje del testigo en cada marca de inicio y fin de los tramos de muestreo (líneas rojas). Al finalizar el corte del tramo correspondiente, el técnico de corte de muestras insertará en la caja, el separador celeste que indica el tramo muestreado.

6.4.10 Toma de muestras ordinarias

Sobre una mesa se colocarán las cajas con los testigos cortados en orden correlativo y de acuerdo con el metraje perforado que se va a muestrear. Se deberá utilizar los siguientes materiales y herramientas:

- Espátula para recoger la muestra (fragmentos de roca/mineral).

- Plumones indelebles.
- Tarjetas de muestreo codificadas con 4 ticket desglosables.
- Lápiz y lapicero.
- Bolsas de muestreo.
- Engrapador y grapas
- Picota.
- Cinta métrica (Flexómetro)
- Costales y rafia.
- Balanza.
- Cajas de polipropileno.
- Guantes de Nitrilo o látex.

El supervisor de muestreo juntamente con el Geólogo QA/QC realizarán la codificación de las bolsas; esta actividad consiste en colocar con plumón indeleble el número de muestra en ambas caras de la bolsa plástica, así como añadir un sticker de código de barras por cada lado de la bolsa.

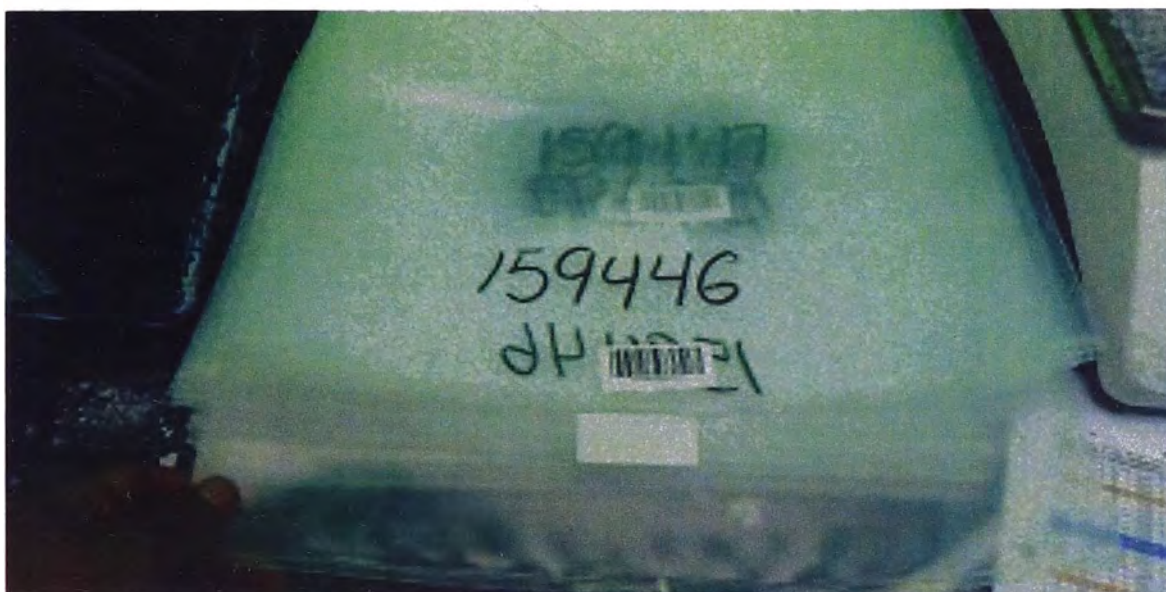


FIGURA 6.9 CODIFICADO DE LAS BOLSAS DE MUESTREO

Fuente: Consorcio Minero Palcawanka SAC 2018. Archivo exploraciones regionales

La toma de muestras se deberá realizar por lote y con ayuda del formato de muestreo (registro de muestreo por lotes). El asistente, usando guantes de látex, deberá ordenar cada tramo de muestreo de manera que todos los pedazos de testigo tengan la misma orientación.

En coordinación con el supervisor de muestreo se procederá a verificar el marcado y registro de tramos a muestrear con sus respectivos códigos o números de muestra. El asistente, usando guantes de látex, recolectará el 50% de la muestra, (equivalente a $\frac{1}{2}$ testigo del tramo marcado) y se colocará en una bolsa de muestreo (previamente codificada). El restante 50% quedará almacenado en las cajas porta testigos.



FIGURA 6.10 TENDIDO DE CAJAS PARA PROCEDER AL MUESTREO

Fuente: toma propia para el estudio



FIGURA 6.11 TOMA Y EMBOLSADO DE MUESTRA.

Fuente: CIA Volcan, 2015, Procedimiento de corte y muestreo

Se debe evitar dañar las bolsas de muestreo durante el llenado de los testigos, si la bolsa sufre roturas debe reemplazarse inmediatamente por

otra en buen estado. Esto evitará la contaminación de muestras. Se controlará que los códigos escritos en las bolsas sean los mismos que los tickets y que correspondan a la muestra.

Para la recolección de muestras en zonas de falla, se debe utilizar una regla de polipropileno o de otro tipo que no contamine la muestra al separarla en dos partes. Ayudarse con una espátula para recoger la muestra.

Una vez concluido el muestreo, el separador celeste será engrapado en la caja a fin de que no pierda la posición que delimita la muestra.



() La persona debería usar guantes de latex para evitar posibles contaminaciones.*

FIGURA 6.12 FORMA ADECUADA DE MUESTREAR MATERIAL FRAGMENTADO (*)

Fuente: Canchaya (2019)

Nota: No se permite el uso de anillos o alhajas en las manos ya que pueden contaminar las muestras. Para comenzar a muestrear un nuevo tramo se deberá limpiar y/o lavar la picota y los guantes, esto evitará la contaminación entre muestra y muestra.

6.4.11 Embolsado de blancos gruesos y muestras de control

Estas muestras se enviarán junto a las muestras ordinarias debidamente embolsadas y etiquetadas, se colocarán en las posiciones que indiquen los formatos de muestreo. Los blancos gruesos son muestras de material estéril nominal de $\frac{1}{4}$ de pulgada desprovistas del elemento que está siendo analizado.



FIGURA 6.13 BLANCO GRUESO

Fuente: CIA Volcan, 2015, Procedimiento de corte y muestreo

6.4.12 Muestras duplicados de campo (mal llamadas gemelas).

Estas muestras también se enviarán junto a las muestras ordinarias; la muestra duplicada de campo debe ser el cuarto de testigo opuesto a la muestra analítica primaria; los otros dos cuartos opuestos se quedan en la caja. Serán tomadas del tramo que indique el formato de muestreo. Se usan para evaluar la R&R del procedimiento de muestreo.

6.4.13 Etiquetado y encostalado

- Los tickets desglosables que contiene el número de muestra y que

es parte de la tarjeta de muestreo, se deberá introducir: uno dentro de la bolsa junto a la muestra y el otro en la bolsa de tal manera que su posición dentro de la misma sea segura, legible y permita una rápida identificación.

- La muestra embolsada será pesada en una balanza. la unidad de medida a usar será el kilogramo, con aproximación a la centésima de kilogramo; el valor de peso de la muestra será anotado en la columna que contiene el registro de muestras por lote.
- El cerrado y sellado de la bolsa se deberá hacer con cintillos plásticos o precintos.
- Se deberá hacer la ponderación de acuerdo con los pesos para determinar cuántas muestras entraran en cada saco o costal, teniendo en cuenta un peso máximo de 25 kg por cada saco.
- Una vez definida la cantidad de muestras que entrarán en un saco o costal, el saco será rotulado con el nombre del proyecto, los números de muestra inicial y final que componen el saco y el número total de muestras que contiene el saco, incluidas las muestras de control. La inserción de las muestras de control será necesariamente supervisada por el geólogo QA/QC.
- El saco deberá llevar una capa de cartón corrugado, el mismo que servirá como amortiguamiento de las bolsas de muestras contra cualquier elemento externo.
- Los costales deben quedar agrupados por lotes, conservando siempre el orden; no se colocarán unos sobre otros.



Fuente: Consorcio Minero Palcawanka SAC 2018. Archivo exploraciones regionales



Fuente: Consorcio Minero Palcawanka SAC 2018. Archivo exploraciones regionales



Fuente: Consorcio Minero Palcawanka SAC 2018. Archivo exploraciones regionales

6.4.14 Registro de envío de lotes

El supervisor de muestreo deberá tener un registro en físico (cuaderno) para el control de las muestras que serán colocadas en los costales, los mismos que a su vez serán agrupados por lotes; se resaltará la ubicación de las muestras de control que contiene cada saco. El registro de cada lote será en páginas independientes para cada uno. Este cuaderno será entregado diariamente al terminar la jornada para su digitalización por parte del geólogo QA/QC. Adicionalmente se entregará al geólogo QA/QC el registro de muestreo por lotes, conteniendo la información sobre los pesos que se han añadido en esta fase del proceso.

LOTE # 10						
NUMERO SACOS	CODIGO DESDE	BY MUESTRA HASTA	Total MUESTRA	FECHA ENTREGA	PESOS KG	
01	159094	159097	04			32.720
02	159098	159101	04	15-10-2012		32.630
03	159102	159105	04			33.055
04	159106	159114	09	14-10-2012		32.535
05	159115	159119	05	14-10-2012		29.690
06	159120	159125	06	14-10-2012		29.545
07	159126	159134	09	14-10-2012		29.295
08	159135	159144	10	14-10-2012		28.340
09	159145	159152	08	14-10-2012		28.095
10	159153	159159	07	14-10-2012		20.460
						298.465


FIGURA 6.17 REGISTRO EN FÍSICO DEL LLENADO DE MUESTRAS PARA SER COLOCADOS EN LOS COSTALES - LOTE10

Fuente: toma propia para el estudio

6.4.15 Envío y transporte de muestras

La cadena de custodia para el procedimiento del corte de testigos, muestreo y control de calidad comprende también al envío de las muestras desde el proyecto hasta el laboratorio; todo lo cual debe ser consecuentemente seguro.

El geólogo QA/QC y/o personal administrativo solicitará al laboratorio encargado de los análisis geoquímicos, un "Formulario Solicitud de análisis". Este formulario deberá ser llenado por el geólogo QA/QC, en cantidad de uno para cada lote. En formato digital será enviado a la oficina QA/QC de Lima, quien a la vez realizará las coordinaciones con el laboratorio sobre el envío de las muestras.



FORMULARIO DE SOLICITUD DE ANÁLISIS

N° **PLW - 70**

ORDEN DE TRABAJO CERTIMIN

DATOS DEL SOLICITANTE

Compañía	CONSORCIO MINERO PALCAWANKA S.A.C	Proy. / Prosa	PLW
Dirección	Az. Javier Prado Este 3580	Tel. / Cel	518 1000 ANEXO 1084
e-mail	mvera@certim.com.pe	Fecha	07/05/2015
Emitido por	C. MARTINEZ C	Firma	
Autorizado por	MANUEL VERA ACOSTA	Firma	

RESULTADOS:

EMISOR DE CARTA Y REPORTE (S.C.O.)

Atención a: MANUEL VERA

Cargo: SUPERINTENDENTE DE EXPLORACIONES

Dirección: _____

EMISOR ELECTRÓNICO

Email (1): mvera@certim.com.pe

Nombre (1): Manuel Vera Acosta

Email (2): carlosm@certim.com.pe; carlosj@certim.com.pe

Nombre (2): Enio Grandez; Carlos Martinez

FACTURACIÓN:

Razón Social: <u>CONSORCIO MINERO PALCAWANKA S.A.C</u>	
Dirección: _____	
RUC: <u>20500084551</u> Tel.: <u>618-10001084</u>	
Atención: _____	

DISPOSICIÓN DE CONTRAMUESTRAS

	PULPAS	RECHAZOS
Devolver después de análisis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Devolver después de 90 días	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Desectar después de 90 días	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cobrar almacenamiento después de 90 días	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tipo de Muestras: Roca Cora Suelo Aire Rev Pulpa Solución Conc. Otros: _____

INDICACIONES ADICIONALES
 AU (G0108) + CP350E5 (G0153) , CHANCADO CONTROLADO DESDE LA MUESTRA 128061 HASTA LA MUESTRA 128104 (44 MUESTRAS) Y DESDE LA MUESTRA 128124 HASTA LA MUESTRA 128126 (03 MUESTRAS)

		Nº de Sacos	Nº Total de Muestras
		10	66

Cant	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS		Al	Ag	Cu	Pb	Zn	Mn	As	Hg				ICP	codigo de envío	Otras acciones
10	128001	128070	X											X	(G0108) - (G0153)	1
8	128071	128078	X											X	(G0108) - (G0153)	1
9	128079	128087	X											X	(G0108) - (G0153)	1
8	128088	128095	X											X	(G0108) - (G0153)	1
7	128090	128102	X											X	(G0108) - (G0153)	1
6	128103	128108	X											X	(G0108) - (G0153)	1
4	128109	128112	X											X	(G0108) - (G0153)	1
5	128113	128117	X											X	(G0108) - (G0153)	1
5	128118	128122	X											X	(G0108) - (G0153)	1
4	128123	128126	X											X	(G0108) - (G0153)	1
66													Total Sacos	10		

EL PERIODO DE ALMACENAMIENTO SIN COSTO ES DE 3 MESES PARA RECHAZOS Y 3 MESES PARA PULPAS. UNA VEZ VENCIDO ESTE PLAZO, EL CLIENTE RECIBE UNA NOTIFICACIÓN PARA DECIDIR SOBRE EL DESTINO DE DICHAS CONTRAMUESTRAS. EN CASO NO RESPONDA SE PROCEDERÁ CON EL DESCARTE PREVIO AVISO.

RESERVADO PARA CERTIMIN S.A.

RECEPCIÓN DE MUESTRAS

Recibido por: _____ Firma: _____ Sede: _____ Fecha: _____ Hora: _____

Sede Central Lima Perú: Av. Las Vegas Nº 345 San Juan de Miraflores Cerro. Tel: 205 - 5656 PNM Anquiza. Vía Evidencia Km 2.5 Anzoátegui D-3 Cerro Colorado TEL: 354 - 447152 - PNM Puno Av. Industrial Mz D 10b J APRAJ - Tapachchi Juliaca Telex: 051 - 327341

www.certimn.pe / e-mail: ventas@certimn.pe, certimn@certimn.pe


FIGURA 6.18 FORMATO DE SOLICITUD DE ANÁLISIS.

Fuente: Consorcio Minero Palcawanka SAC 2018. Archivo exploraciones regionales

Se dará las indicaciones a los ayudantes de muestreo para realizar el carguío de los sacos conteniendo las muestras correspondientes al medio de transporte en forma ordenada. No se colocarán unos sobre otros. Se trasladarán los costales con mucho cuidado, sin golpearlos o tirarlos para evitar que las bolsas se rompan y las muestras se contaminen.

El geólogo QA/QC, solicitará al área de administración del proyecto la elaboración de una guía de remisión para cada lote enviado, teniendo en consideración la información contenida en el formato de solicitud de análisis, este documento deberá tener el nombre y firma del geólogo que realiza el envío.

El geólogo QA/QC desarrollara el formato de cadena de custodia para los lotes de muestra por cada envío. La cadena de custodia inicia una vez terminado el marcado de los testigos, pasando por la sala de corte, transporte y entrega a laboratorio.



**CONSORCIO MINERO
PALCAWANKA S.A.C.**

JR. 31 DE OCTUBRE NRO. 0 HUANCAMELICA -
HUANCAMELICA - PALCA

R.U.C. N° 20600084551

GUIA DE REMISION - REMITENT

N° 002- N° 000153

FECHA DE EMISION: _____ FECHA DE INICIO DEL TRASLADO: _____

DOMICILIO DE PARTIDA				DOMICILIO DE LLEGADA			
VIA TIPO		VIA NOMBRE		VIA TIPO		VIA NOMBRE	
N°	INTERIOR	ZONA		N°	INTERIOR	ZONA	
DISTRITO	PROV.	DEP.		DISTRITO	PROV.	DEP.	
DESTINATARIO				UNIDAD DE TRANSPORTE / CONDUCTOR			
APELLIDOS Y NOMBRE O RAZON SOCIAL				VEHICULO MARCA Y PLACA N°			
R.U.C.				CERTIFICADO DE INSCRIPCION N°			
TIPO N° DE DOCUMENTO DE IDENTIDAD				LICENCIA DE CONDUCIR N°			

TEM	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNIT	DETALLE DE BULTO	COSTO MINIMO DEL TRASLADO
<p style="font-size: 2em; opacity: 0.5;">CONSORCIO MINERO PALCAWANKA</p>						
TOTAL BULTOS						

<p style="text-align: center;">TRANSPORTISTA</p> <p>NOMBRE _____</p> <p>R.U.C. _____</p>	<p style="text-align: center;">MOTIVO DEL TRASLADO</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1. Entrega de muestra</td> <td><input type="checkbox"/> 11. Otros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 2. Entrega de muestra para análisis</td> <td><input type="checkbox"/> 12. Otros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 3. Entrega de muestra para control de calidad</td> <td><input type="checkbox"/> 13. Otros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 4. Entrega de muestra para control de gestión</td> <td><input type="checkbox"/> 14. Otros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 5. Entrega de muestra para control de proceso</td> <td><input type="checkbox"/> 15. Otros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 6. Entrega de muestra para control de producto</td> <td><input type="checkbox"/> 16. Otros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 7. Entrega de muestra para control de servicio</td> <td><input type="checkbox"/> 17. Otros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 8. Entrega de muestra para control de sistema</td> <td><input type="checkbox"/> 18. Otros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 9. Entrega de muestra para control de tecnología</td> <td><input type="checkbox"/> 19. Otros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 10. Entrega de muestra para control de información</td> <td><input type="checkbox"/> 20. Otros</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> 1. Entrega de muestra	<input type="checkbox"/> 11. Otros	<input type="checkbox"/> 2. Entrega de muestra para análisis	<input type="checkbox"/> 12. Otros	<input type="checkbox"/> 3. Entrega de muestra para control de calidad	<input type="checkbox"/> 13. Otros	<input type="checkbox"/> 4. Entrega de muestra para control de gestión	<input type="checkbox"/> 14. Otros	<input type="checkbox"/> 5. Entrega de muestra para control de proceso	<input type="checkbox"/> 15. Otros	<input type="checkbox"/> 6. Entrega de muestra para control de producto	<input type="checkbox"/> 16. Otros	<input type="checkbox"/> 7. Entrega de muestra para control de servicio	<input type="checkbox"/> 17. Otros	<input type="checkbox"/> 8. Entrega de muestra para control de sistema	<input type="checkbox"/> 18. Otros	<input type="checkbox"/> 9. Entrega de muestra para control de tecnología	<input type="checkbox"/> 19. Otros	<input type="checkbox"/> 10. Entrega de muestra para control de información	<input type="checkbox"/> 20. Otros	<p style="text-align: center;">RECIBI CONFORME</p> <p style="text-align: right; font-size: 0.8em;">F. PAMA SELLO Y FECHA</p>
<input type="checkbox"/> 1. Entrega de muestra	<input type="checkbox"/> 11. Otros																					
<input type="checkbox"/> 2. Entrega de muestra para análisis	<input type="checkbox"/> 12. Otros																					
<input type="checkbox"/> 3. Entrega de muestra para control de calidad	<input type="checkbox"/> 13. Otros																					
<input type="checkbox"/> 4. Entrega de muestra para control de gestión	<input type="checkbox"/> 14. Otros																					
<input type="checkbox"/> 5. Entrega de muestra para control de proceso	<input type="checkbox"/> 15. Otros																					
<input type="checkbox"/> 6. Entrega de muestra para control de producto	<input type="checkbox"/> 16. Otros																					
<input type="checkbox"/> 7. Entrega de muestra para control de servicio	<input type="checkbox"/> 17. Otros																					
<input type="checkbox"/> 8. Entrega de muestra para control de sistema	<input type="checkbox"/> 18. Otros																					
<input type="checkbox"/> 9. Entrega de muestra para control de tecnología	<input type="checkbox"/> 19. Otros																					
<input type="checkbox"/> 10. Entrega de muestra para control de información	<input type="checkbox"/> 20. Otros																					
<p style="text-align: center;">COMPROBANTE DE PAGO</p> <p>TIPO _____</p> <p>N° _____</p> <p>LA MERCADERIA VIAJA POR CUENTA Y RIESGO DEL CLIENTE</p>																						

FIGURA 6.19 GUÍA DE REMISIÓN PARA EL TRASPORTE DE MUESTRAS HASTA EL LABORATORIO – LOTE 09

Fuente: Consorcio Minero Palcawanka SAC 2018. Archivo exploraciones regionales

Se entregará al conductor o encargado de la entrega de las muestras al laboratorio, una copia del formato de cadena de custodia, así como 3 copias (Transportista, SUNAT y destinatario) de la guía de remisión de la empresa titular del proyecto.

Concluido el transporte y entrega de las muestras al laboratorio, el encargado de dicha entrega deberá devolver el formato de la cadena de custodia al geólogo QA/QC para su verificación y posterior archivo por el área de administración del proyecto.

CAPITULO VII DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1 GENERALIDADES

A diferencia de las Campañas anteriores de Perforación ejecutadas en los años 2011 y 2015, para la campaña 2018 CMP mejoró en el programa de QA/QC de las muestras de perforación, así como la tasa de Inserción (TI) tal como se muestra a continuación

TABLA 7.1 TASA DE INSERCIÓN DE MUESTRAS DE CONTROL, CAMPAÑA 2018

CAMPAÑA	TOTAL DE MUESTRAS	MUESTRA DE CONTROL	TIPO	TOTAL	TI (%) PALCAWANKA
2018	8,931	Duplicado de Campo	DC	180	2.02%
		Duplicados Gruesos	(DG)	181	2.03%
		Duplicados de Pulpa	(DP)	179	2.00%
		Muestras de Referencia	(MR)	542	6.07%
		Blancos Gruesos	(BG)	181	2.03%
		Blancos Finos	(BF)	181	2.03%
		* Control Externo	(CE)	0	0.00%
Total de Inserción de Muestras de Control					16.18%
(*) Las muestras de Control Externo, aun no se cuenta con esta información.					

Fuente: Elaboración propia para el estudio

Un total de 8,931 muestras validadas, conformada de muestras primarias 7,487 equivalente a un 83.83% y muestras de control 1,444 equivalente a un porcentaje de 16.17%, donde se incluyen los controles de (MG), (DG), (DP), (MRs), (BG) y (BF), cabe considerar que el tipo de control (CE) aún no se ha determinado cuantas muestras de pulpas se usaran para ser analizados. El laboratorio primario fue CERTIMIN mientras que SGS actuó como laboratorio secundario.

Se hizo un trabajo exhaustivo de verificación y validación de la base de datos de CMP, correspondiente a las campañas 2018.

A continuación, se verán los resultados obtenidos de dicha evaluación.

7.2 PRECISIÓN

Se obtuvieron los LPD con los análisis de los duplicados de pulpas obteniendo resultados para el Au 0.01 g/t y Ag 0.02 g/t y en el caso de Cu, Pb y Zn, se usó el valor de 0.02%.

TABLA 7.2 LÍMITES DE DETECCIÓN UTILIZADOS EN DUPLICADOS

CAMPAÑA	ELEMENTO	UNIDAD	LD	LPD
2018	Au	g/t	0.005	0.01
	Ag	g/t	0.1	0.02
	Cu	%	0.01	0.02
	Pb	%	0.01	0.02
	Zn	%	0.01	0.02

Fuente: Elaboración propia para el estudio

7.2.1 Muestras Duplicados de Campo de ½ testigo (DC)

Durante la campaña 2018, fueron insertadas 180 Duplicados de Campo (DC) de ½ testigo, lo que representó una tasa de inserción de 2.02 %. Fueron preparados gráficos Max-Min para Au, Ag, Cu, Pb y Zn. El límite convencionalmente aceptado de TE es 10%. Las TE para Au, Ag, Cu, Pb y Zn (0.00 %, 7.78 %, 0.00 %, 0.00 % y 3.33 %, respectivamente) son consideradas como, aceptables.

TABLA 7.3 RESUMEN DE MUESTRAS DUPLICADO DE CAMPO (DC), CAMPAÑA 2018

CAMPAÑA	TIPO DE MUESTRA	ELEMENTO	UNIDAD	NRO DE MUESTRAS	NRO DE FALLOS	TE
2018	Muestras Duplicadas de Campo	Au	g/t	180	0	0.00%
		Ag	g/t	180	14	7.78%
		Cu	%	180	0	0.00%
		Pb	%	180	0	0.00%
		Zn	%	180	6	3.33%

Fuente: Elaboración propia para el estudio

7.2.2 Duplicados gruesos (DG)

La revisión de las muestras usadas para los duplicados gruesos (DG), tienen una mínima de tasa de error.

Durante la campaña 2018, fueron insertados 181 duplicados gruesos (DG), lo que representó una tasa de inserción de 2.03%, convencionalmente recomendado. Fueron preparados gráficos Max-Min para Au, Ag, Cu, Pb y Zn. El límite convencionalmente aceptado de TE es 10%. Las TE para Au, Ag y Cu, Pb y Zn (0.55 %, 0.55 %, 0.55 %, 0.55 % y 0.00 %, respectivamente) en general son consideradas como aceptables.

TABLA 7.4 RESUMEN DE MUESTRAS DUPLICADOS GRUESOS (DG), CAMPAÑA 2018.

CAMPAÑA	TIPO DE MUESTRA	ELEMENTO	UNIDAD	NRO DE MUESTRAS	NRO DE FALLOS	TE
2018	Duplicado Gruesos	Au	g/t	181	1	0.55%
		Ag	g/t	181	1	0.55%
		Cu	%	181	1	0.55%
		Pb	%	181	1	0.55%
		Zn	%	181	0	0.00%

Fuente: Elaboración propia para el estudio

7.2.3 Duplicados de pulpas (DP)

Del mismo modo para la revisión de los duplicados de pulpas (DP) fueron insertadas 179 muestras, la tasa de error es menor al error permisible 10%. Las TE para Au, Ag y Cu, Pb y Zn (0.56 %, 4.47 %, 1.12 %, 0.56 % y 0.00 %, respectivamente) en general son consideradas como aceptables.

TABLA 7.5 RESUMEN DE MUESTRAS DUPLICADOS DE PULPA (DP), CAMPAÑA 2018

CAMPAÑA	TIPO DE MUESTRA	ELEMENTO	UNIDAD	NRO DE MUESTRAS	NRO DE FALLOS	TE
2018	Duplicado de Pulpas	Au	g/t	179	1	0.56%
		Ag	g/t	179	8	4.47%
		Cu	%	179	2	1.12%
		Pb	%	179	1	0.56%
		Zn	%	179	0	0.00%

Fuente: Elaboración propia para el estudio

7.3 EXACTITUD

Durante la campaña 2018 CMP utilizó cuatro MRs certificados. Para Au, dos adquiridos por ROCKLABS SGA (LAA-03), SGB (TR-11215) y dos adquiridos por TARGET ROCKS SGA (Si81), SGB (SE101).

Para los polimetálicos se utilizaron dos MRs, certificados para Ag, Cu, Pb y Zn, adquiridos por OREAS SPA (OREAS 134b), SPB (OREAS 131a). En total, se insertaron 542 muestras de referencia (MRs), lo que representa una tasa de inserción total de 6.07 %.

Se prepararon gráficos de control para Au, Ag, Cu, Pb y Zn en cada MR, según corresponda, y calculó la media, el sesgo y el coeficiente de variación (CV) de manera individual. Los sesgos oscilaron entre 0.60% a 0.70% para el Au en SGA, y - 0.40% a - 2.38% para el Au en SGB.

Para los polimetálicos SPA, los sesgos oscilaron entre -1.66% para la Ag, - 2.03% para el Cu, 0.79% para el Pb y -2.70% para el Zn.

Para los polimetálicos SPB, los sesgos oscilaron entre -1.56% para la Ag, - 0.32 % para el Cu, 0.18% para el Pb y -0.12% para el Zn.

En respuesta al análisis el rango es aceptable con sesgos que van entre - 5.0% y +5.0% concluyendo que hubo una buena exactitud analítica, aun cuando se evidenciaron episodios de muestras fuera de control. Los valores del CV fueron bajos (entre 0.43 % y 2.13%), confirmando que hubo una buena precisión analítica.

TABLA 7.6 RESUMEN DEL DESEMPEÑO INDIVIDUAL DE LOS MRS, CAMPAÑA 2018

MR	ELEMENTO	MV	MEDIA	NRO DE MUESTRAS	MFC	SESGO	CV
LAA-03	Au_g/t	1.698	1.71	22	0	0.70%	1.73%
Si81	Au_g/t	1.79	1.8	114	3	0.60%	0.73%
TR-11215	Au_g/t	0.343	0.335	74	1	-2.38%	1.83%
SE101	Au_g/t	0.606	0.604	62	1	-0.40%	0.43%
OREAS 134b	Ag_g/t	209.00	205.54	135	0	-1.66%	0.94%
	Cu_%	0.13	0.13	135	2	-2.03%	1.26%
	Pb_%	13.36	13.47	135	0	0.79%	0.55%
	Zn_%	18.03	17.543	135	3	-2.70%	0.69%
OREAS 131a	Ag_g/t	30.90	30.42	135	4	-1.56%	2.13%
	Cu_%	0.032	0.032	135	2	-0.32%	0.86%
	Pb_%	1.72	1.723	135	1	0.18%	0.75%
	Zn_%	2.83	2.827	135	5	-0.12%	0.53%

MV: mejor valor, MFC: muestras fuera de control, CV: Coeficiente de Variación

Fuente: Elaboración propia para el estudio

7.4 CONTAMINACIÓN

Durante la campaña 2018, se insertaron 181 muestras de blancos gruesos, lo que representó una tasa de inserción de 2.03%.

Para las muestras de blancos finos, se insertaron 181 muestras con una tasa de inserción de 2.03%.

Los resultados analíticos correspondientes a muestras de blancos gruesos y finos no presentan contaminación aparente con resultados para el Au, Cu, Pb y Zn de 0.00% y 0.55% para Ag (1 muestra contaminada) en blanco fino.

TABLA 7.7 RESUMEN DE MUESTRAS EN BLANCOS GRUESOS (BG) Y FINOS (BF), CAMPAÑA 2018

CAMPAÑA	TIPO DE CONTROL	ELEMENTO	NRO DE MUESTRAS	NRO DE CONTAMINADOS	TCA
2018	BF	Au	181	0	0.0%
		Ag	181	1	0.55%
		Cu	181	0	0.0%
		Pb	181	0	0.0%
		Zn	181	0	0.0%
	BG	Au	181	0	0.0%
		Ag	181	0	0.0%
		Cu	181	0	0.0%
		Pb	181	0	0.0%
		Zn	181	0	0.0%

Fuente: Elaboración propia para el estudio

Las acciones y procedimientos presentados en este trabajo cumplieron con los estándares correspondientes teniendo como objetivo cumplir con eficiencia la totalidad de los procesos. Es entendible que los procesos establecidos fueron producto de las exigencias de validación relacionadas con el incremento de conocimiento de la geología del yacimiento, en lo referido a la litología, geología estructural, mineralización y caracterización de los ensambles de alteración.

Durante el proceso del muestreo es vital la correcta definición de la geología de la zona evaluada (mediante los contactos tanto litológicos, estructurales, alteración y de mineralización) los cuales serán contactos producto del muestreo; para de esa forma no inducir al error o contaminar de muestra a muestra.

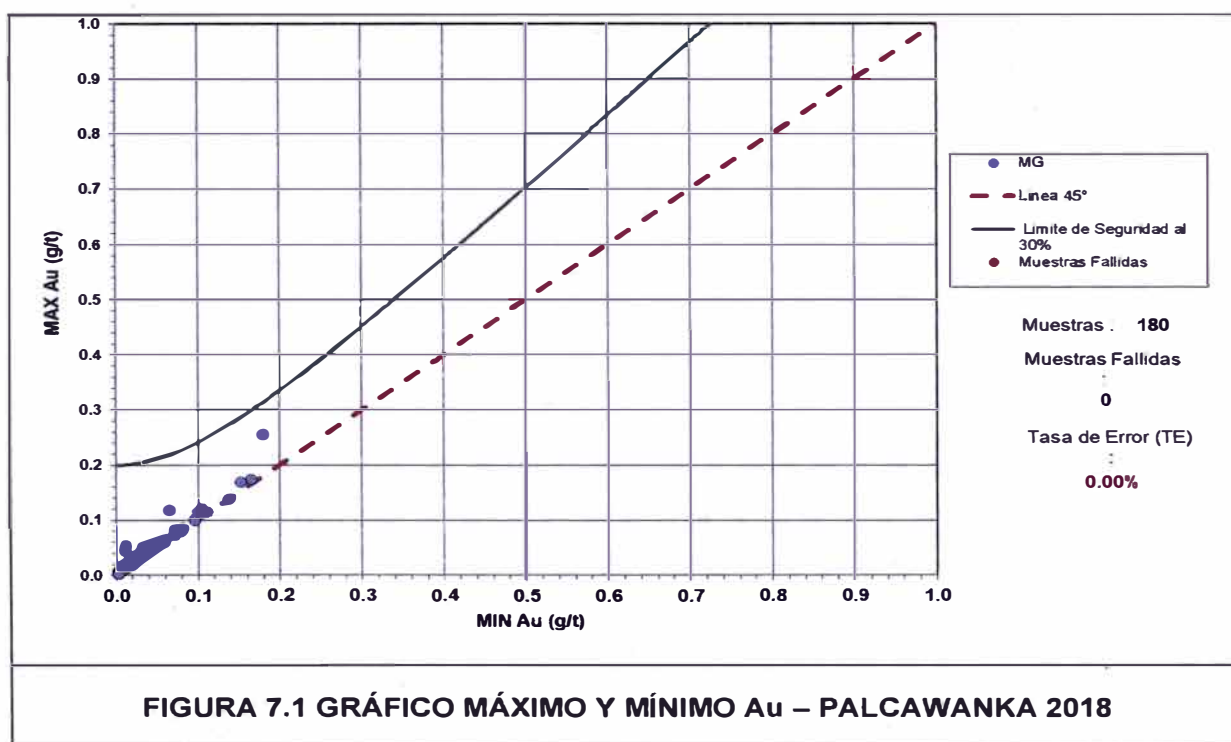
En atención a lo expuesto, se establece la siguiente secuencia en el proceso de inserción de muestras de control:

Blancas (BF, BG), luego se zonas mineralizadas.

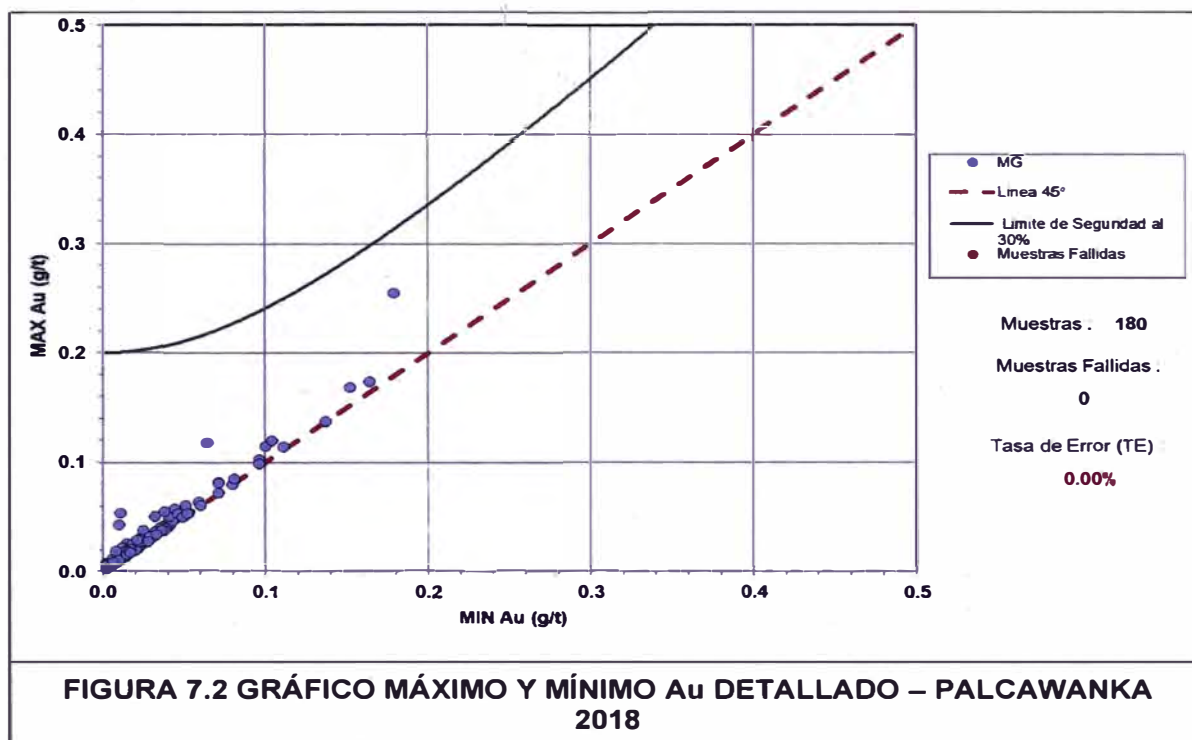
- Estándares (MR's), luego de zonas mineralizadas y donde se espera una ley aproximada a las MR's.
- Duplicados de campo (DC) donde que el corte nos represente una correcta similitud entre las partes restantes.
- Duplicados (DG, DF) en tramos donde se busca confirmar los resultados

7.5 GRÁFICOS PARA EVALUAR LA PRECISIÓN (R&R)

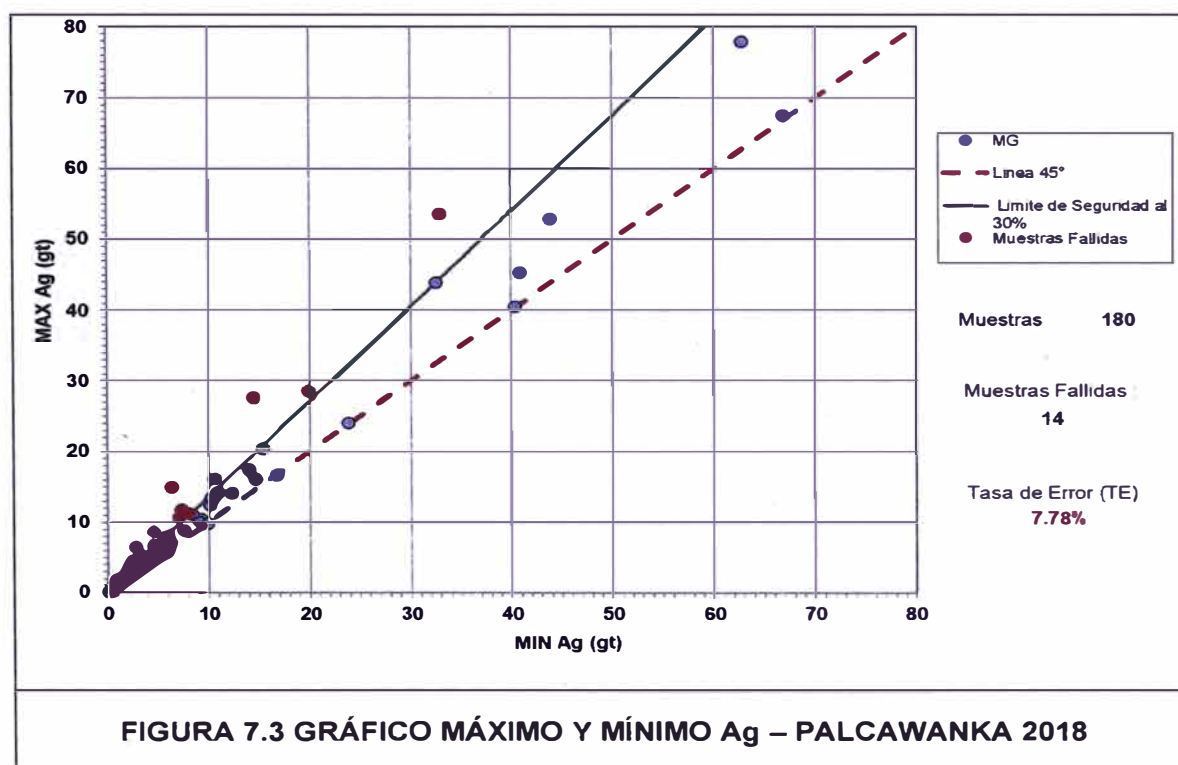
7.5.1 Muestras Duplicados de Campo (DC)



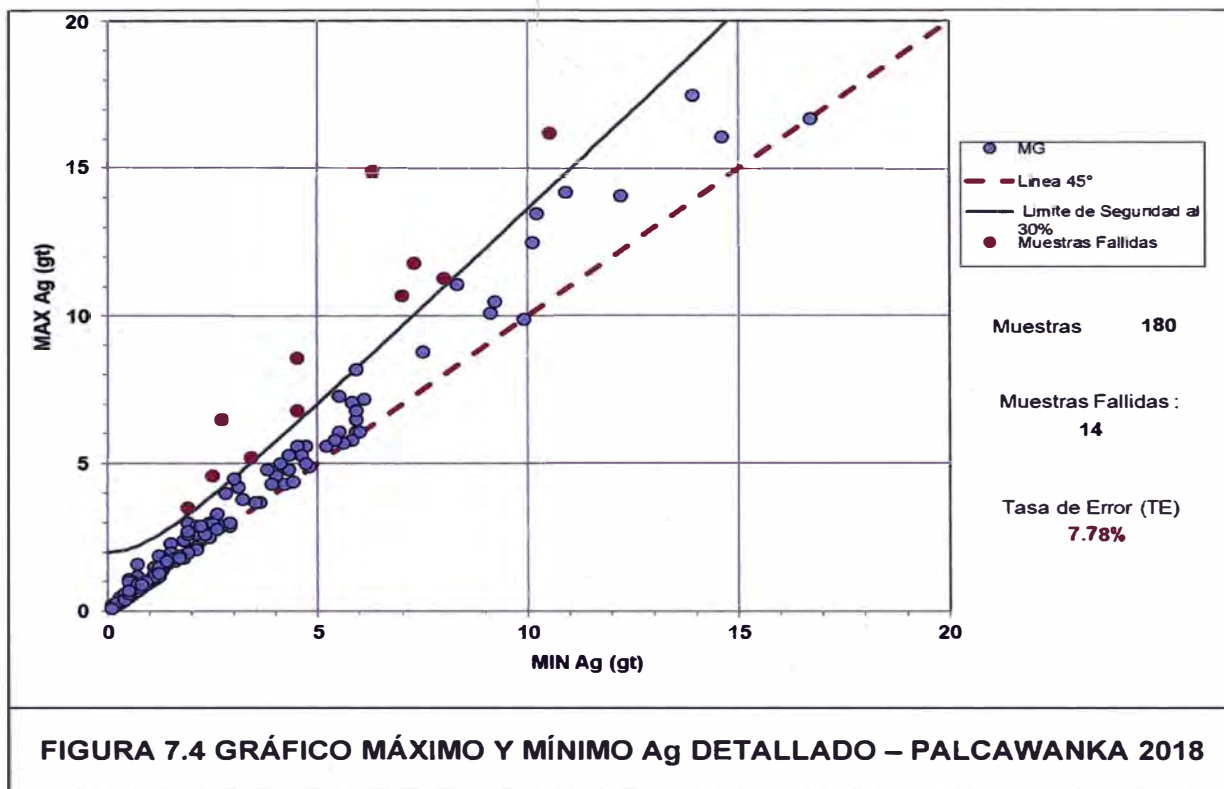
Fuente: Elaboración propia para el estudio



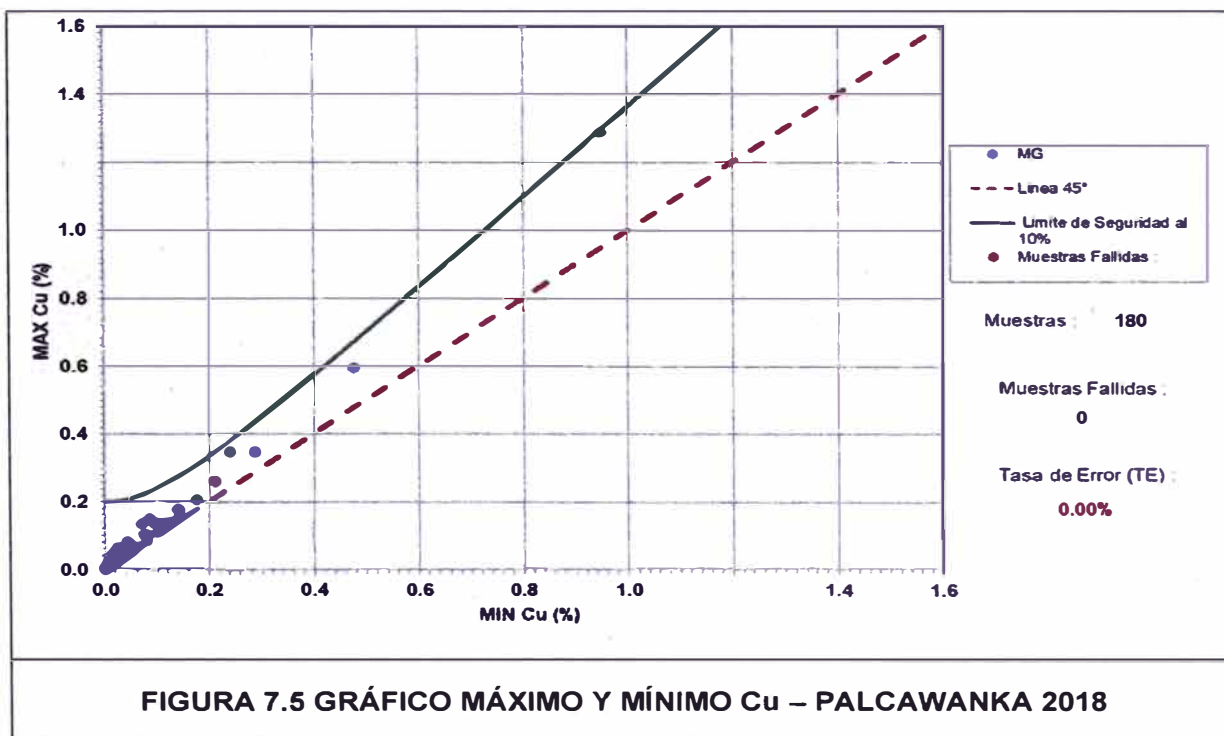
Fuente: Elaboración propia para el estudio



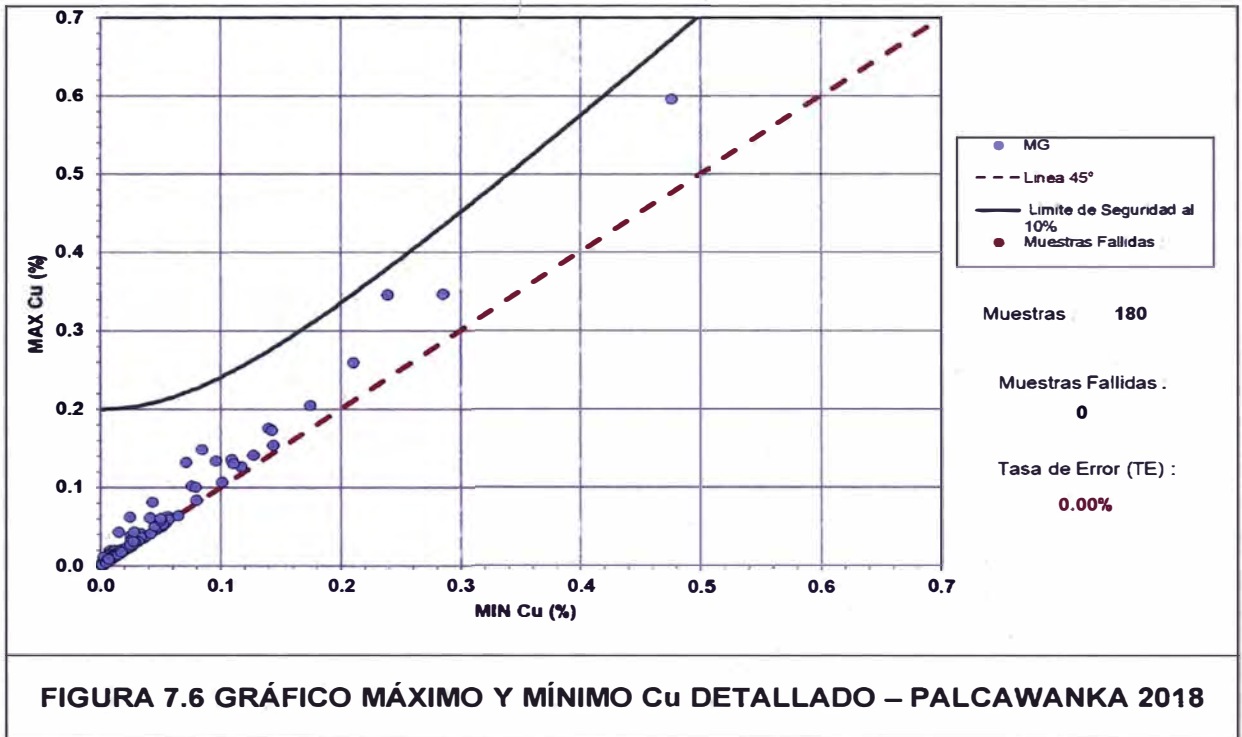
Fuente: Elaboración propia para el estudio



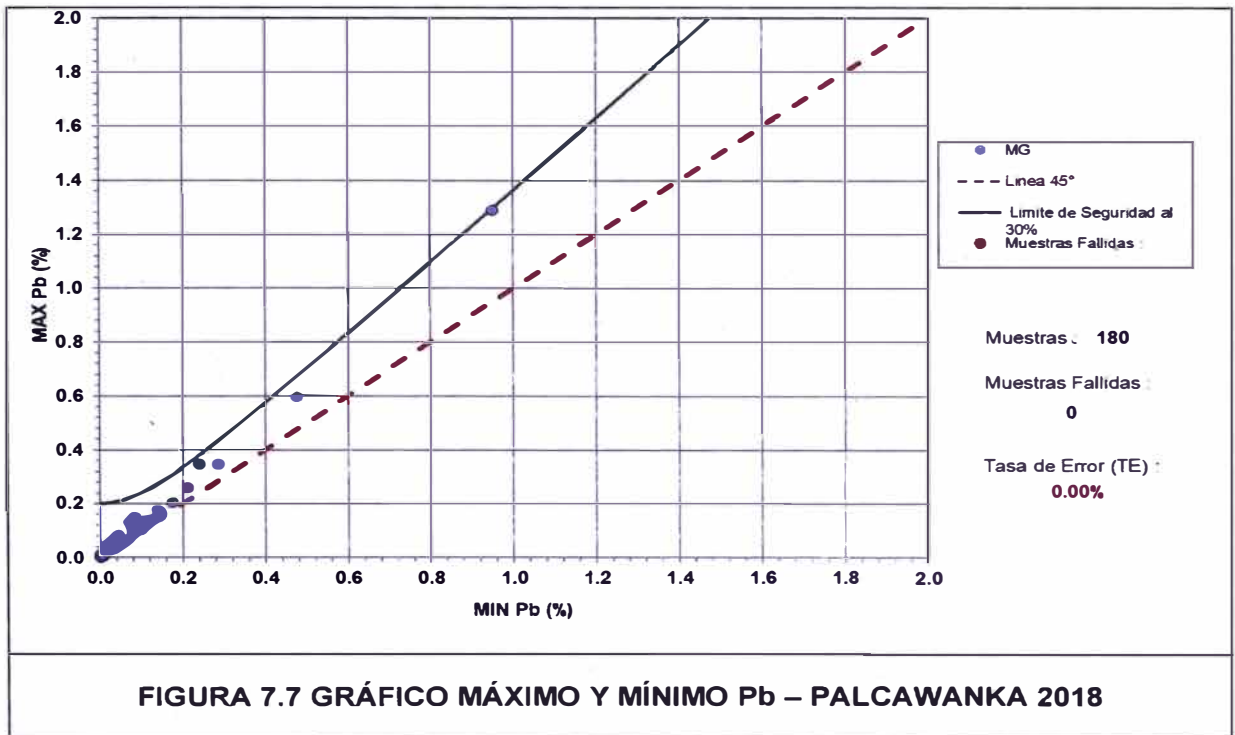
Fuente: Elaboración propia para el estudio



Fuente: Elaboración propia para el estudio



Fuente: Elaboración propia para el estudio



Fuente: Elaboración propia para el estudio

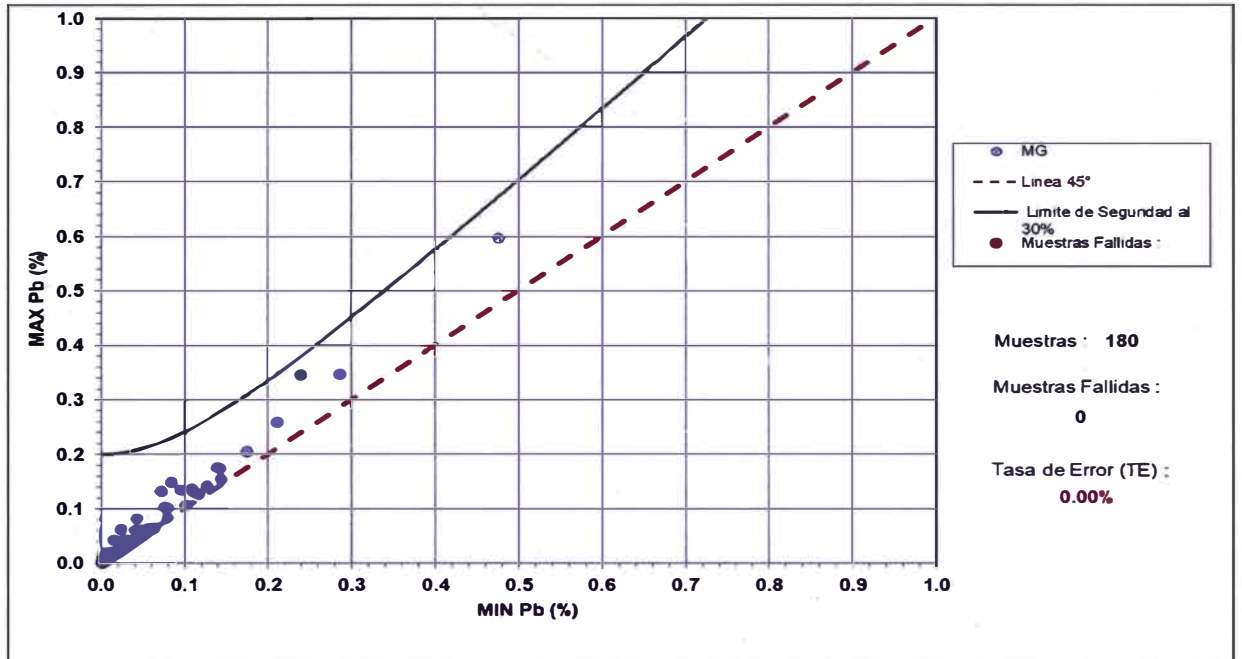


FIGURA 7.8 GRÁFICO MÁXIMO Y MÍNIMO Pb DETALLADO – PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio

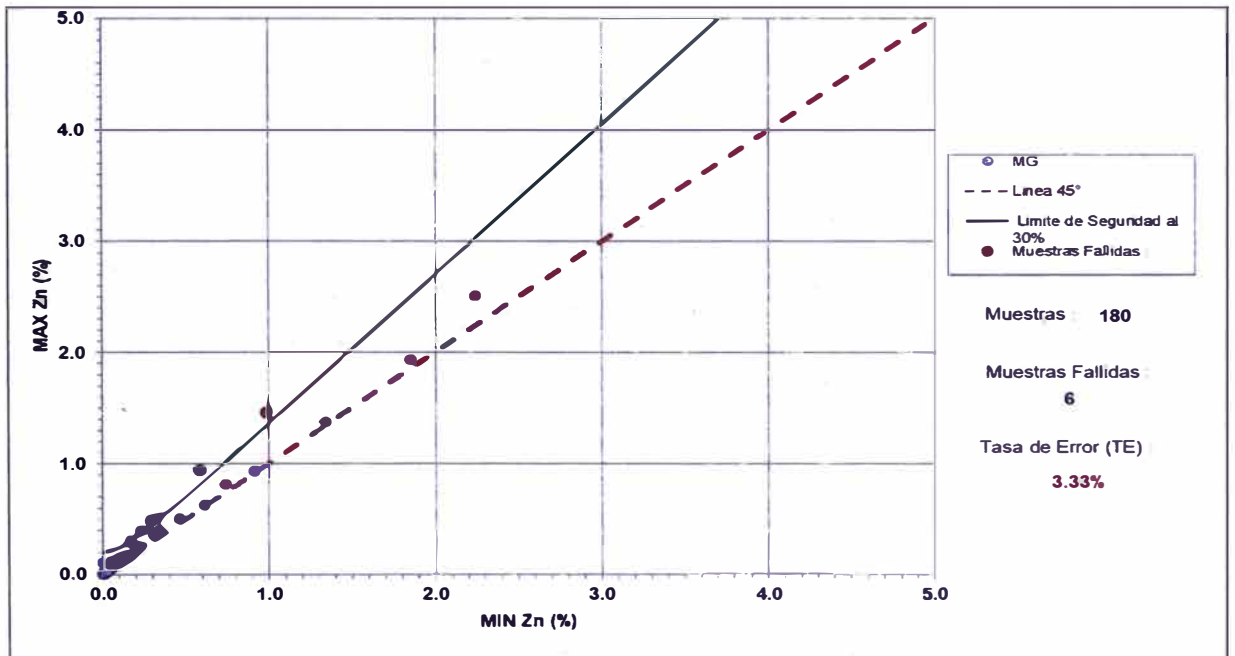
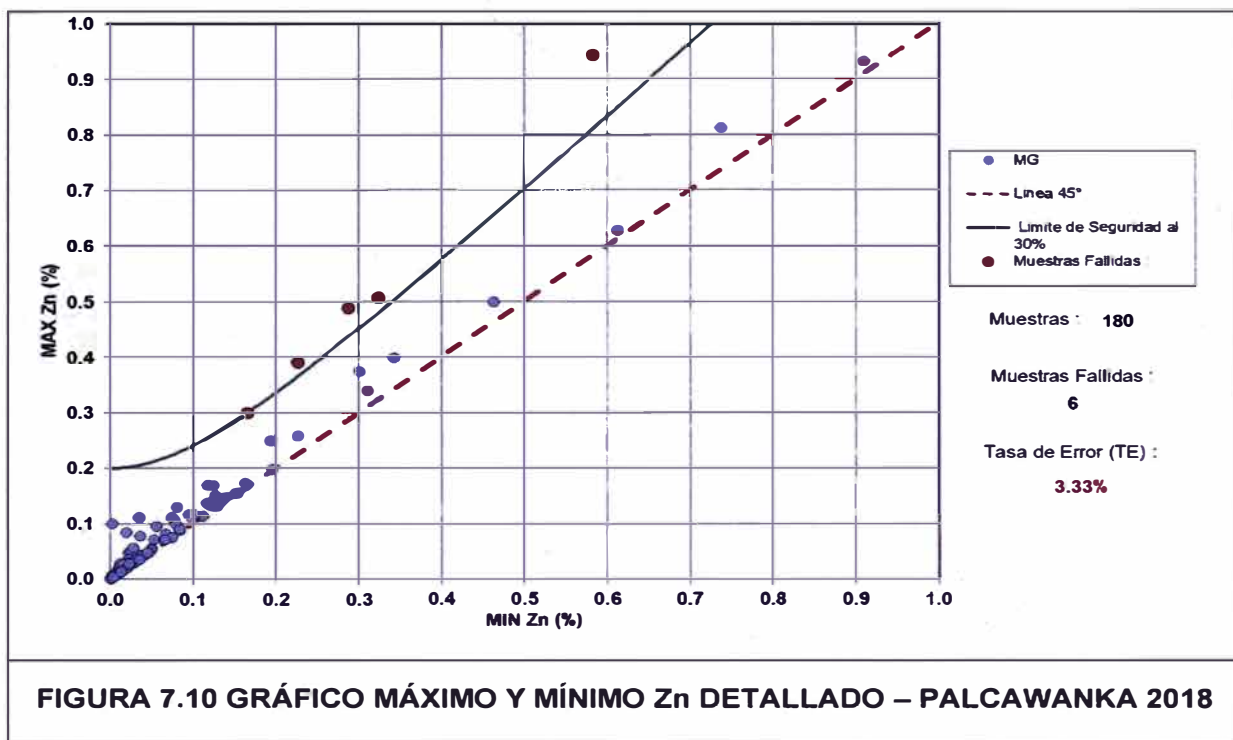


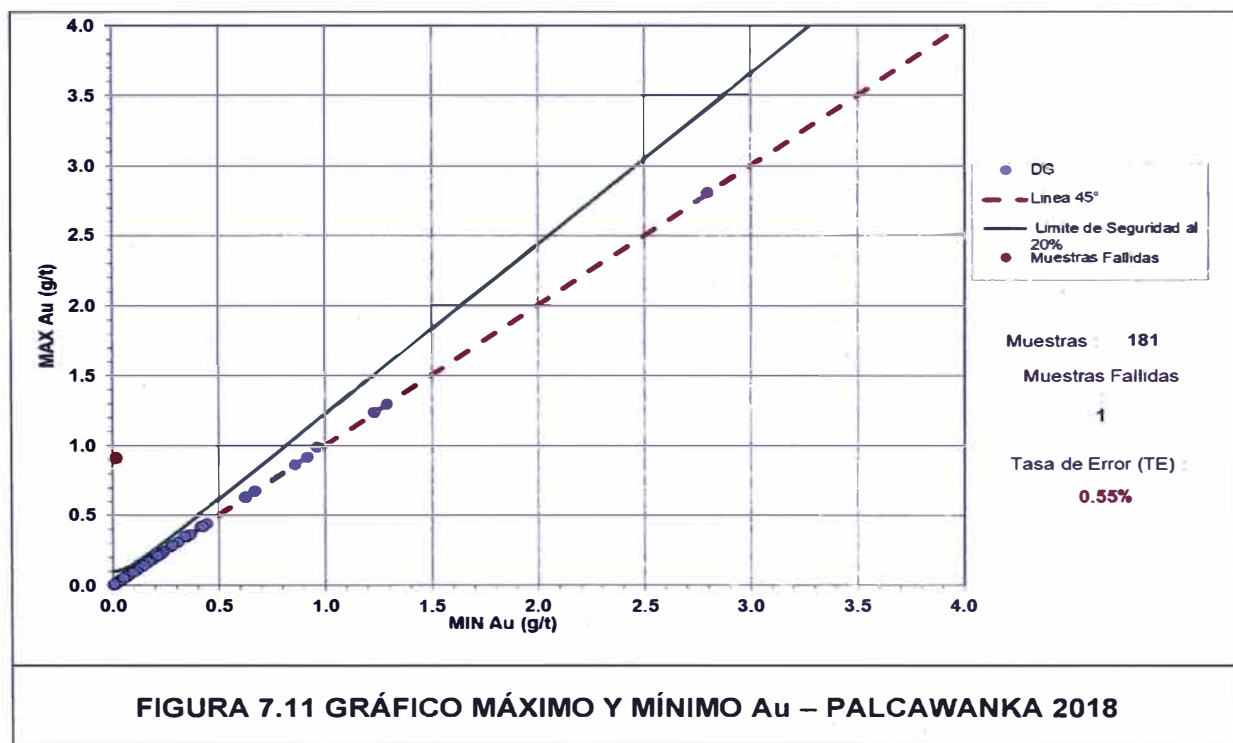
FIGURA 7.9 GRÁFICO MÁXIMO Y MÍNIMO Zn – PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio



Fuente: Elaboración propia para el estudio

7.5.2 Muestras duplicado grueso



Fuente: Elaboración propia para el estudio

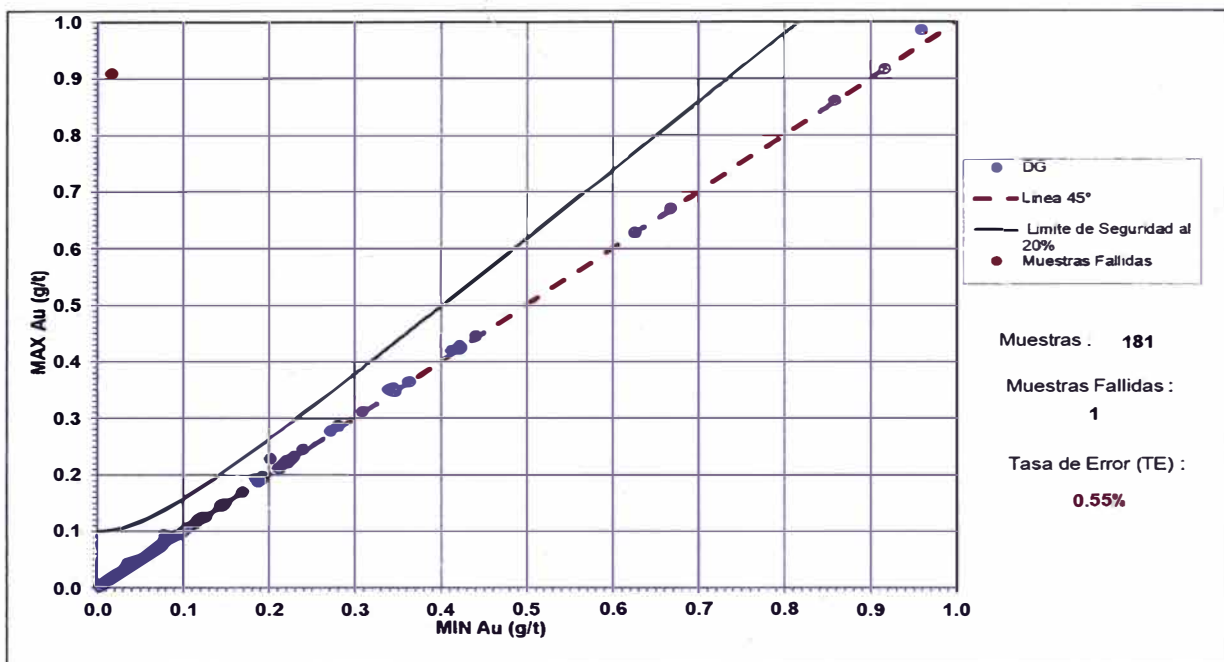


FIGURA 7.12 GRÁFICO MÁXIMO Y MÍNIMO Au DETALLADO – PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio

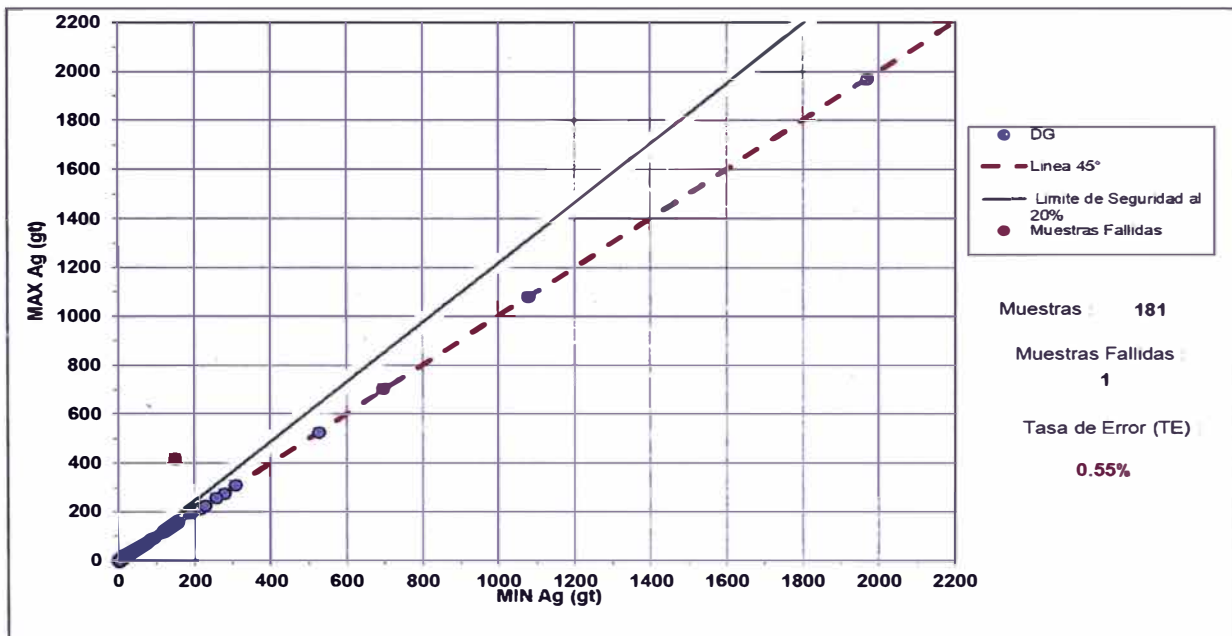


FIGURA 7.13 GRÁFICO MÁXIMO Y MÍNIMO Ag – PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio

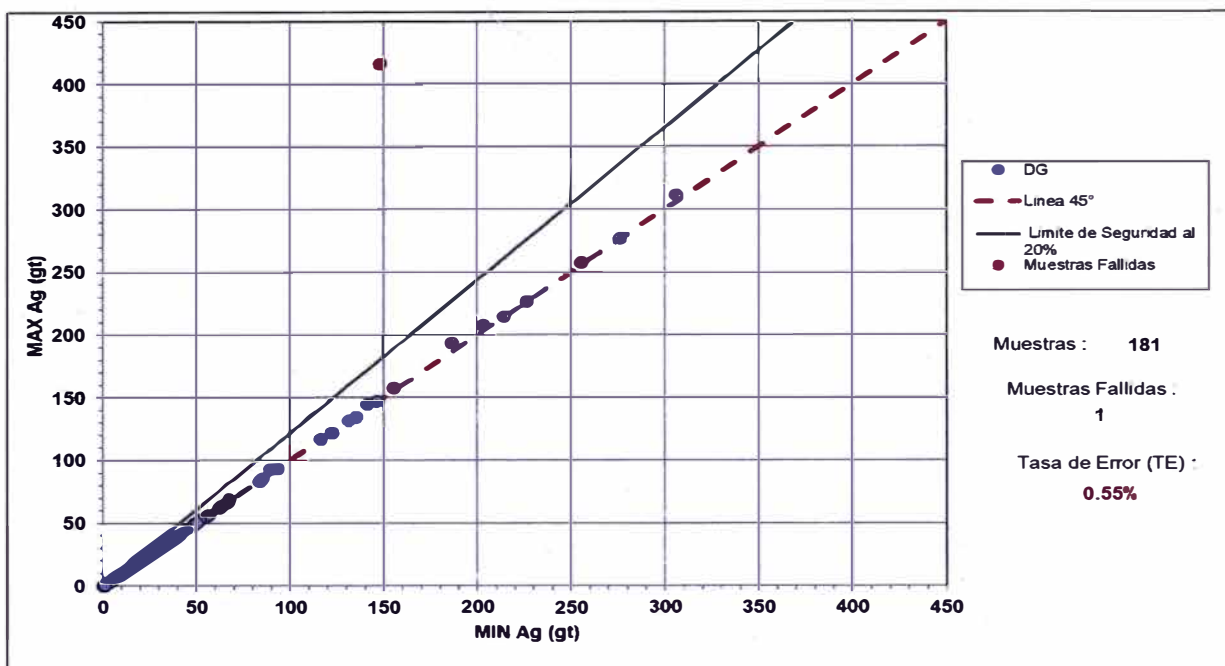


FIGURA 7.14 GRÁFICO MÁXIMO Y MÍNIMO Ag DETALLADO – PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio

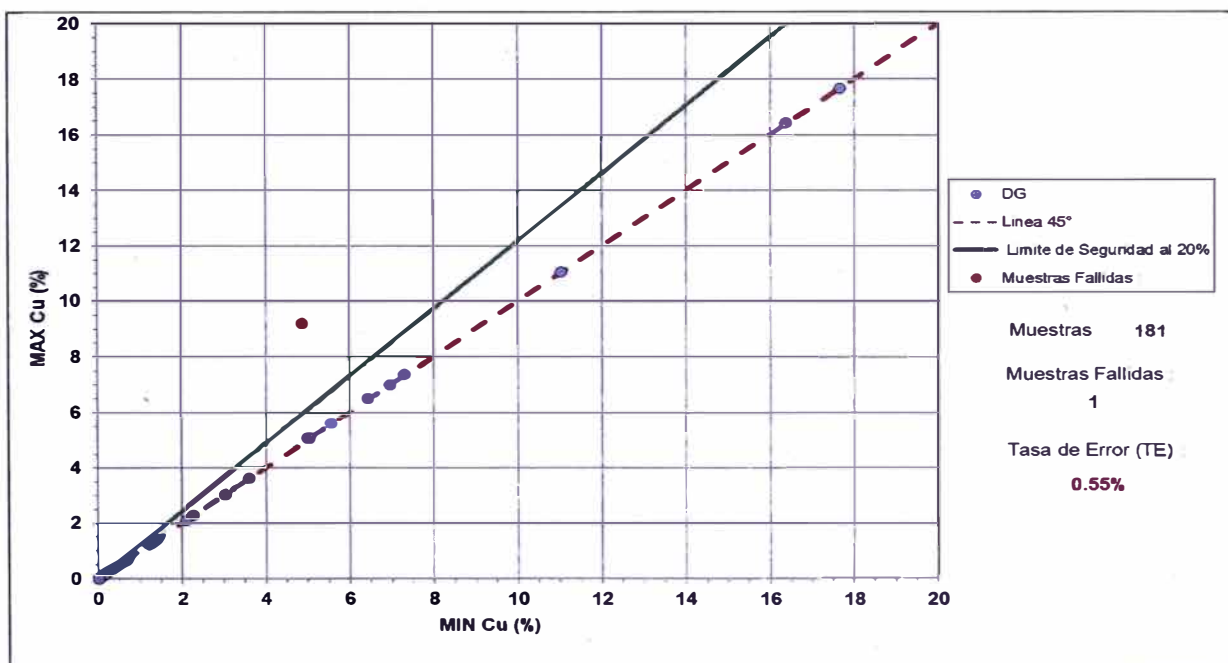
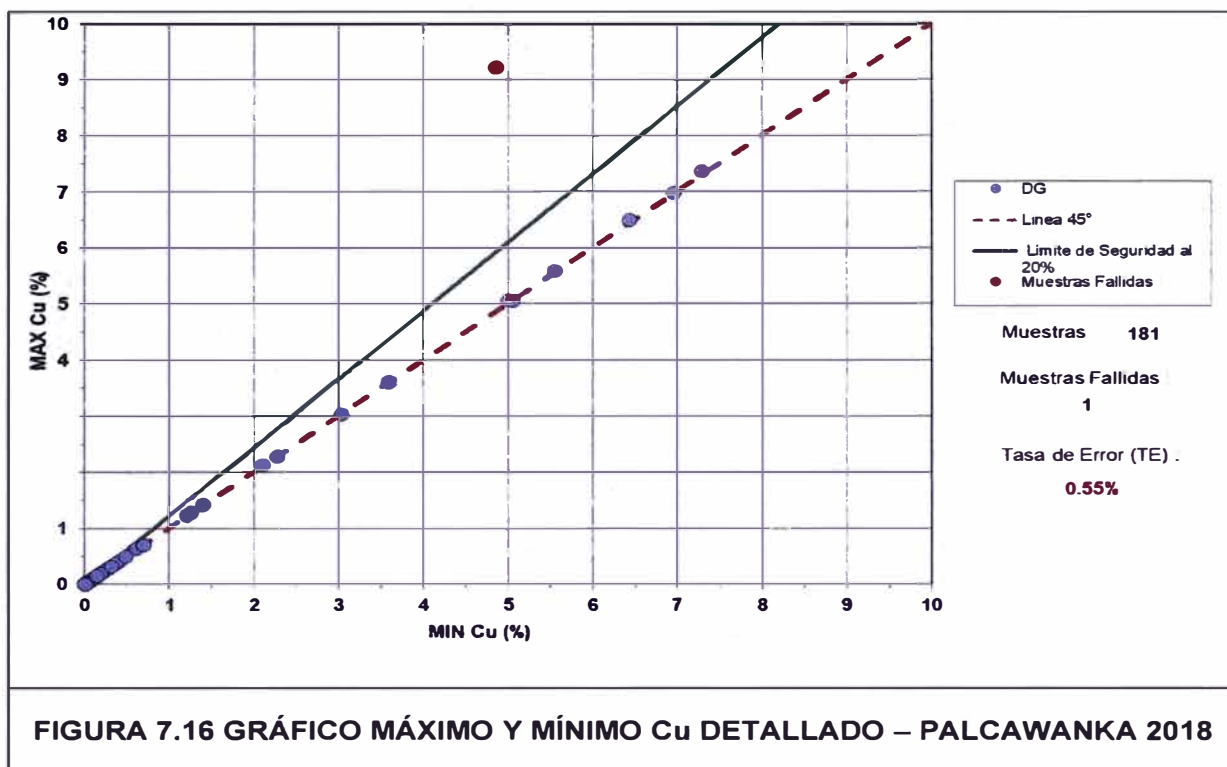
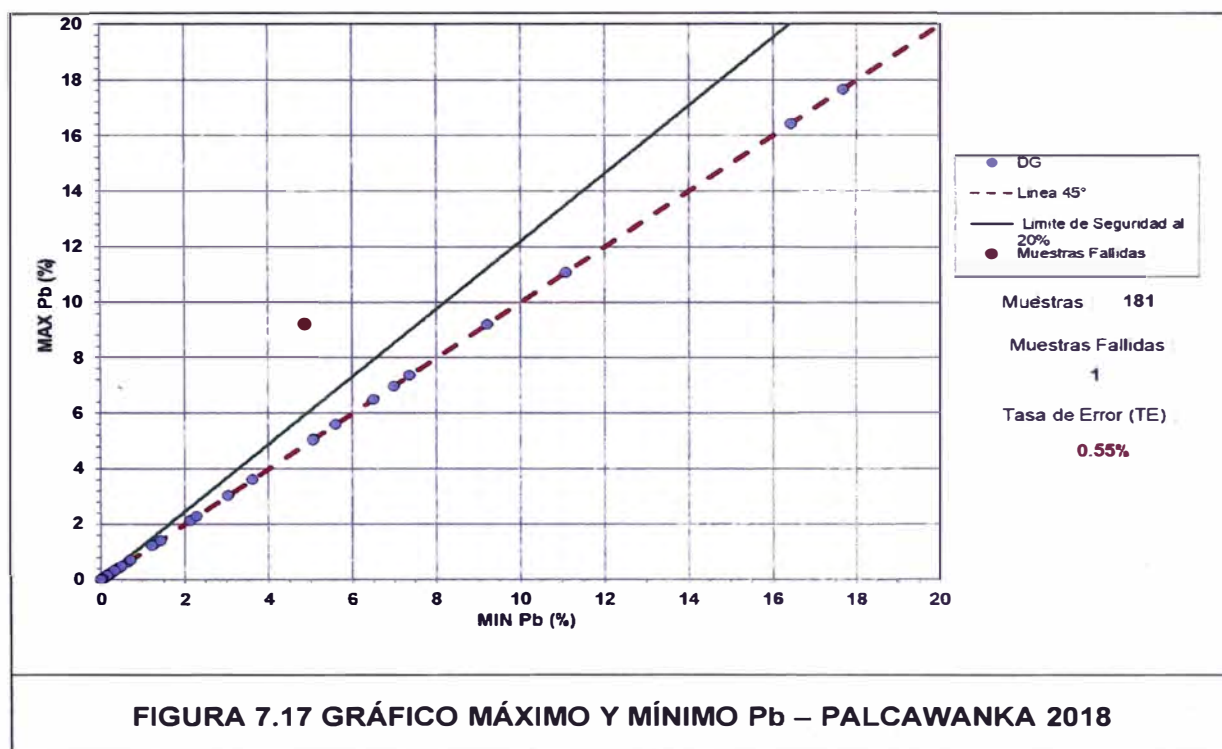


FIGURA 7.15 GRÁFICO MÁXIMO Y MÍNIMO Cu – PALCAWANKA 2018

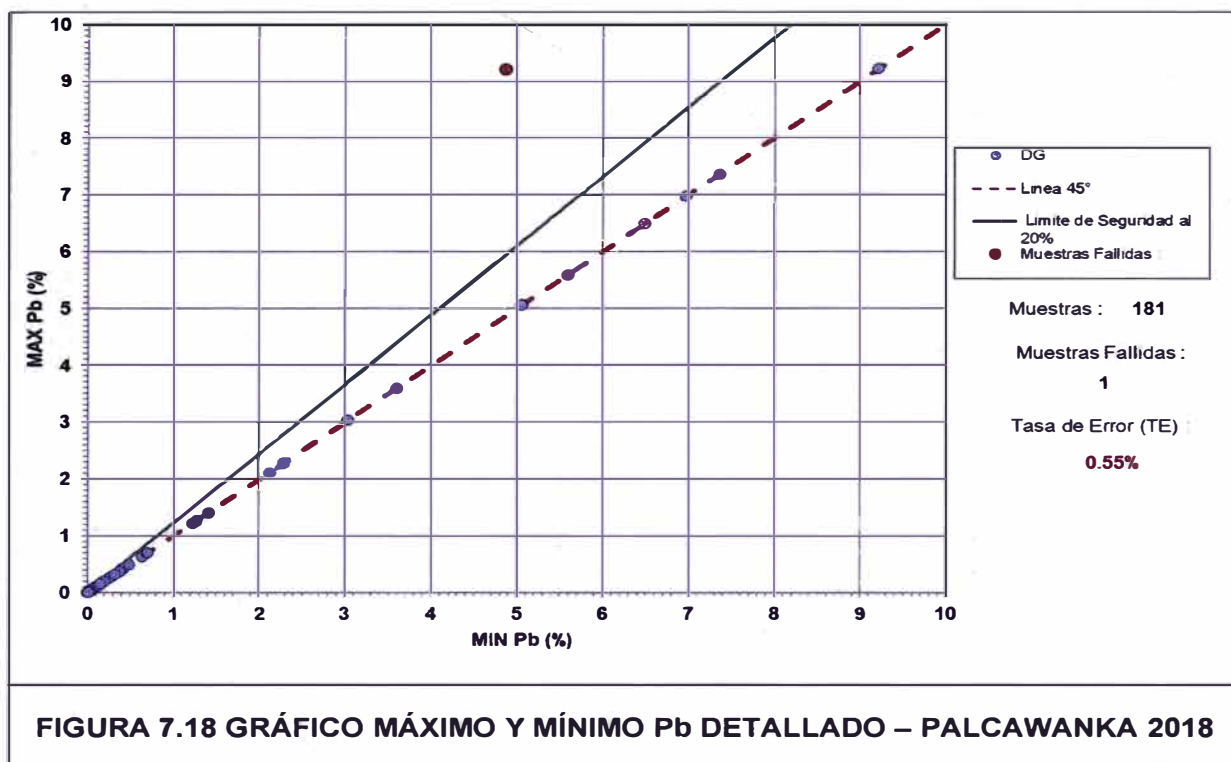
Fuente: Elaboración propia para el estudio



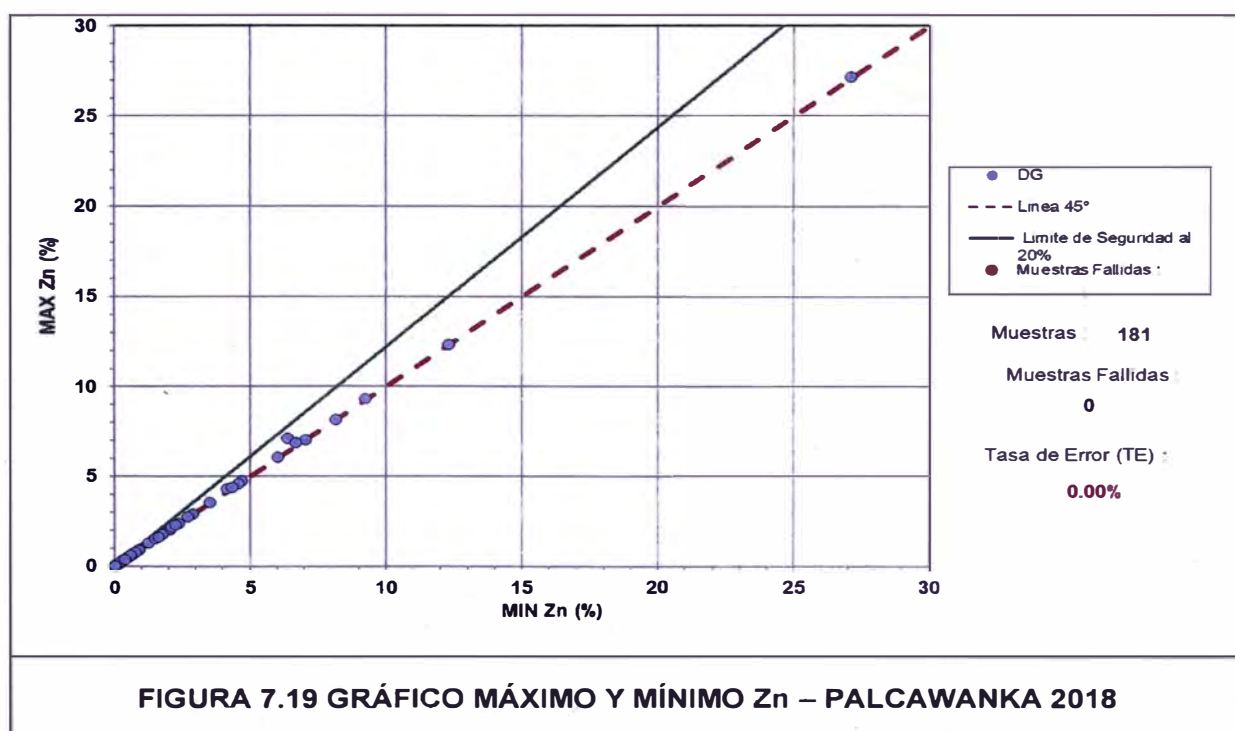
Fuente: Elaboración propia para el estudio



Fuente: Elaboración propia para el estudio



Fuente: Elaboración propia para el estudio



Fuente: Elaboración propia para el estudio

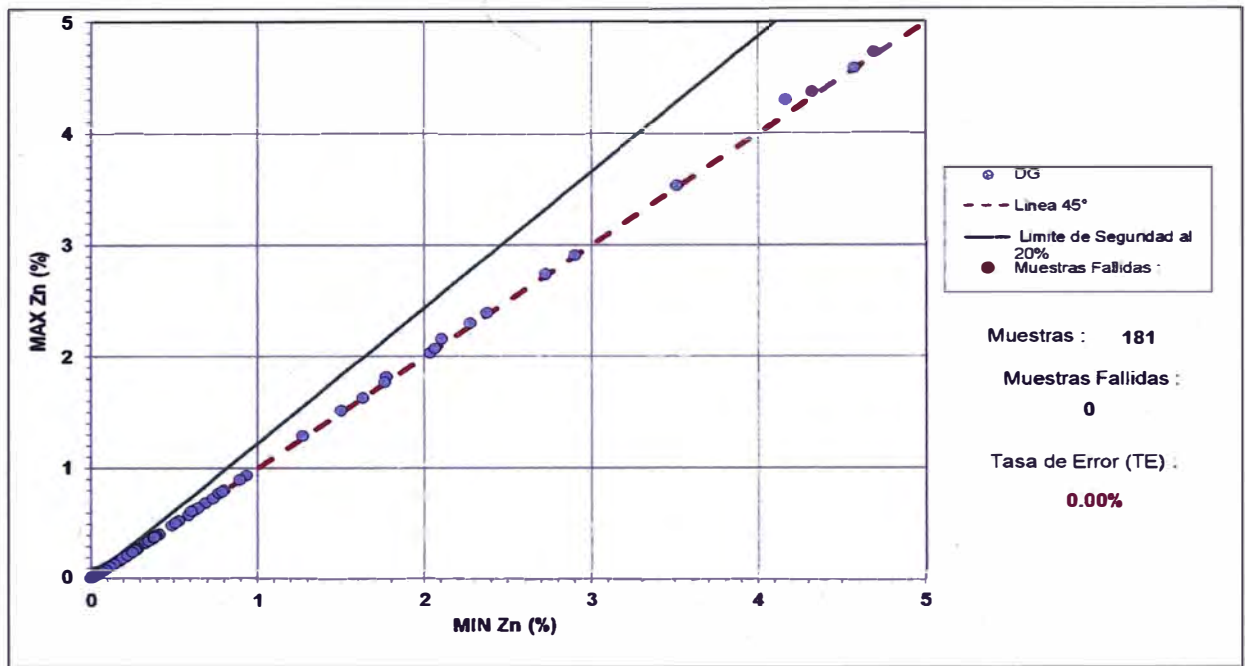


FIGURA 7.20 GRÁFICO MÁXIMO Y MÍNIMO Zn DETALLADO – PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio

7.5.3 Muestras duplicado pulpa

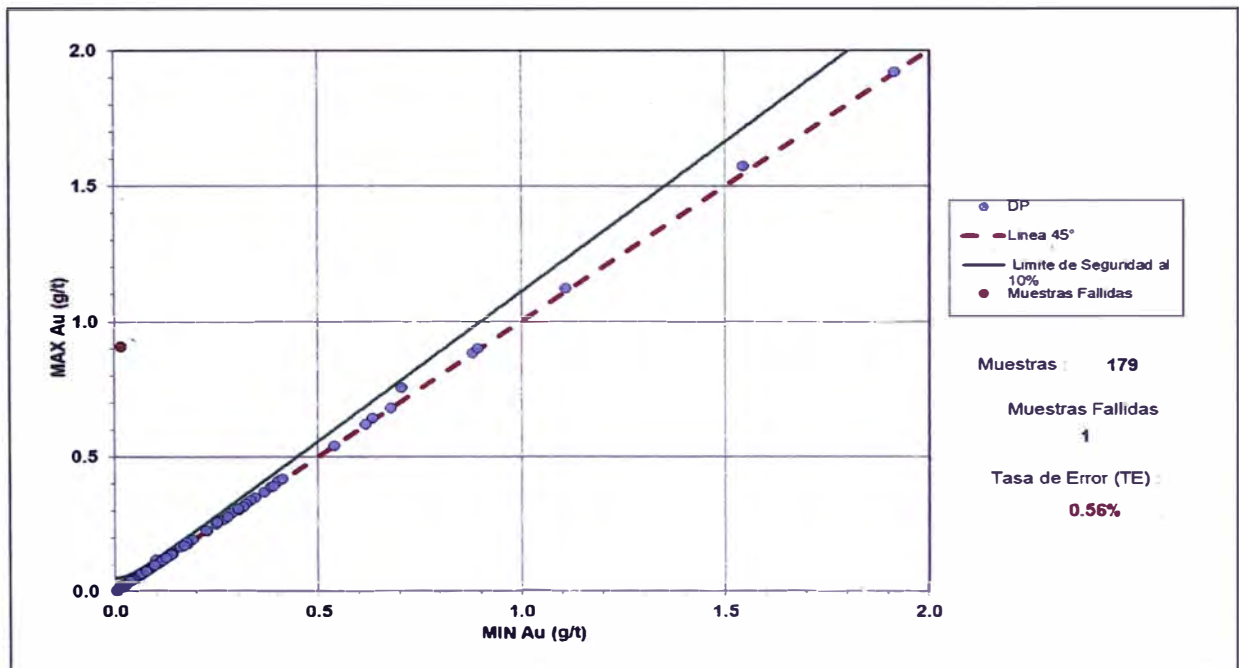


FIGURA 7.21 GRÁFICO MÁXIMO Y MÍNIMO Au – PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio

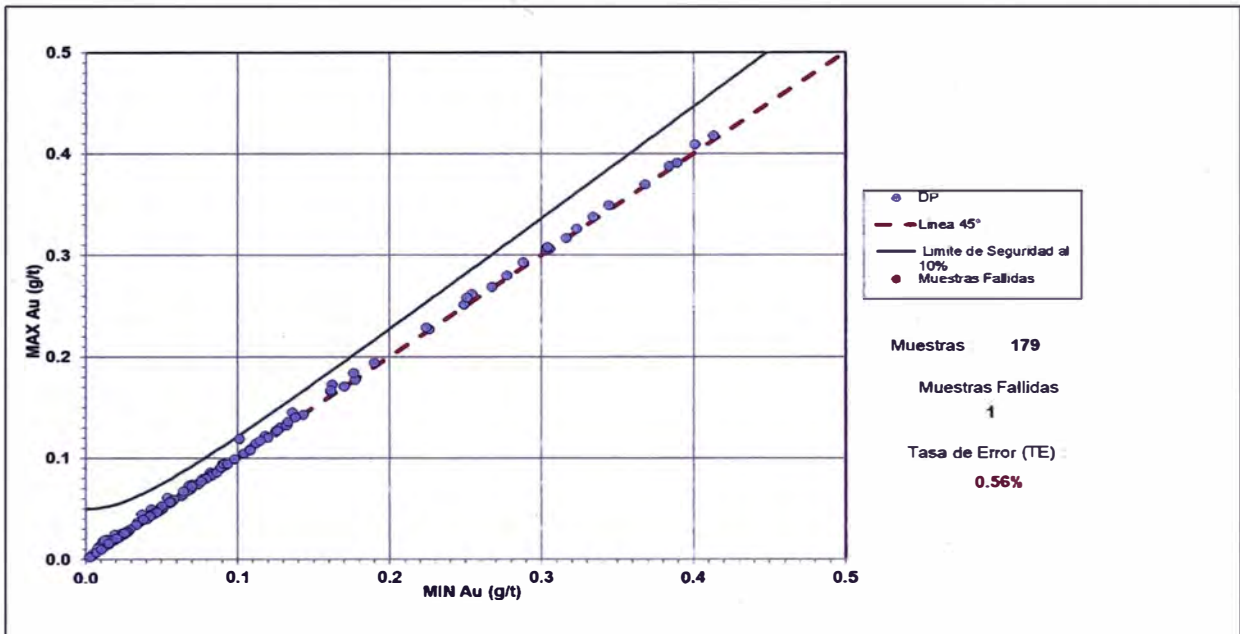


FIGURA 7.22 GRÁFICO MÁXIMO Y MÍNIMO Au DETALLADO – PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio

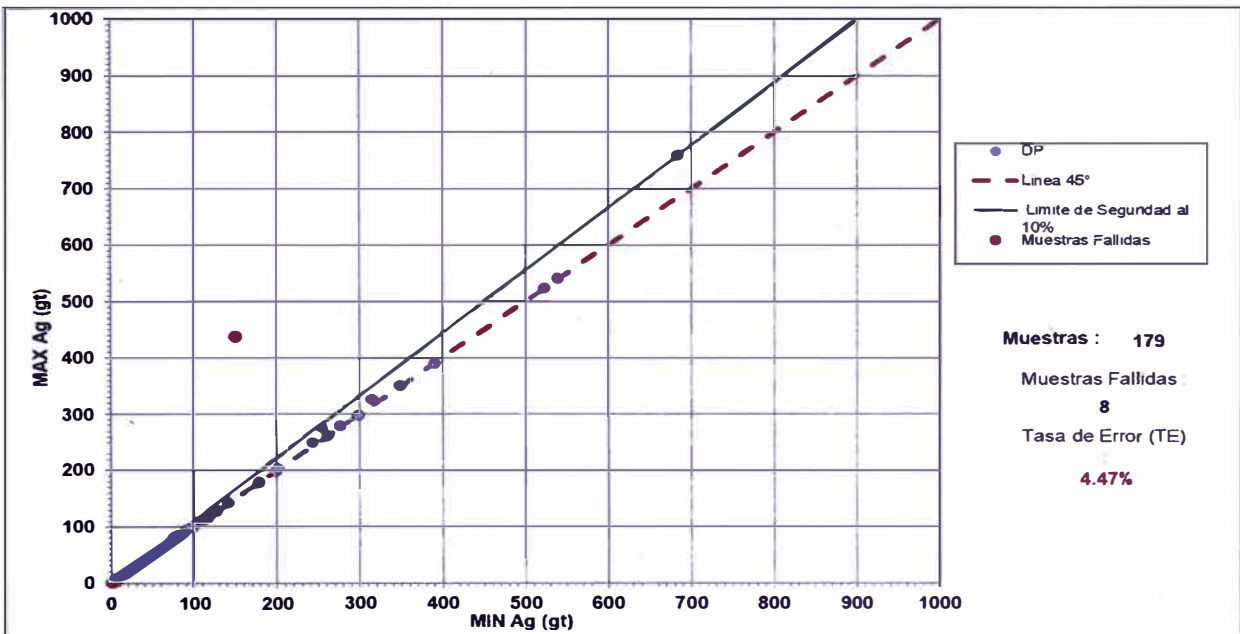
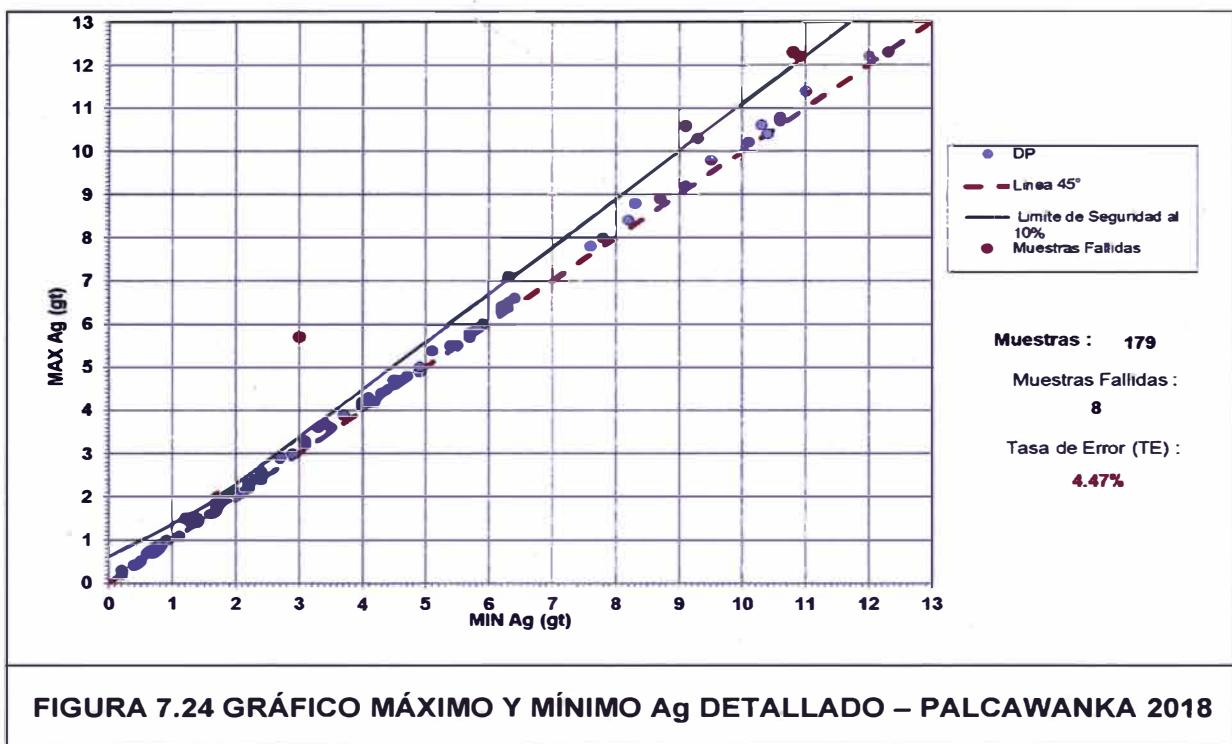
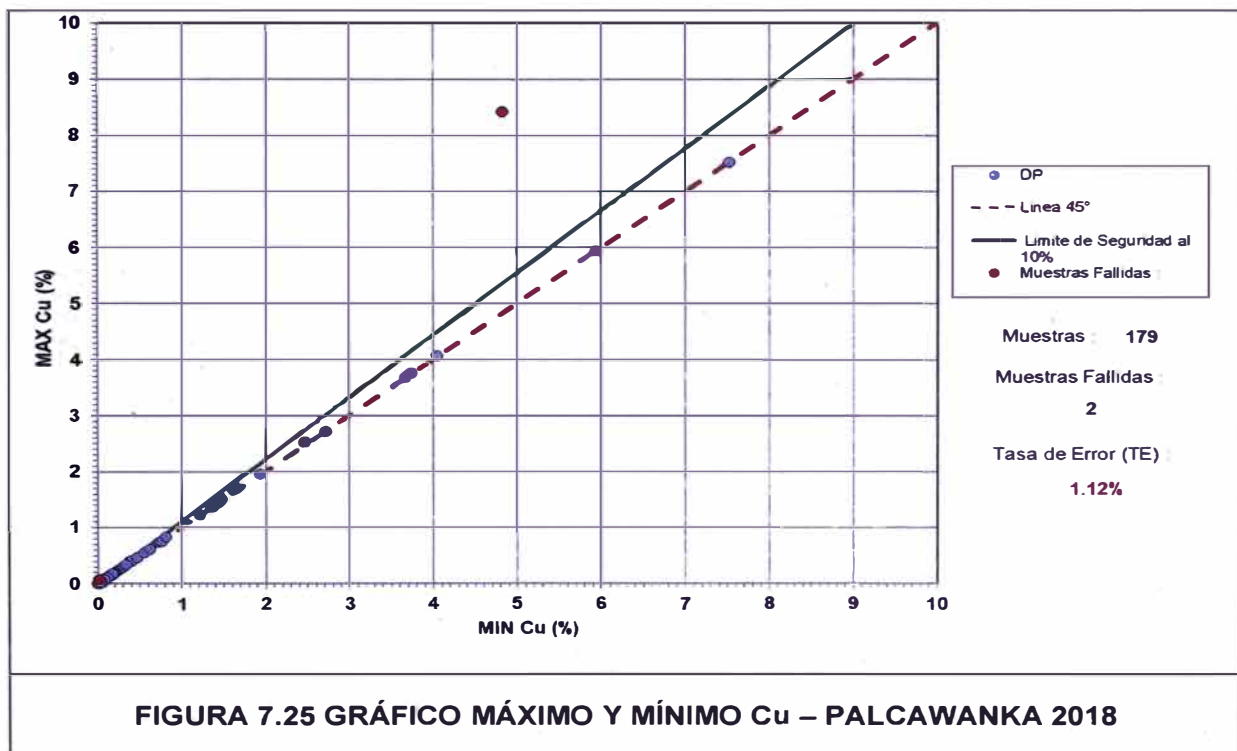


FIGURA 7.23 GRÁFICO MÁXIMO Y MÍNIMO Ag – PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio



Fuente: Elaboración propia para el estudio



Fuente: Elaboración propia para el estudio

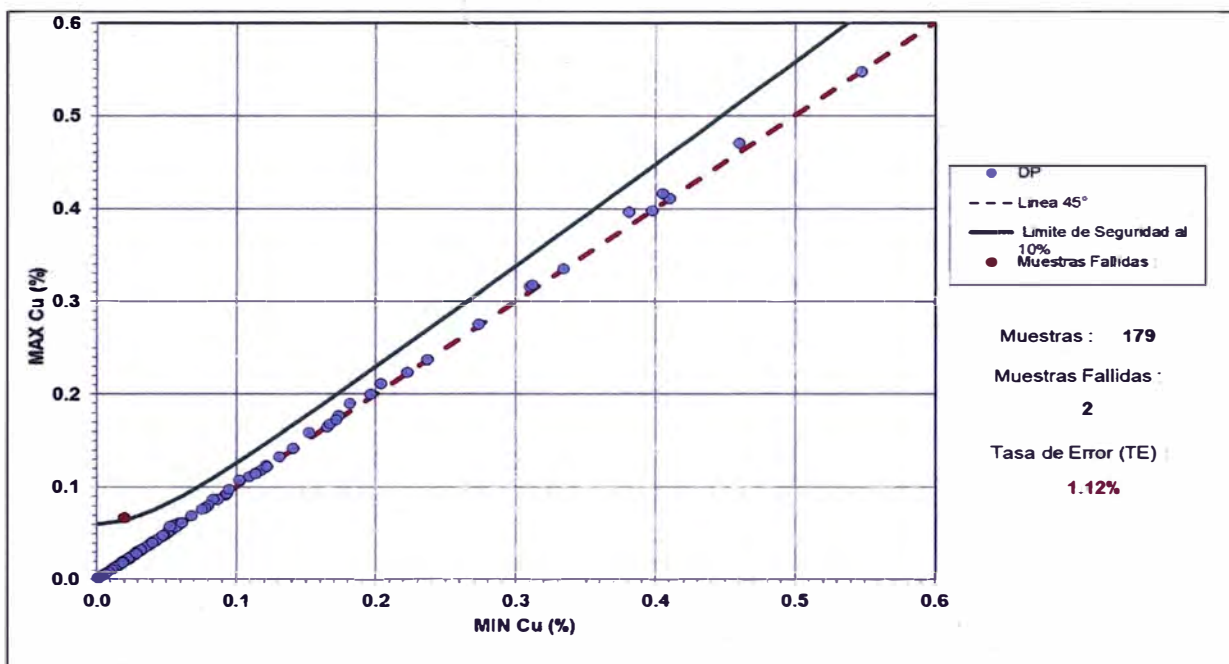


FIGURA 7.26 GRÁFICO MÁXIMO Y MÍNIMO Cu DETALLADO – PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio

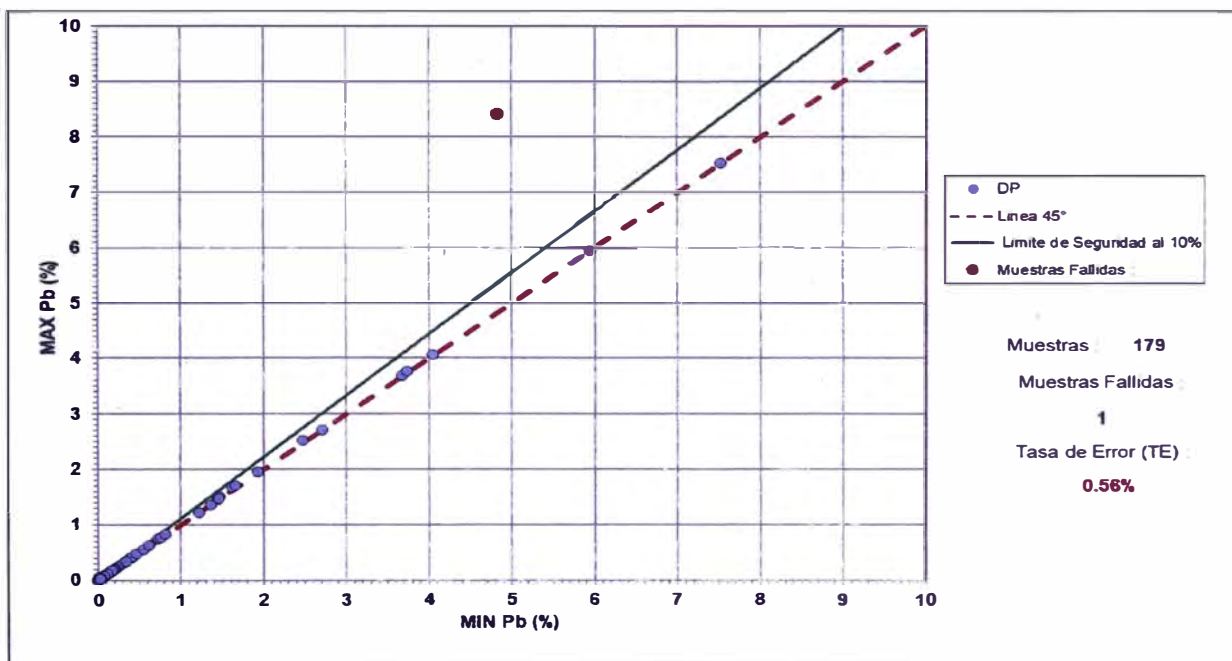


FIGURA 7.27 GRÁFICO MÁXIMO Y MÍNIMO Pb – PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio

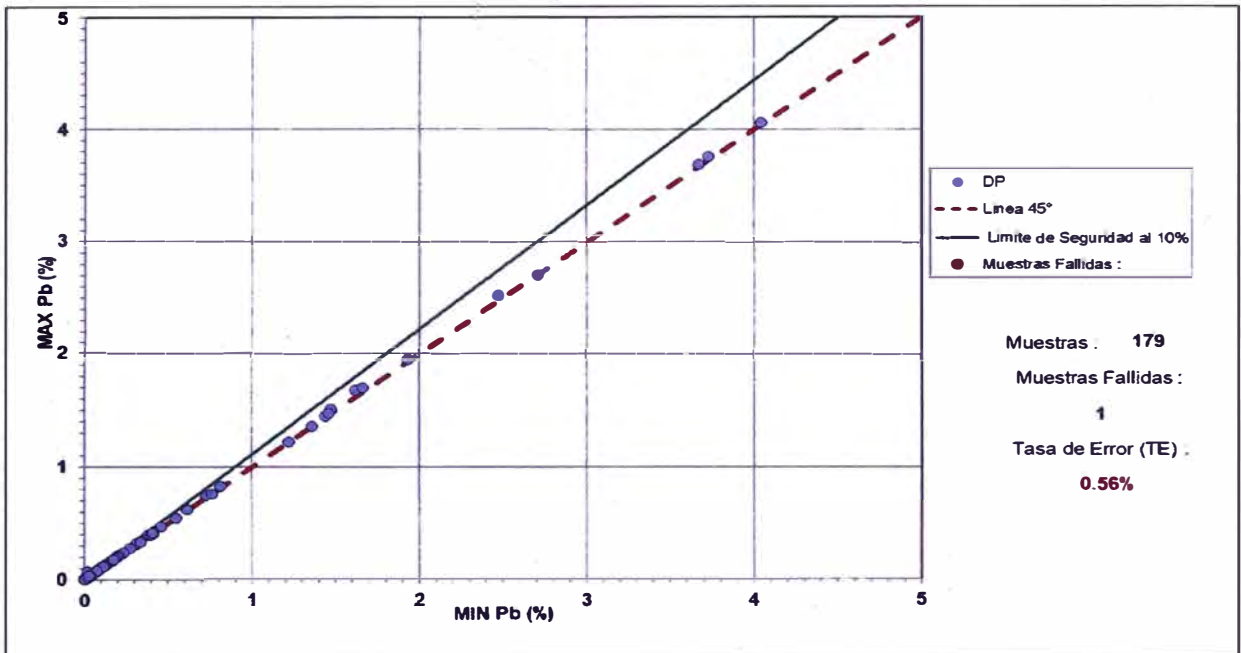


FIGURA 7.28 GRÁFICO MÁXIMO Y MÍNIMO Pb DETALLADO – PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio

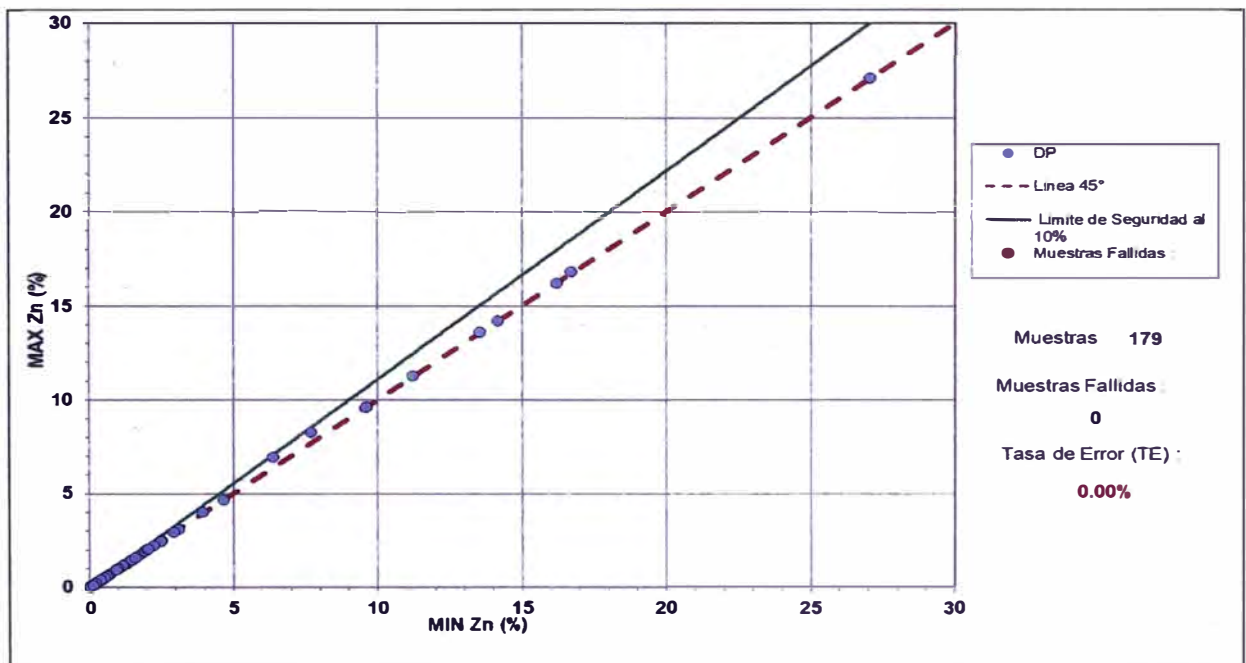
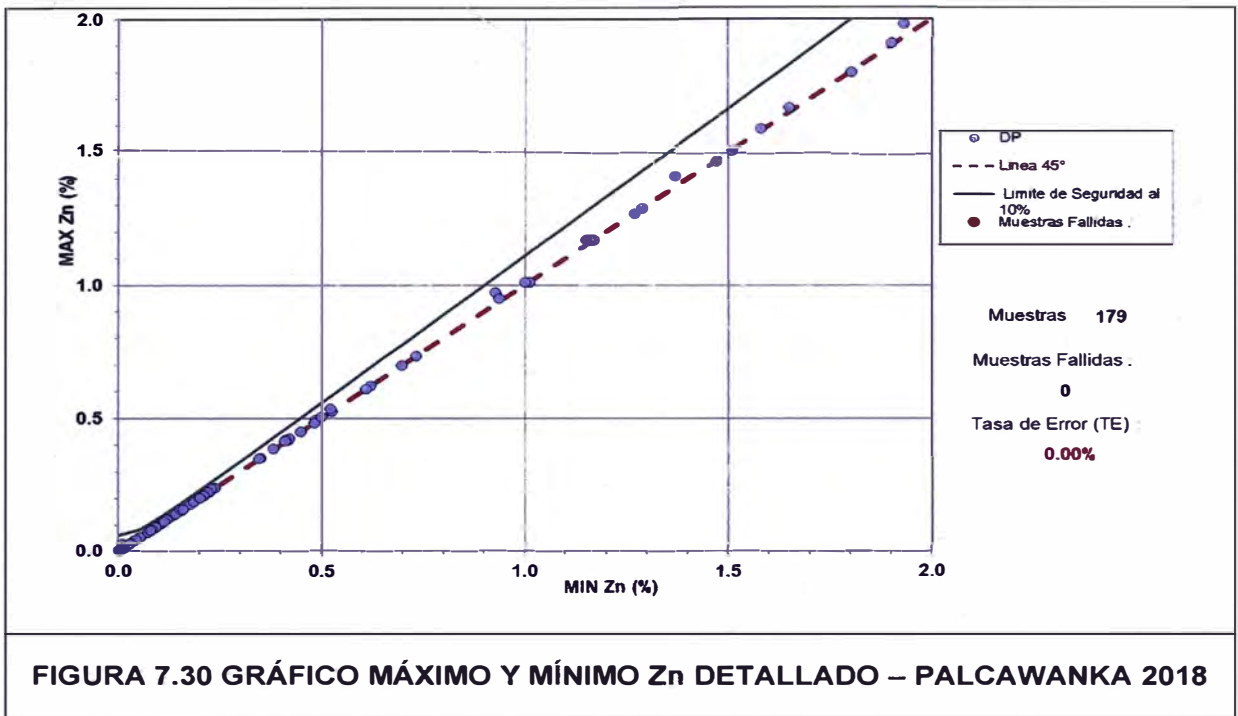


FIGURA 7.29 GRÁFICO MÁXIMO Y MÍNIMO Zn – PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio



Fuente: Elaboración propia para el estudio

7.6 GRÁFICOS PARA EVALUAR LA EXACTITUD

7.6.1 Muestras de referencia



Fuente: Elaboración propia para el estudio. *MR Si81 - SGA Au (g/t)

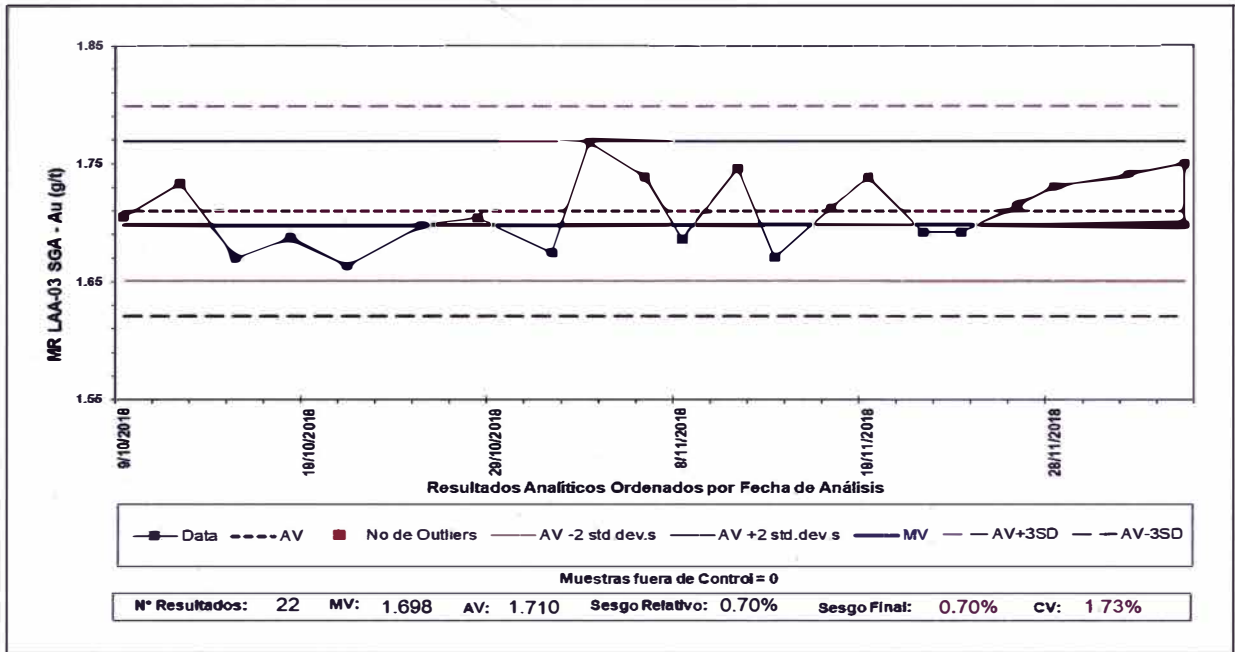


FIGURA 7.32 GRÁFICO MUESTRAS DE REFERENCIA Au* - PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio. *MR LAA – 03 - SGA Au (g/t)

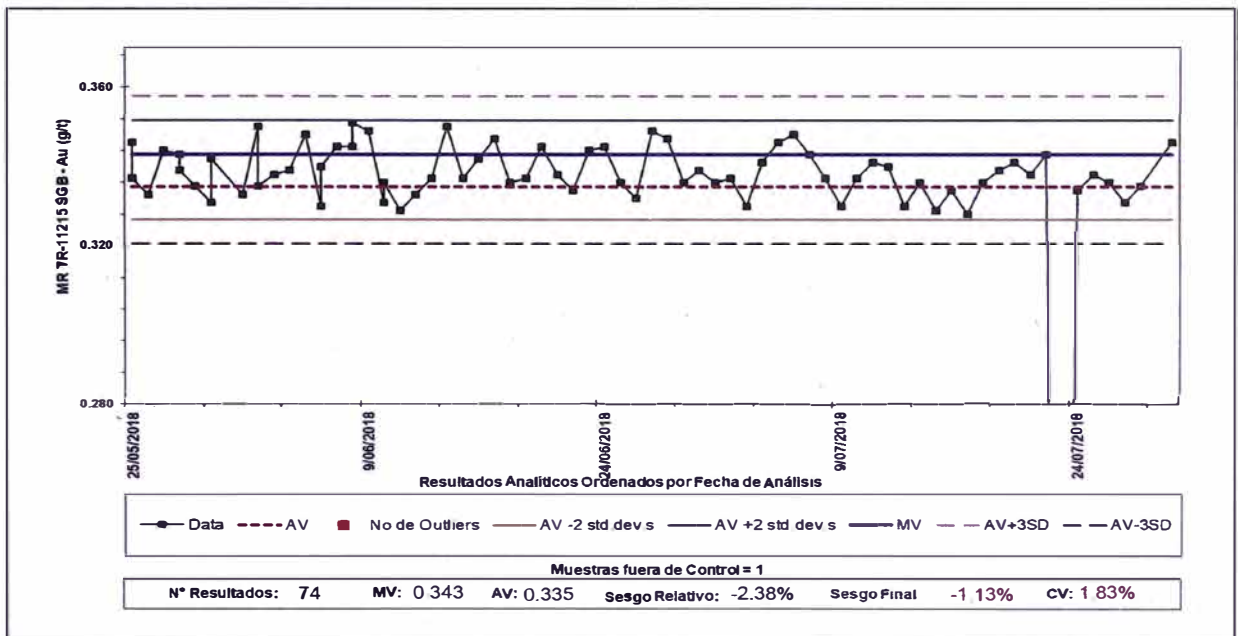
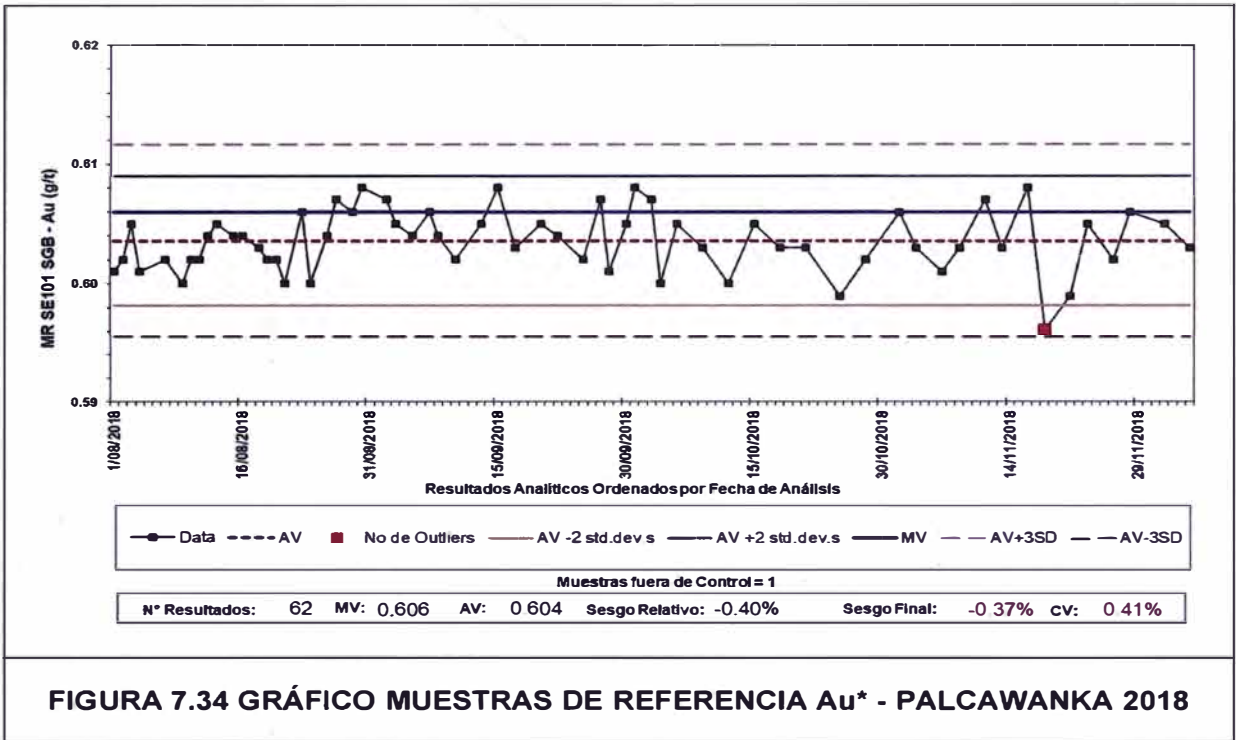
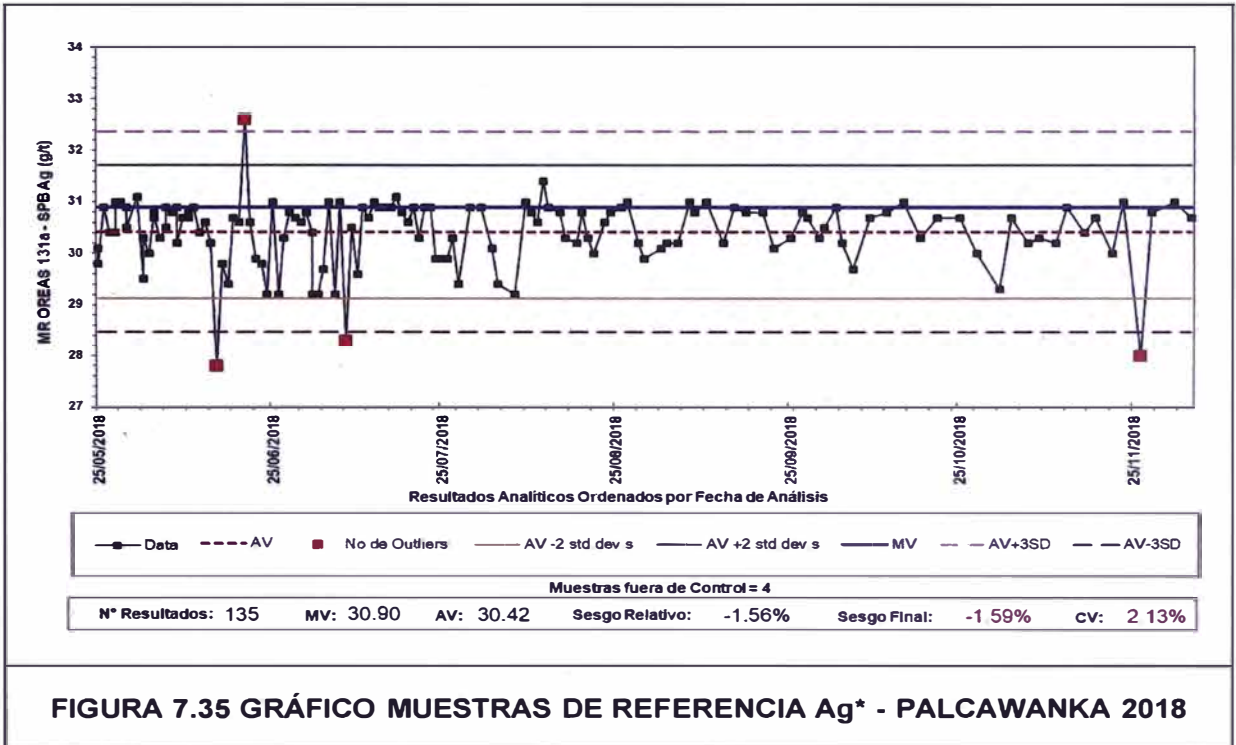


FIGURA 7.33 GRÁFICO MUESTRAS DE REFERENCIA Au* - PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio. *MR TR – 11215 - SGB Au (g/t)



Fuente: Elaboración propia para el estudio. *MR SE 101 - SGB Au (g/t)



Fuente: Elaboración propia para el estudio. *MR OREAS 131a – SPB Ag (g/t)

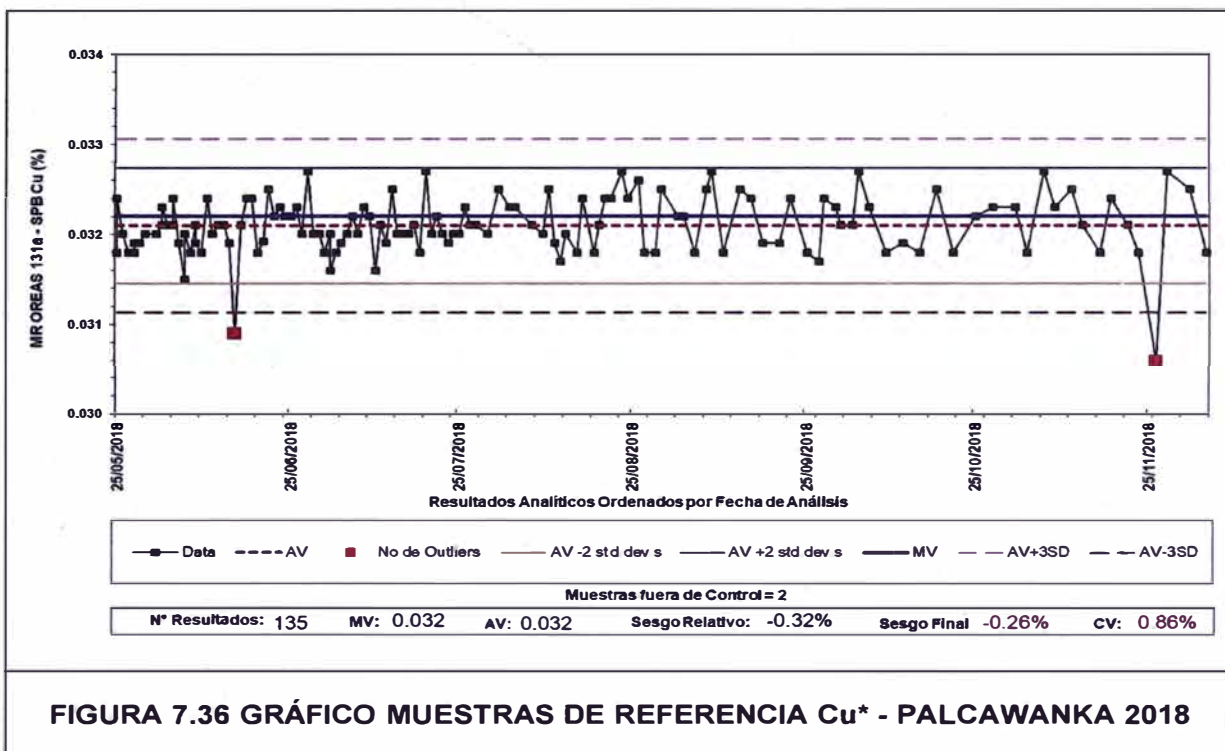


FIGURA 7.36 GRÁFICO MUESTRAS DE REFERENCIA Cu* - PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio. *MR OREAS 131a – SPB Cu (%)

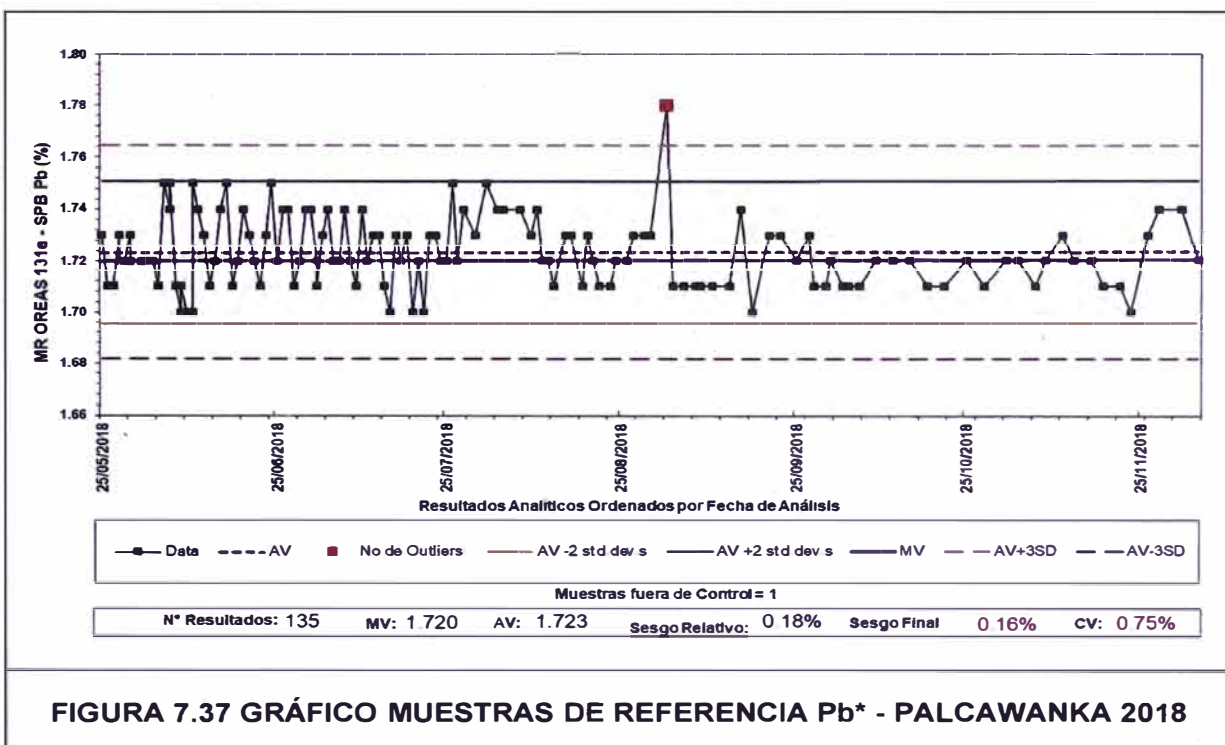


FIGURA 7.37 GRÁFICO MUESTRAS DE REFERENCIA Pb* - PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio. *MR OREAS 131a – SPB Pb (%)

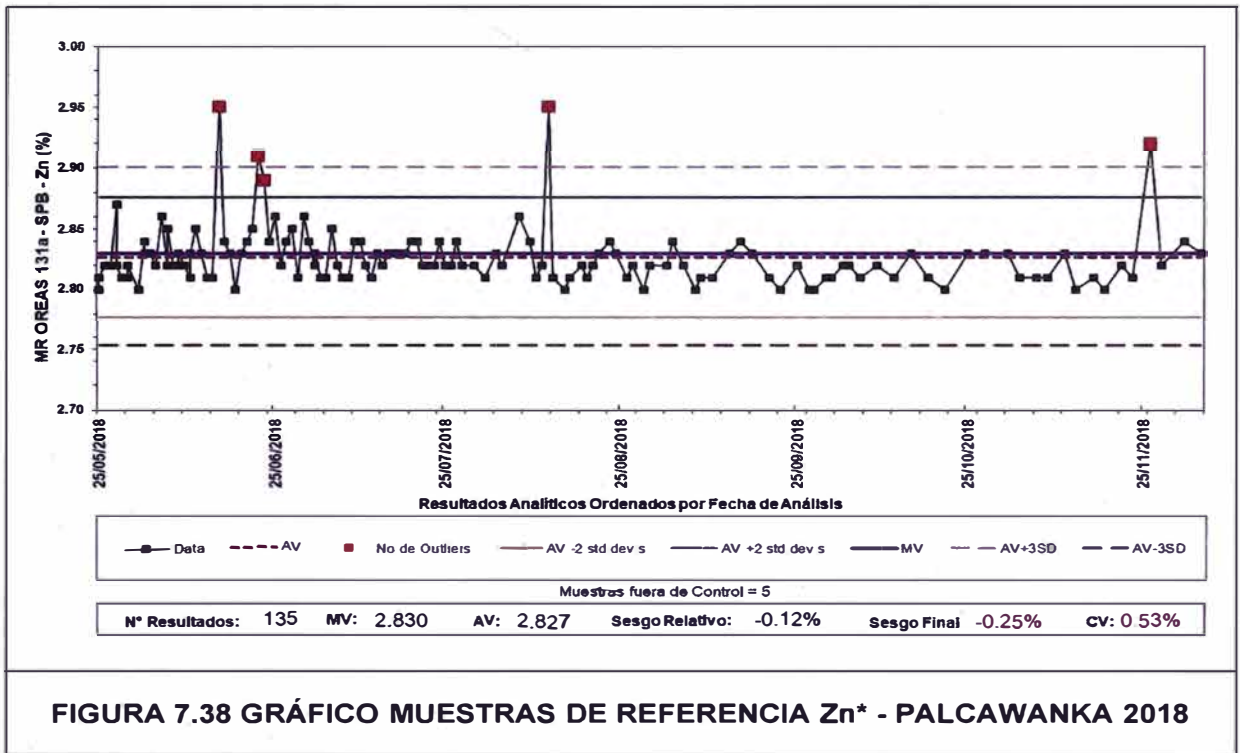


FIGURA 7.38 GRÁFICO MUESTRAS DE REFERENCIA Zn* - PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio. *MR OREAS 131a – SPB Zn (%)

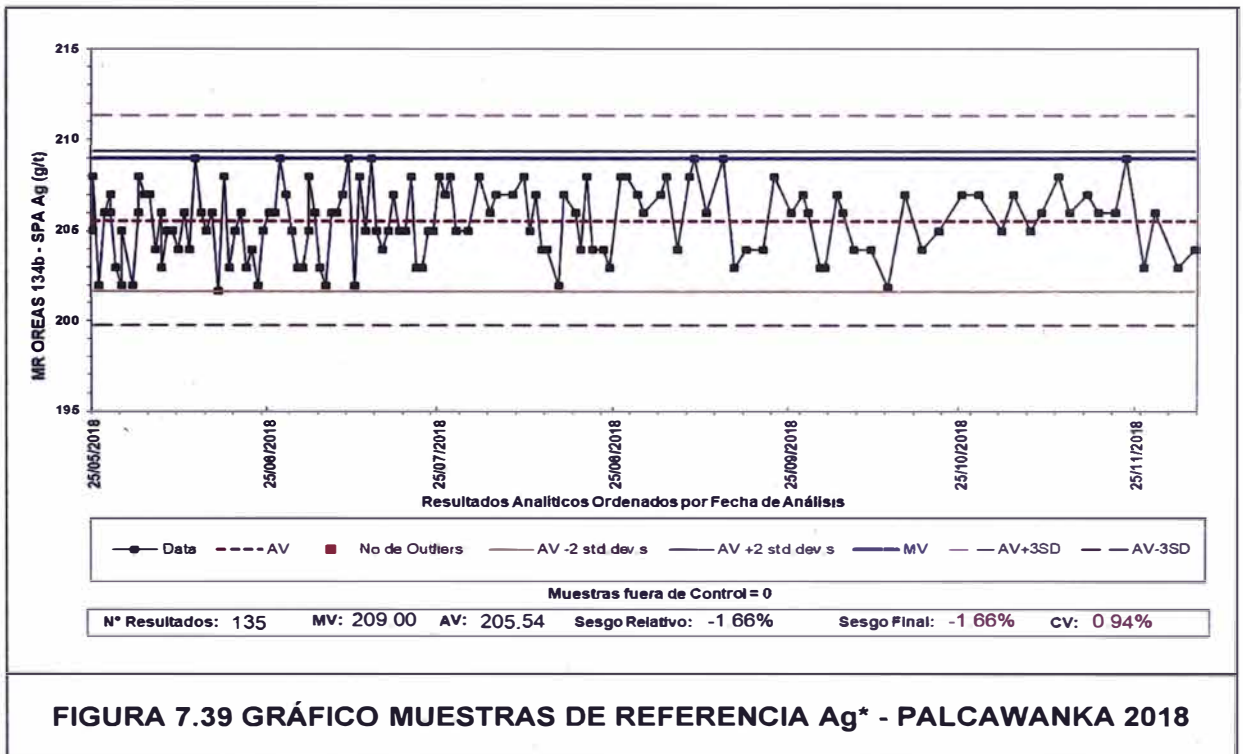
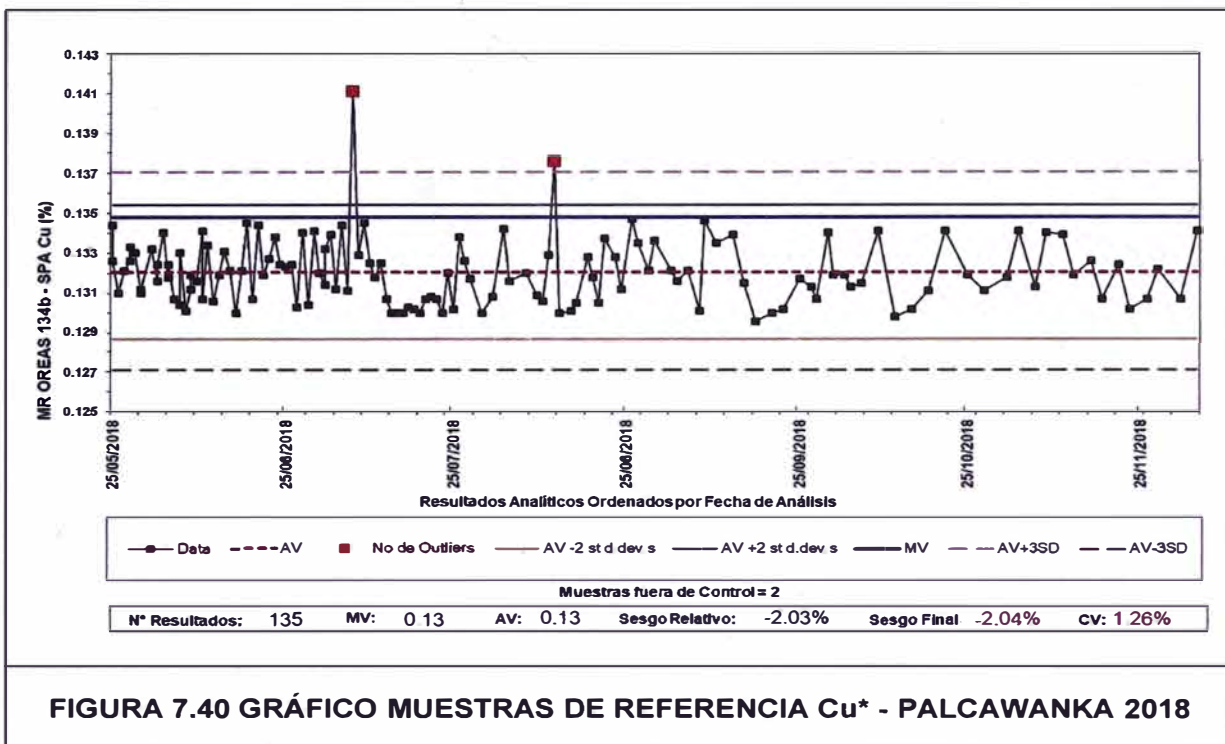
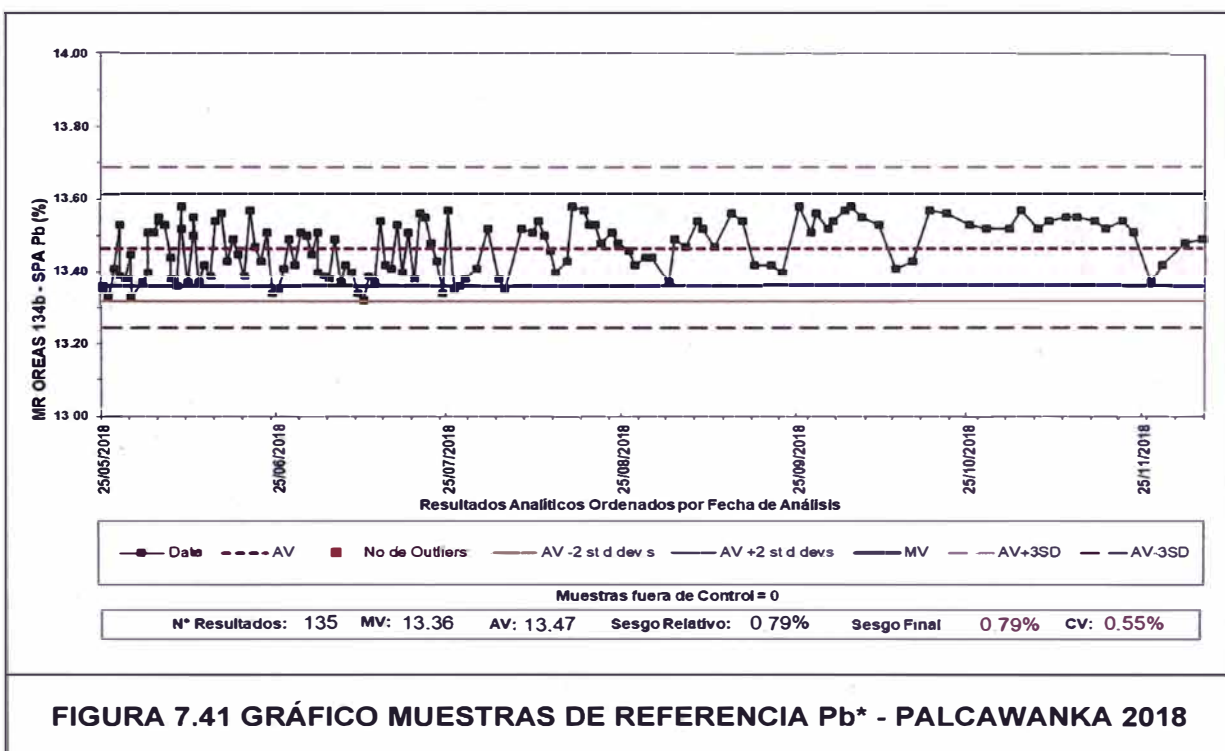


FIGURA 7.39 GRÁFICO MUESTRAS DE REFERENCIA Ag* - PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio. *MR OREAS 134b – SPA Ag (g/t)



Fuente: Elaboración propia para el estudio. *MR OREAS 134b – SPA Cu (%)



Fuente: Elaboración propia para el estudio. *MR OREAS 134b – SPA Pb (%)

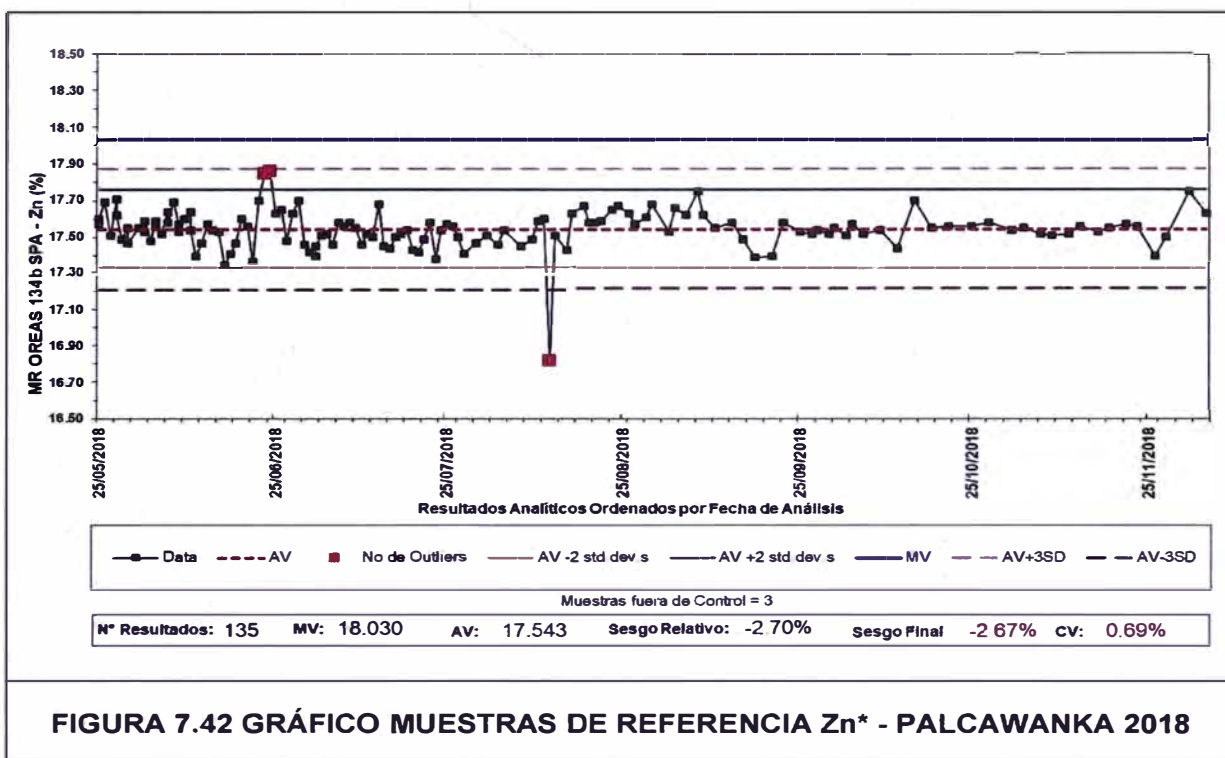


FIGURA 7.42 GRÁFICO MUESTRAS DE REFERENCIA Zn* - PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio. *MR OREAS 134b – SPA Zn (%)

7.7 GRÁFICOS PARA EVALUAR LA CONTAMINACIÓN

7.7.1 Muestras blanco grueso

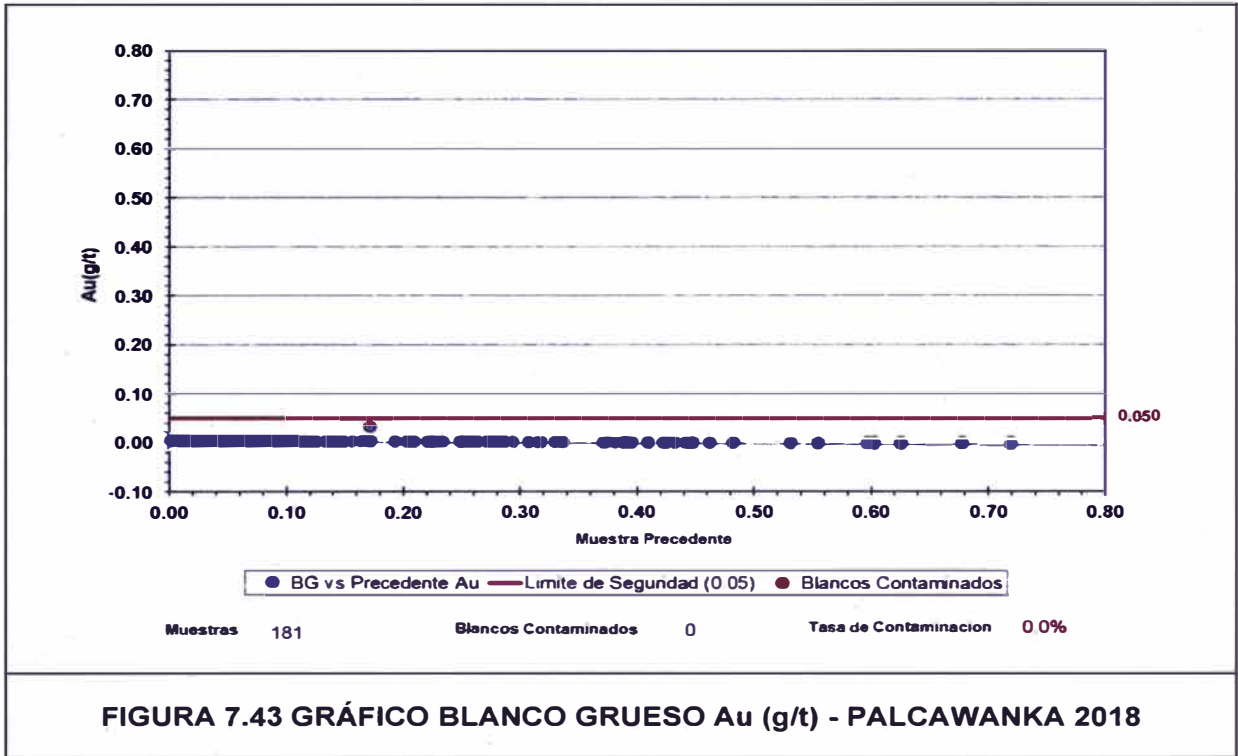


FIGURA 7.43 GRÁFICO BLANCO GRUESO Au (g/t) - PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio

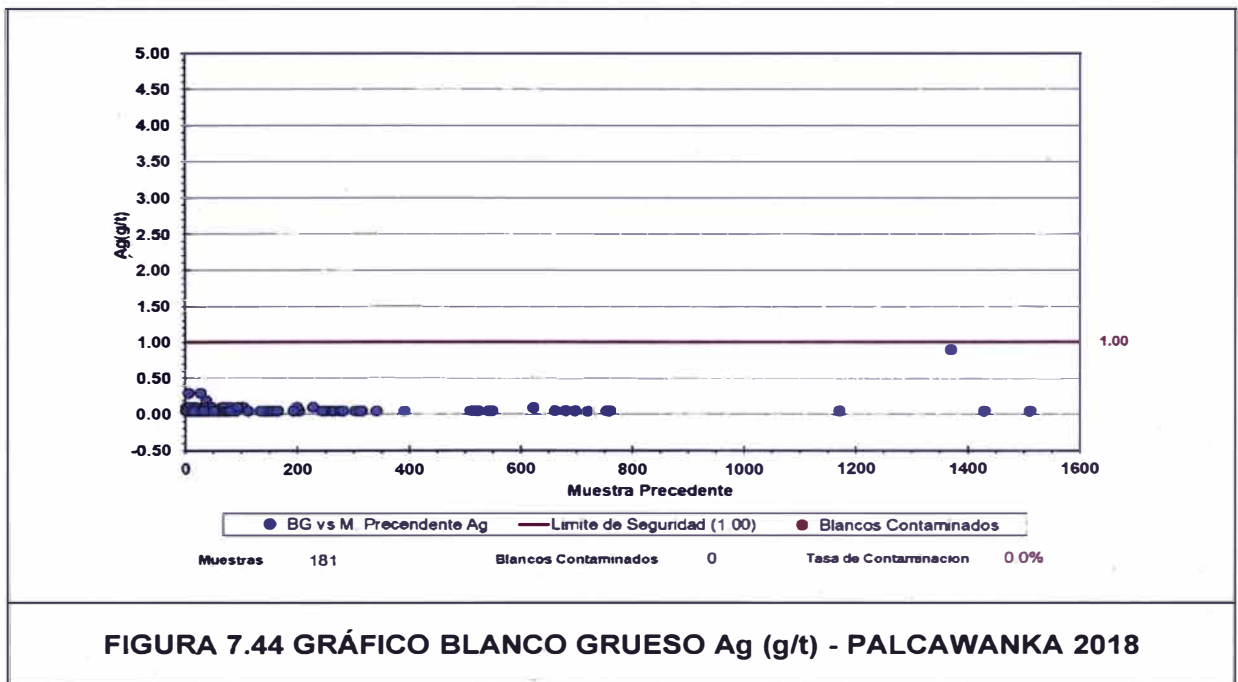
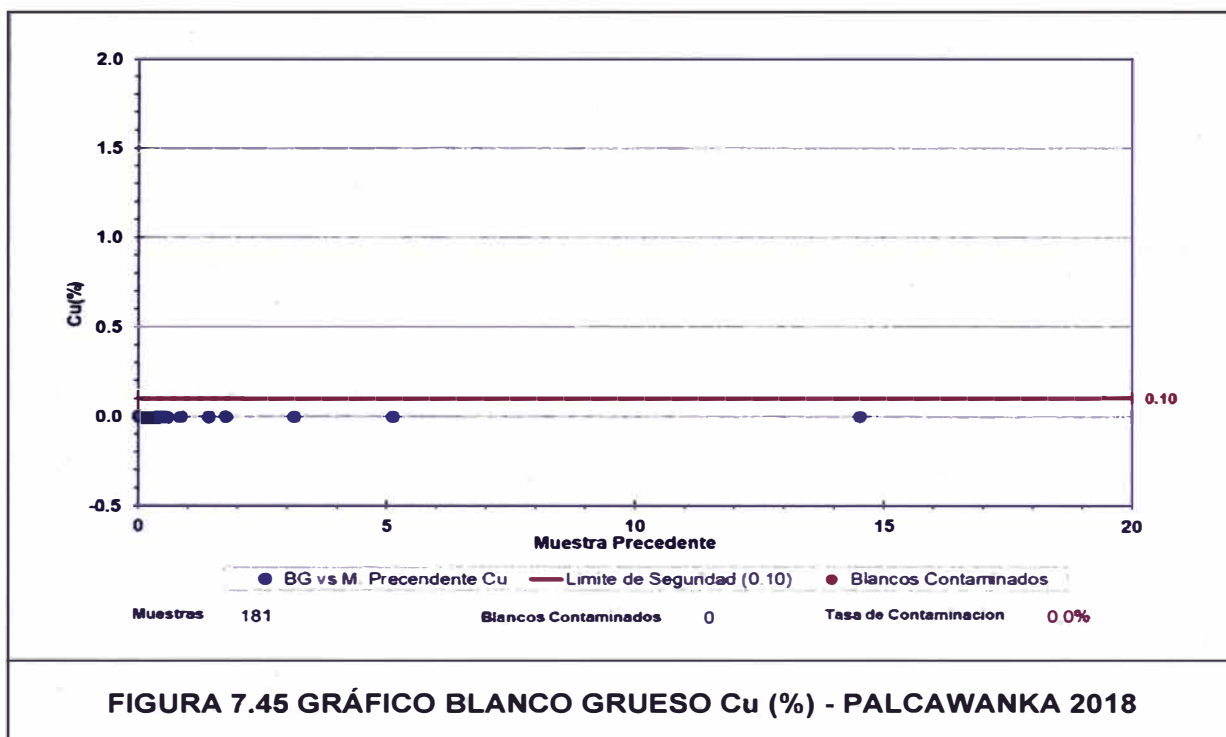
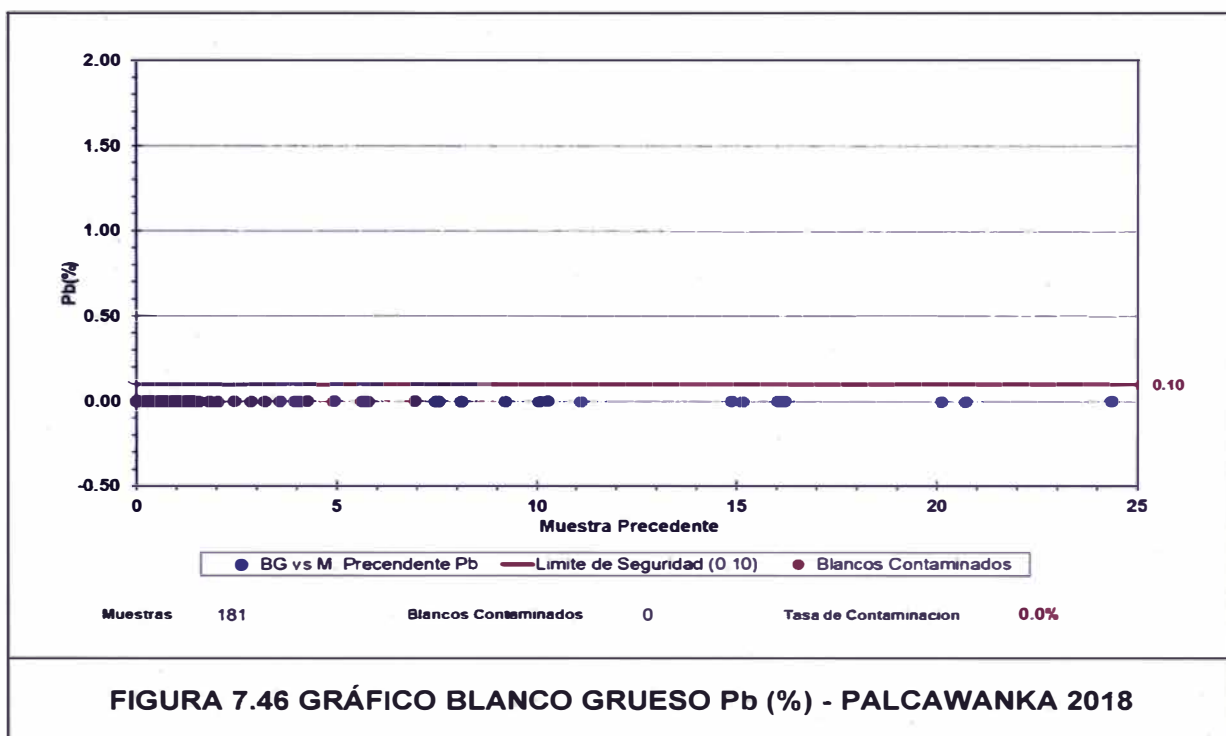


FIGURA 7.44 GRÁFICO BLANCO GRUESO Ag (g/t) - PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio



Fuente: Elaboración propia para el estudio



Fuente: Elaboración propia para el estudio

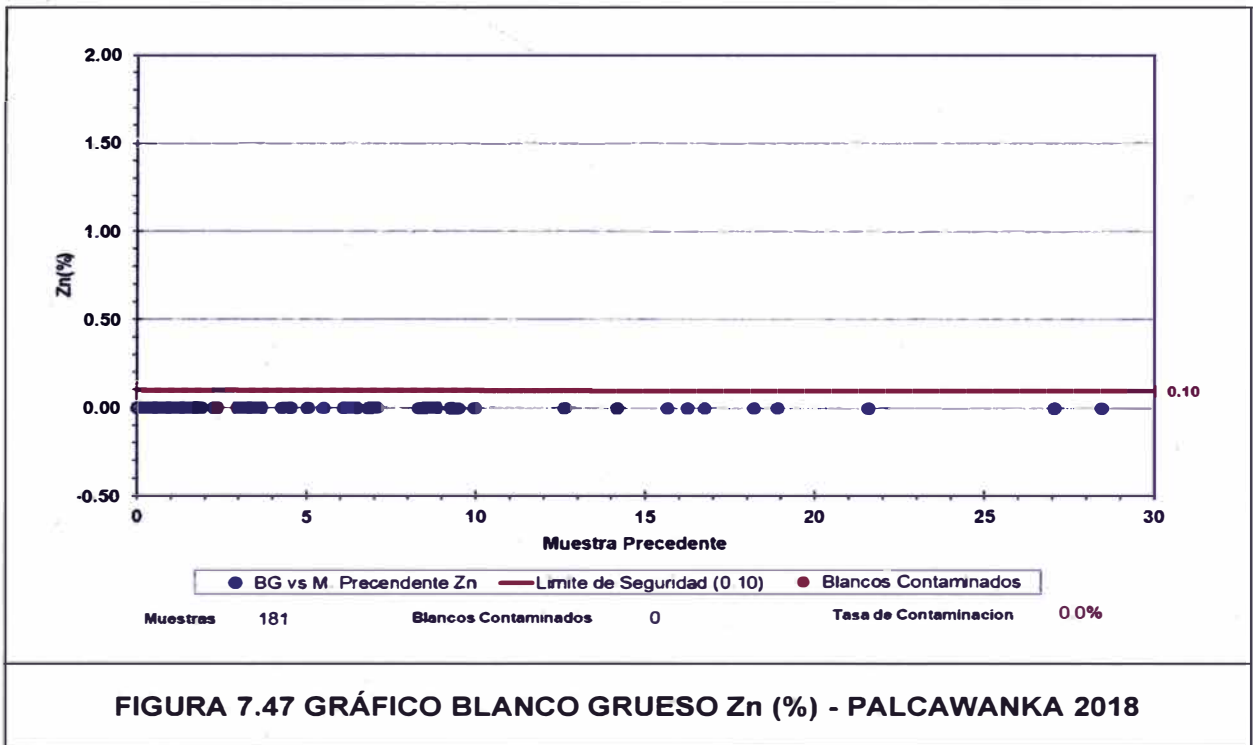


FIGURA 7.47 GRÁFICO BLANCO GRUESO Zn (%) - PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio

7.7.2 Muestras blanco fino

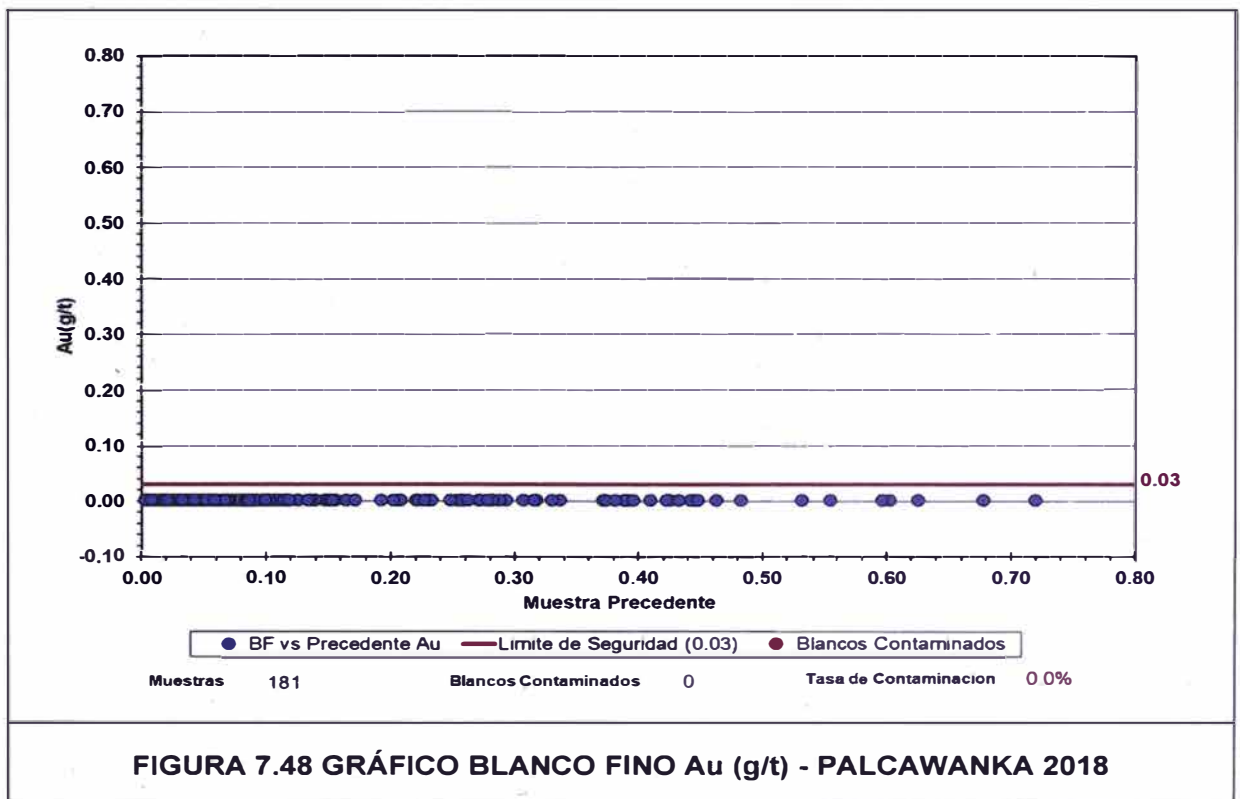


FIGURA 7.48 GRÁFICO BLANCO FINO Au (g/t) - PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio

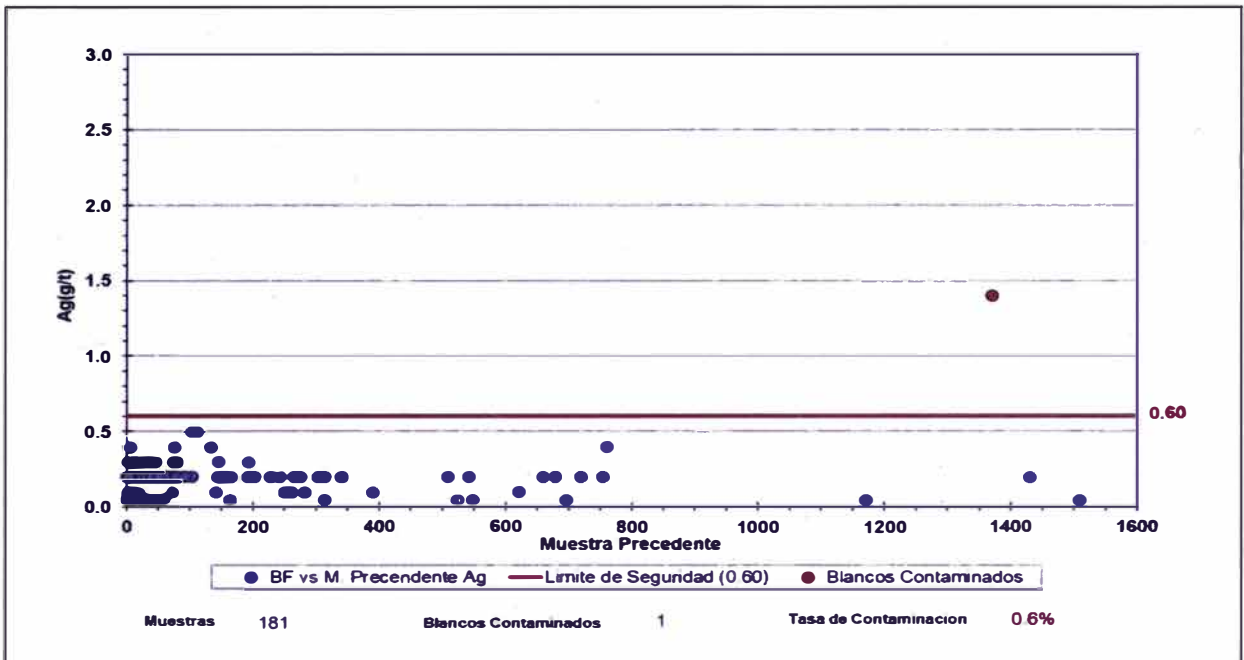


FIGURA 7.49 GRÁFICO BLANCO FINO Ag (g/t) - PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio

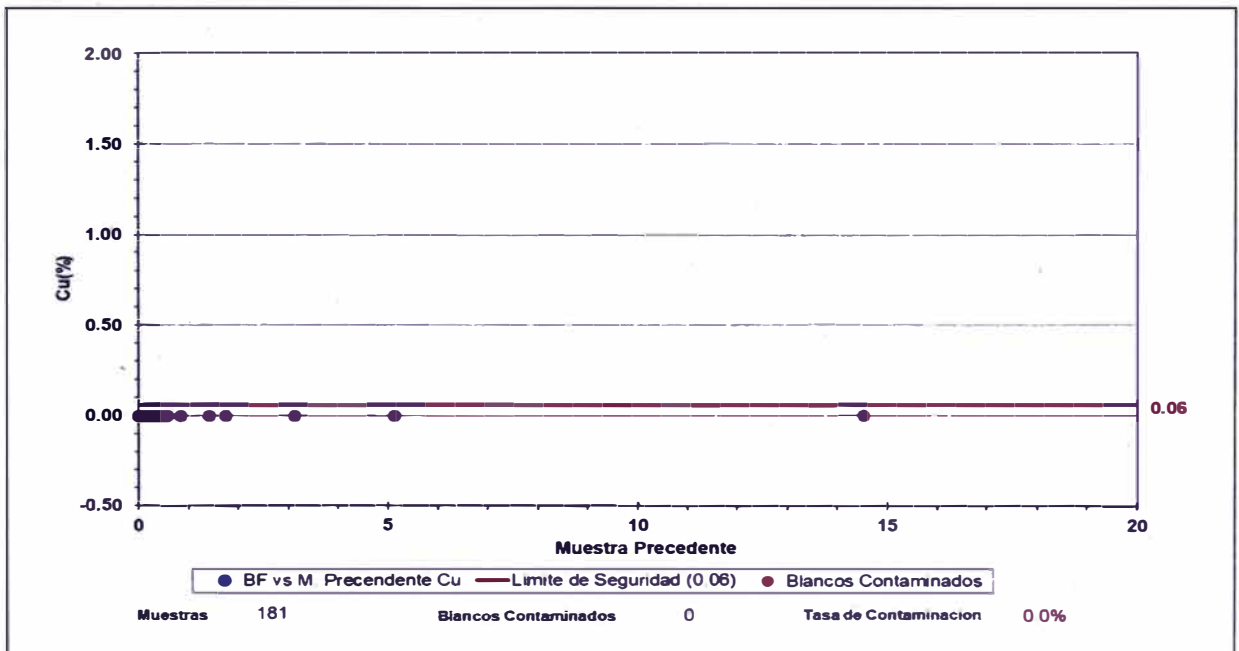
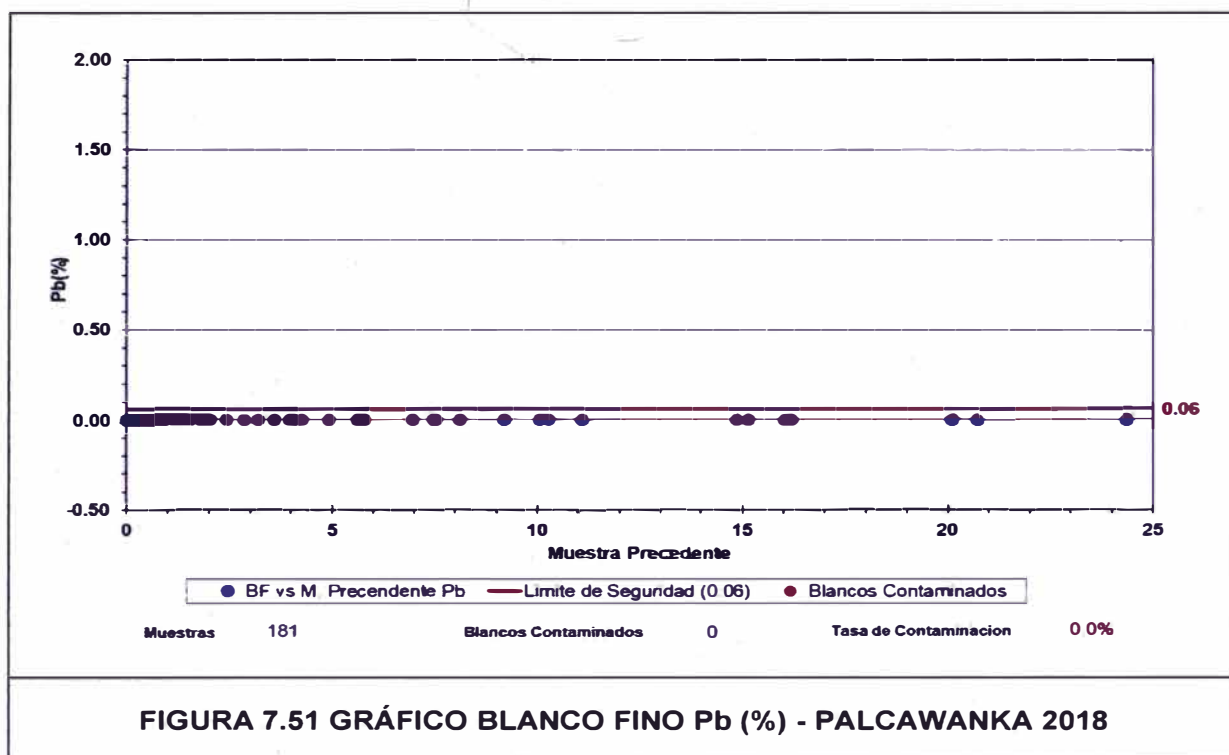
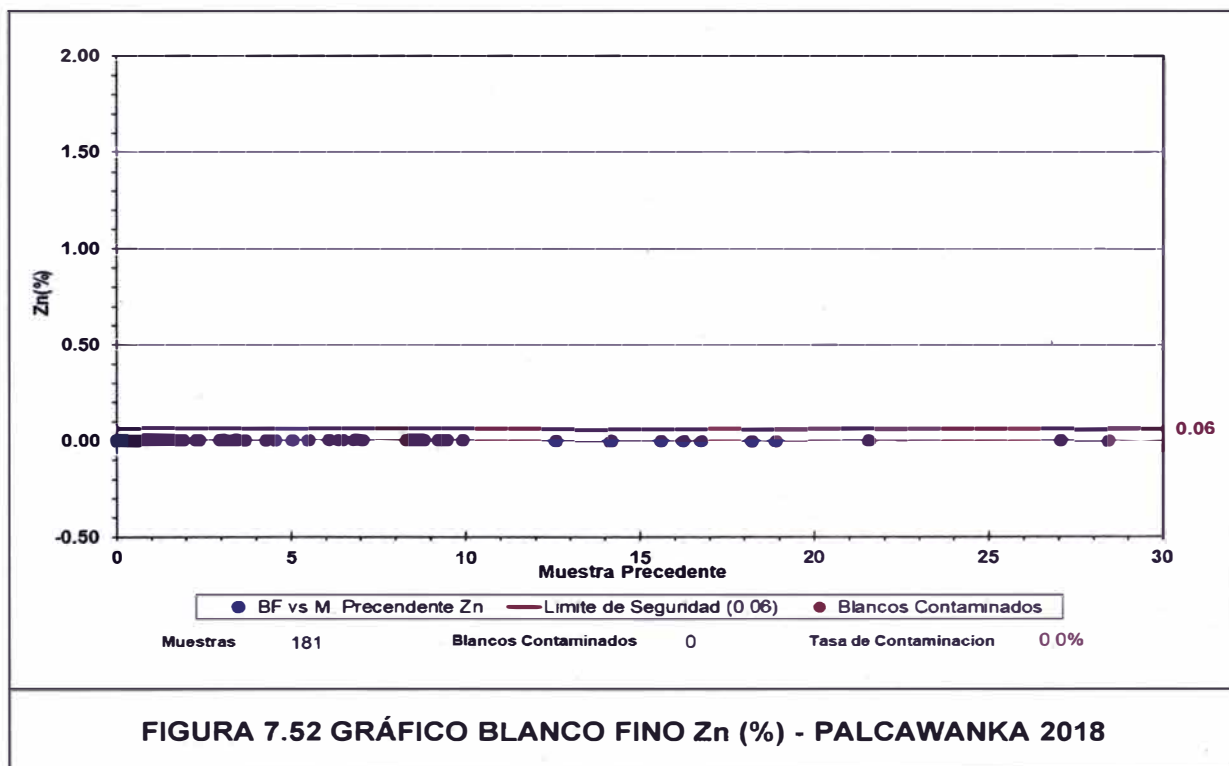


FIGURA 7.50 GRÁFICO BLANCO FINO Cu (%) - PALCAWANKA 2018

Fuente: Elaboración propia para el estudio



Fuente: Elaboración propia para el estudio



Fuente: Elaboración propia para el estudio

Con los resultados que se muestran en la presente tesis, sobre el *CONTROL DE CALIDAD EN MUESTREO DE SONDAJES DIAMANTINOS DE LA CAMPAÑA 2018 DEL PROYECTO PALCAWANKA – HUANCVELICA*, se tiene la certeza que los procesos y resultados se encuentran dentro los márgenes de confiabilidad, brindando así el soporte y respaldo a las actividades realizadas en campañas de perforación anteriores (2011 y 2015); en las cuales la aplicación de los procesos de gestión de QA/QC no cumplían con la rigurosidad exigida.

Estos resultados respaldan los procesos y métodos que se implementarán para los cálculos en la estimación de recursos, toda vez que los mismos están controlados bajo estándares y procedimientos que la industria necesita y requiere.

CONCLUSIONES

- Se demostró que el proceso de muestreo de los sondajes diamantinos para la estimación de recursos minerales del Proyecto Palcawanka – Huancavelica; cumple con los estándares exigidos por la industria, garantizando su confiabilidad y permitiendo ejercer la auditoria de los procesos desarrollados
- El manual de procedimiento de QA/QC, está implementado en cada una de las etapas del proceso de muestreo en la actividad minera.
- El error relativo, respecto a la precisión, exactitud y contaminación, está por debajo de los límites permisibles.
- Con la aplicación del QA/QC durante todo el proceso geológico, se garantizó una correcta estimación de recursos durante la campaña 2018 – Palcawanka.
- La campaña de perforación 2018 ejecutó 9 230.85 m, un 167.83% respecto al programa inicial de 5,500 m. Se tomaron 8,931 muestras, con 7,487 muestras primarias que equivalen a 83.83% y 1 444 muestras de control equivalentes a 16.18%
- El muestreo primario presenta el mayor porcentaje de errores.

RECOMENDACIONES

- Mantener con control externo el proceso de muestreo en laboratorios certificados como parte de la aplicación del QA/QC; aunque se recomienda disminuir la cantidad de muestras; ya que, en general, no son del todo comparables dos laboratorios.
- Las muestras de control externo deben ser un lote (batch) independiente teniendo también su propio porcentaje de inserción.
- Continuar con los porcentajes de inserción de muestras de control para las siguientes campañas.
- Incluir en la estructura de costos de los Proyectos de Perforación el sistema QA/QC.
- Capacitación permanente del personal involucrado del área de muestreo y aplicación de los protocolos QA/QC.
- Programar visitas de auditoria al laboratorio primario para evaluar in situ el procedimiento de preparación y análisis.
- Mantener un cronograma de certificación de la calibración de los equipos del laboratorio.
- Se recomienda incluir una muestra blanca al inicio de cada "batch".
- Se recomienda usar gráficos log-log para la comparación de duplicados, tal como lo recomienda François-Bongarçon (2013).
- Se recomienda determinar la Distancia Óptima de Muestreo (DOM) con métodos geoestadísticos, ya que de esa manera se cumple con el requisito de realizar muestreos sistemáticos, evitando la elección de distintos tramos, en función de si tiene o no tiene mineralización.

- Dentro de la cadena de custodia, involucrar también al supervisor de la perforación, al geólogo de pozo (que realiza el “quick log”) y al conductor que lleva los testigos a la sala de corte y son recepcionadas por el técnico cortador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta J. & Rodriguez I. & Flores A. & Villarreal E. & Huanacuni D. (2011). Memoria sobre la geología económica de la región Huancavelica. Perú. Boletín, 48 p.
- AMEC Foster Wheeler (2011; 2015) Auditoria realizada CMH S.A. 128 p.
- Alfaro, M. (2002). Introducción al muestreo minero. Chile. 82 p.
- Armando, S. (2016). Taller de Aseguramiento y control de la calidad en la exploración Geológica. Santiago, Chile; 30 p.
- Bolsa de valores de Lima. Código de estándares de reporte para informar sobre recursos minerales y reservas de mena.
- François-Bongarçon, D. and Gy, P. (1999). El error más común en la aplicación de la fórmula de Gy en la teoría del muestreo de minerales y un histórico del factor de liberación. Revista. 9 p.
- Canchaya, S. (2013). QA-QC Realidad o Fantasía?: Diez años después. ProExplo 2021. Lima, Perú; 4 p.
- Canchaya S. (2019) Taller de Muestreo y QA/QC. Curso de campo. Resort Kankay Julio 2019.p.
- Canchaya S. Curso Aseguramiento y Control de la Calidad QA&QC
- Ccama, M. (2017). Aplicación del QAQC en el proceso geológico, para validar la estimación de recursos y reservas, de la unidad operativa CHUNGAR. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 157 p.
- Cía Volcan, (2015). Procedimiento de corte y muestreo. Reporte privado. 7 p.
- Consorcio Minero Palcawanka S.A.C. (2015), Informe final campaña de exploración. 111 p.

- Consortio Minero Palcawanka S.A.C. (2018), Informe final campaña de exploración. 124 p.
- Delgado R. (2020) QA/QC – Aseguramiento y control de calidad aplicado a exploraciones mineras. Capacitación virtual.
- François-Bongarçon, D. (2013) A new philosophy of application of QA/QC data processing. 6th World Conference on Sampling and Blending. Lima
- GEADES (2017). CAPITULO I. 1ra modificatoria DIA CMPSAC. 37 p.
- Guerrero, M. (2015). Aplicación del Programa de Aseguramiento y Control de la Calidad (QA/QC) en el muestreo Geológico de la Mina Subterránea Rauda S.A.297 p.
- JORC (2001). Código de Australasia para informar sobre Recursos Minerales y Reservas de Mena. Australia. 25 p.
- Morche W. & Washington, L. C. (1996). Geología del cuadrángulo de Huancavelica, Hoja 26-n. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. 172 p.
- Navarro J. (2017). Informe Geológico sobre el estudio de la Sedimentología y Estratigrafía Secuencial del Grupo Pucara en la localidad de Palca, Huancavelica - Proyecto Palcawanka. Perú. Boletín, 26 p.
- Paytan M. Memoria descriptiva del mapa geológico de Huancavelica. Boletín. 65 p.
- Tarí, J. J. (2000). Aspectos que garantizan el éxito de un sistema de Calidad. Forum Calidad 127/01. 5 p.
- UEA Orcopampa – Cía Minas Buenaventura. 2014. Manual de muestreo y exploración. 115 p.