

Process Costing Model to Improve Cost Control in the Processing Plant of a Gold Mining Company in Perú

Rodolfo Falconí Vásquez ¹; Roger Angulo Vera¹

¹Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, rfalconi@uni.edu.pe, rangulov@uni.pe

Abstract— *The mining company lacks a detailed cost control system, which hinders efficient cost management. It presents a process costing model to improve cost control. The research is applied rather than experimental, using both qualitative (observational) and quantitative (historical data) methods. The literature review focused on cost accounting systems including process costing, standard costing, and activity based costing (ABC). It includes an analysis of the company's strategic situation using SWOT analysis and identifies the main problems and solutions. The steps for designing a process costing system are described, including summarizing physical units, calculating equivalent units, summarizing total costs, calculating costs per equivalent unit, and allocating costs to finished goods and work in process. It also includes an economic evaluation of the proposed costing system, including implementation costs and potential benefits. It concludes with recommendations for the company to improve its cost control system.*

Keywords— *Process costing, gold mining, processing plant, costing system*

Modelo de Costeo por Procesos para Mejorar el Control de Costos en la Planta de Beneficio de una Empresa Minera Aurífera en Perú.

Rodolfo Falconí Vásquez¹; Roger Angulo Vera¹

¹Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, rfalconi@uni.edu.pe, rangulov@uni.pe

Resumen— La empresa minera carece de un sistema detallado de control de costos, lo que dificulta la gestión eficiente de los mismos. Presenta un modelo de costeo por procesos para mejorar el control de costos. La investigación es aplicada y no experimental, utilizando tanto métodos cualitativos (observación) como cuantitativos (datos históricos). La revisión de la literatura fue sobre sistemas de contabilidad de costos, incluyendo el costeo por procesos, el costeo estándar y el costeo basado en actividades (ABC). Se incluye un análisis de la situación estratégica de la empresa mediante el análisis FODA e identifica los principales problemas y soluciones. Se describen los pasos para diseñar un sistema de costeo por procesos incluyendo el resumen de unidades físicas, el cálculo de unidades equivalentes, el resumen de costos totales, el cálculo de costos por unidad equivalente y la asignación de costos a productos terminados y en proceso. También se incluye una evaluación económica del sistema de costos propuesto, incluyendo los costos de implementación y los beneficios potenciales. Concluye con recomendaciones para que la empresa mejore su sistema de control de costos.

Palabras clave: Costeo de procesos, minería de oro, planta de procesamiento, sistema de costos.

I. INTRODUCCIÓN

El sector minero aurífero enfrenta desafíos constantes en la gestión eficiente de sus recursos, especialmente en las plantas de beneficio donde el control de costos impacta directamente en la rentabilidad. En este contexto, se identificó la necesidad de implementar un sistema de costeo por procesos que refleje con precisión la distribución de costos operativos. Este artículo resume el desarrollo y prueba de un modelo que corresponde a las características del proceso productivo de una empresa minera peruana.

II. PROBLEMÁTICA

Problema principal:

La empresa minera, si bien opera en un sector que exige una gestión eficiente de costos debido a la fluctuación de los precios de los metales y al aumento de los costos operativos, carece de un sistema de control sólido y detallado en su planta de beneficio. Esta deficiencia dificulta la capacidad de la empresa para optimizar la asignación de recursos, identificar ineficiencias y tomar decisiones estratégicas y operativas informadas como indica la referencia [1].

Deficiencias específicas:

- Falta de granularidad en los datos de costos: El sistema

de contabilidad de costos actual carece de suficiente detalle sobre los recursos consumidos en cada proceso de la planta de beneficio. Esto dificulta la identificación de áreas de alto costo o ineficiencia.

- Asignación inadecuada de costos: el sistema actual tiene dificultades para asignar con precisión los costos desde las etapas iniciales del procesamiento del mineral hasta la producción de barras doré. Esto se complica aún más por el uso de recursos propios y servicios contratados.
- Dependencia de centros de costos: El sistema ERP de la empresa (SAP) acumula los costos utilizando centro de costos, que pueden brindar insuficiente detalle específico del proceso necesario para la gestión de costos efectiva.
- Impacto en la toma de decisiones: La falta de información precisa y detallada sobre los costos dificulta que la gerencia tome decisiones estratégicas relacionadas con los precios, la planificación de la producción y la asignación de recursos.

Consecuencias:

- Utilización subóptima de recursos.
- Incapacidad para identificar y abordar las ineficiencias.
- Rentabilidad reducida debido a falta de control de costos
- Dificultad para competir eficazmente en el mercado.

TABLA I
VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE COSTEO

Sistema de costeo	Ventajas	Desventajas
Costeo absorbente o tradicional	Refleja todos los costos referidos al producto. Útil para evaluar rentabilidad a largo plazo	Dificultad para discernir entre costo fijo y variable. Menos eficiente para toma de decisiones a corto plazo. Se desaprueba para productos únicos.
Costeo por procesos	Adecuado para industrias con producción continua. Fácil para sistemas de producción estandarizados.	Se desaprueba para productos únicos. Se desestima para empresas sin estar estandarizadas.
Costeo por órdenes de trabajo	Adecuado para productos a medida o proyectos únicos e irrepetibles. Permite conocer el costo específico de cada periodo. Facilita la identificación de rentabilidad unitaria por producto o servicio.	Requiere un sistema detallado de registros de costos. Dificultad para empresas con alta variedad de productos. Inadecuado para empresas de alta estandarización.
Costeo basado en actividades (ABC)	Asigna costos con mayor eficacia por actividades. Permite identificar actividades productivas y optimiza recursos. Recomendada para empresas con inversiones en manejo de datos.	Requiere inversión significativa. Dificultad al implementar en grandes organizaciones. Se desaprueba para pequeñas empresas por el costo operativo.

En la tabla 1 se muestra la comparación de varios métodos de costeo (tradicional, por procesos, por órdenes de trabajo y ABC) los cuales serán evaluados para luego elegir uno y aplicarlo en la planta de beneficio de la empresa minera aurífera. Esta tabla fue elaborada a partir de las referencias [2] [3] y [4].

III. HIPÓTESIS

Hipótesis general:

El diseño e implementación de un sistema de costeo por procesos.

Hipótesis específicas:

- Hipótesis de eficiencia: El sistema de costeo por procesos permitirá a la empresa identificar y cuantificar los costos específicos que afectan negativamente la eficiencia de cada proceso individual dentro de la planta de beneficio. Esto permitirá implementar intervenciones específicas para mejorar la eficiencia y reducir costos.
- Hipótesis de valoración: El sistema de costeo por procesos proporcionará una herramienta para la valuación de productos en proceso y terminados.
- Hipótesis de desglose de costos: El sistema de costeo facilitará un desglose detallado de los costos.

IV. METODOLOGÍA

Tipo de investigación:

- Aplicada: La investigación tiene como objetivo mejorar el control de costos en la planta de beneficio de una empresa minera.
- No experimental: La investigación carece de la manipulación de variables y de la realización de experimentos controlados. En cambio, se centra en el análisis de datos existentes y la observación de procesos actuales.

Nivel de investigación:

- Explicativo: La investigación busca explicar la relación entre la implementación de un sistema de costeo por procesos y un mejor control de costos.
- Descriptivo: La investigación tiene como objetivo describir las prácticas actuales de contabilidad de costos de la empresa minera y las características del sistema de costeo propuesto.
- Histórico: La investigación puede implicar el análisis de datos de costos históricos para identificar tendencias y patrones.
- Correlacional: La investigación examinará la correlación entre la implementación del sistema de costeo por procesos y los indicadores clave de desempeño (KPI) relacionados con el control de costos.

Métodos:

- Cualitativo:

- Observación no estructurada: El investigador visitará la planta de beneficio y observará los diversos procesos involucrados en el procesamiento de minerales, desde el apilamiento hasta la fundición. Esto permitirá comprender de primera mano las operaciones y los factores que impulsan los costos.

- Cuantitativo:

- Análisis de datos históricos: El investigador revisará la data correspondiente a los costos de diversos periodos correspondientes a los diferentes elementos de costos: energía, mano de obra, suministros y terceros. Así como a los diversos procesos de la planta de beneficio

Población y muestra:

- Población: Todos los trabajadores de la planta de beneficio de la empresa minera.
- Muestra: Se tomará una muestra representativa de los trabajadores.

Medición y recopilación de datos:

- Fuente de datos:

- Datos de costos históricos de SAP.
- Mapas de procesos y diagramas de flujo.
- Registros de producción.
- Opiniones de expertos del personal de la planta.
- Facturación de las empresas contratistas.
- Entrevistas con actores clave.

- Indicadores:

- Unidades de producción equivalentes en cada proceso.
- Unidades en proceso.
- Unidades transferidas por periodo.
- Porcentaje de residuos.
- Costo unitario por proceso.

V. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Propósito:

Proporcionar una base sólida para la investigación mediante la revisión de la literatura existente y la definición de conceptos clave relacionados con la contabilidad de costos y los procesos mineros.

Áreas clave cubiertas:

- Sistemas de contabilidad de costos:

- Definición y propósito de los sistemas de contabilidad de costos.

- Importancia de la información de costos precisa y relevante para la toma de decisiones.
- Métodos de cálculo de costos:
 - Costeo por órdenes de trabajo: Se utiliza para órdenes de trabajo específicas y a gran escala.
 - Costeo por procesos: Se utiliza para procesos de producción continuos y repetitivos:
 - Costeo basado en actividades (ABC): Se utiliza para asignar costos en función de las actividades.
- Elementos de costos:
 - Materiales directos.
 - Mano de obra directa.
 - Costos indirectos de fabricación.
- Métodos de valoración de inventarios:
 - Método de promedio ponderado.
 - Método FIFO (primero en entrar, primero en salir)
- Procesos de minería:

Descripciones detalladas de los procesos mineros clave, que incluyen:

- Lixiviación.
- Proceso de Merrill Crowe, que se muestra en la Fig. 1 el cual se trata de un proceso hidrometalúrgico que sirve para recuperar oro y plata haciendo uso de soluciones de cianuro, para de esta forma eliminar el oxígeno disuelto antes de añadir el zinc y permitir la precipitación de los metales preciosos presentado en la referencia [6] 5.
- Proceso ADR (Adsorción, Desorción y Reactivación)
- Fundición.

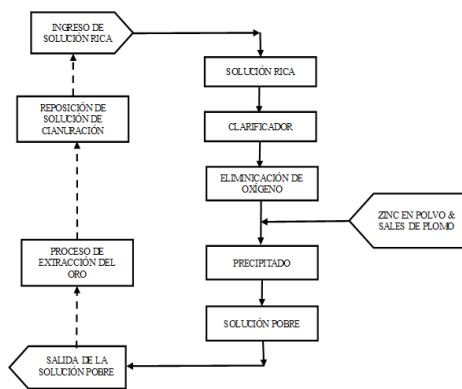


Fig. 1 Diagrama de flujo de Merrill Crowe

VI. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN

Propósito:

Evaluar el estado actual de la empresa minera e identificar áreas de mejora.

Diagnóstico funcional:

- Organización: Descripción de la estructura organizacional de la empresa incluyendo los roles principales, la Fig. 2 ofrece una representación visual de la estructura organizativa de la empresa.
- Clientes: Identificación de los clientes de la empresa (Compradores de las barras doré en Europa y Asia).
- Proveedores: Listado de los proveedores clave de la empresa para diversos insumos, incluyendo explosivos, reactivos y combustible.
- Procesos: Descripciones detalladas de los procesos clave en la planta de beneficio incluyendo:
 - Apilamiento de mineral en PAD.
 - Lixiviación.
 - ADR.
 - Merrill Crowe.
 - Fundición.

Diagnóstico estratégico:

- Visión, Misión y Valores: Declaración de la dirección estratégica y los principios rectores de la empresa.
- Análisis FODA: Un análisis completo de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de la empresa, la cual se muestra en la tabla 6.

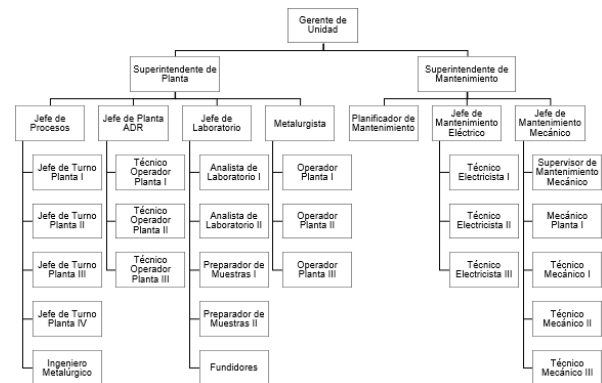


Fig. 2 Organigrama del Área de Planta de la empresa Minera

TABLA II
MATRIZ DE CONFRONTACIÓN DE FACTORES INTERNOS

ITEM	FORTALEZAS	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	VALOR	PESO EFI
F1	Capital para el desarrollo de sus operaciones	0	1	1	1	1	1	1	6	10%
F2	Responsabilidad social con las comunidades	0	1	1	1	1	1	1	5	9%
F3	Infraestructura de la planta en buen estado	0	0	1	1	1	1	1	4	7%
F4	Sistema de gestión ISO 9001, 14001, 45001	0	0	0	1	1	1	1	3	5%
F5	Cumplimiento de parámetros comerciales	0	0	1	1	1	0	1	3	5%
F6	Proveedores nacionales y extranjeros	0	0	1	1	1	1	1	4	7%
F7	SAP para el control de operaciones	0	0	1	1	1	1	1	4	7%
ITEM	DEBILIDADES	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	VALOR	PESO EFI
D1	Conflictos por parte de las comunidades	1	1	1	1	1	1	1	6	10%
D2	Falta de capacitación para el control de recursos	0	1	1	1	1	1	1	4	7%
D3	Falta de un sistema de control de costos	0	1	1	1	1	1	1	5	9%
D4	Formación de sindicatos	0	0	0	1	1	1	1	3	5%
D5	Falta de capacitación en control de costos	0	1	1	1	1	1	1	5	9%
D6	Procesos repetitivos	0	0	0	1	1	1	1	3	5%
D7	Falta de restricción para el control en SAP	0	0	0	1	1	1	1	3	5%
TOTAL									58	

En la tabla 2 se muestra la matriz de confrontación de factores internos en la cual se analiza las fortalezas y debilidades de la empresa.

TABLA III
MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES INTERNOS – MEFI

ITEM	FACTORES INTERNOS CLAVES	PESO EFI	CALIFICACIÓN	VALOR PONDERADO
FORTALEZAS				
F1	Capital para el desarrollo de sus operaciones	10%	4	0.41
F2	Responsabilidad social con las comunidades	9%	4	0.34
F3	Infraestructura de la planta en buen estado	7%	4	0.28
F4	Sistema de gestión ISO 9001, 14001, 45001	5%	4	0.21
F5	Cumplimiento de parámetros comerciales	5%	3	0.16
F6	Proveedores nacionales y extranjeros	7%	3	0.21
F7	SAP para el control de operaciones	7%	4	0.28
SUBTOTAL		50%		1.88
ITEM	FACTORES INTERNOS CLAVES	PESO EFI	CALIFICACIÓN	VALOR PONDERADO
DEBILIDADES				
D1	Conflictos por parte de las comunidades	10%	1	0.10
D2	Falta de capacitación para el control de recursos	7%	2	0.14
D3	Falta de un sistema de control de costos	9%	2	0.17
D4	Formación de sindicatos	5%	2	0.10
D5	Falta de capacitación en control de costos	9%	2	0.17
D6	Procesos repetitivos	5%	1	0.05
D7	Falta de restricción para el control en SAP	5%	2	0.10
SUBTOTAL		50%		0.84
TOTAL		100%		2.72

En la tabla 3 se muestra la matriz de confrontación de evaluación de factores interno – MEFI utilizada para evaluar las fortalezas y debilidades de la empresa considerando el peso obtenido en la matriz de confrontación de factores internos proporcionando una calificación para obtener un valor ponderado con el cual se obtiene el valor de 2.72. Este valor indica que la empresa minera está por encima del valor promedio 2.5, pero debe mejorar en factores internos.

TABLA IV
MATRIZ DE CONFRONTACIÓN DE FACTORES EXTERNOS

ITEM	OPORTUNIDADES	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	VALOR	PE SO EFE
O1	Precios del oro en tendencia alcista	0	1	1	1	1	1	1	6	10%
O2	Nuevas tecnologías para la automatización	0	0	1	1	1	1	1	4	7%
O3	Formación de alianzas estratégicas	0	1	1	1	1	1	1	5	9%
O4	Benchmarking de proyectos aplicados por otras empresas	0	0	0	1	1	1	1	3	5%
O5	El Perú tiene potencial minero para la inversión	0	0	1	1	0	1	1	3	5%
O6	El Perú es uno de los mayores productores de cobre	0	1	0	1	1	1	1	4	7%
O7	La minería genera más puestos de trabajo	0	0	1	1	1	1	1	4	7%
ITEM	AMENAZAS	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	VALOR	PE SO EFE
A1	Productos sustitutos para el oro	0	0	0	1	1	0	2	3	3%
A2	El precio del oro puede disminuir	1	1	1	1	1	1	1	6	10%
A3	Conflictos sociales por parte de las comunidades	1	1	1	1	1	1	1	6	10%
A4	Fuga de talentos hacia otras empresas mineras	1	0	0	0	1	1	3	5	5%
A5	Políticas deficientes por parte de los entes reguladores	1	1	1	1	1	1	1	6	10%
A6	Minas ubicadas en zonas rurales	0	0	0	1	1	1	1	3	5%
A7	Aversión a la minería	0	0	0	1	1	1	1	3	5%
TOTAL									58	

En la tabla 4 se muestra la matriz de confrontación de factores externos en la cual se analiza las oportunidades y amenazas de la empresa.

TABLA V
MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES EXTERNOS - MEF

ITEM	FACTORES EXTERNOS CLAVES	PESO EFE	CALIFICACIÓN	VALOR PONDERADO
OPORTUNIDADES				
O1	Precios del oro en tendencia al alza	10%	4	0.41
O2	Nuevas tecnologías para la automatización	7%	4	0.28
O3	Formación de alianzas estratégicas	9%	4	0.34
O4	Benchmarking de proyectos aplicados por otras empresas	5%	3	0.16
O5	El Perú tiene potencial minero para la inversión	5%	3	0.16
O6	El Perú es uno de los mayores productores de cobre	7%	3	0.21
O7	La minería genera más puestos de trabajo	7%	3	0.21
SUBTOTAL		50%		1.76
ITEM	FACTORES EXTERNOS CLAVES	PESO EFE	CALIFICACIÓN	VALOR PONDERADO
AMENAZAS				
A1	Productos sustitutos para el oro	3%	2	0.07
A2	El precio del oro puede disminuir	10%	2	0.21
A3	Conflictos sociales por parte de las comunidades	10%	2	0.21
A4	Fuga de talentos hacia otras empresas mineras	5%	1	0.05
A5	Políticas deficientes por parte de los entes reguladores	10%	1	0.10
A6	Minas ubicadas en zonas rurales	5%	1	0.05
A7	Aversión a la minería	5%	2	0.10
SUBTOTAL		50%		0.79
TOTAL		100%		2.55

En la tabla 5 se muestra la matriz de confrontación de evaluación de factores externos – MEFE utilizada para evaluar las oportunidades y amenazas de la empresa considerando el peso obtenido en la matriz de confrontación de factores externos proporcionando una calificación para obtener un valor ponderado con el cual se obtiene el valor de 2.55. Este valor indica que la empresa minera es fuerte a nivel externo.

TABLA VI
MATRIZ FODA

		OPORTUNIDADES	AMENAZAS
		O1	A1
ANÁLISIS EXTERNO	O2	Nuevas tecnologías para la automatización	A2
	O3	Formación de alianzas estratégicas	A3
	O4	Benchmarking de proyectos aplicados por otras empresas	A4
	O5	El Perú tiene potencial minero para la inversión	A5
	O6	El Perú es uno de los mayores productores de cobre	A6
	O7	La minería genera más puestos de trabajo	A7
	O8	La minería genera más puestos de trabajo	A8
ANÁLISIS INTERNO	F1	Capital para el desarrollo de sus operaciones	F1
	F2	Responsabilidad social con las comunidades	F2
	F3	Infraestructura de la planta en buen estado	F3
	F4	Sistema de gestión ISO 9001, 14001, 45001	F4
	F5	Cumplimiento de parámetros comerciales	F5
	F6	Proveedores nacionales y extranjeros	F6
	F7	SAP para el control de operaciones	F7
DEBILIDADES		D1	D1
ANÁLISIS INTERNO	D2	Falta de capacitación para el control de recursos	D2
	D3	Falta de un sistema de control de costos	D3
	D4	Formación de sindicatos	D4
	D5	Falta de capacitación en control de costos	D5
	D6	Procesos repetitivos	D6
	D7	Falta de restricción para el control en SAP	D7
	D8	Falta de restricción para el control en SAP	D8

La tabla 6 se utiliza para desarrollar estrategias basadas en las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de la empresa minera.

VII. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN

El principal problema es la falta de precisión en la asignación de costos y la limitada trazabilidad de los mismos respecto al presupuesto, lo que conduce a un deficiente control de costos y toma de decisiones.

Definición del problema central:

Deficiente control de costos en la planta de beneficio de una empresa minera.

Causa y efecto - Ishikawa:

Del diagrama de Ishikawa (diagrama de espina de pescado) se utiliza para identificar las causas del problema. En la Fig. 3 se muestra las causas que se generan en el proceso productivo.

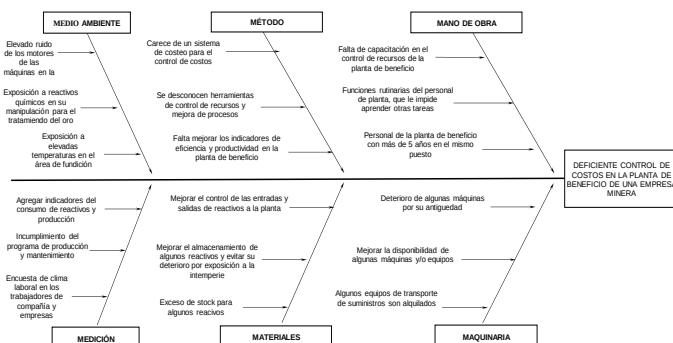


Fig. 3 Diagrama de Ishikawa

Alternativas de solución:

- Diseñar un sistema de costeo tradicional
- Diseñar un sistema de costeo por procesos (alternativa elegida)
- Diseñar un sistema de costeo por órdenes de trabajo.
- Diseñar un sistema de costeo ABC.

Evaluación de alternativas:

Las alternativas se evalúan utilizando factores cualitativos y cuantitativos.

TABLA VII

MATRIZ DE EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LAS ALTERNATIVAS

ITEM	ASPECTOS	1. Sistema de costeo tradicional	2. Sistema de costeo por procesos	3. Sistema de costeo por órdenes de trabajo	4. Sistema de Costeo ABC
1	VENTAJAS	Relige todos los costos referidos al producto Útil para evaluar rentabilidad a largo plazo Facilita la fijación de precios	Adecuado para industrias con producción continua Fácil para sistemas de producción estandarizados Facilita la comparación de costos	Permite conocer el costo específico de cada periodo Facilita la identificación de rentabilidad unitaria Facilita la fijación de precio de cada producto o servicio	Agrega costos con mayor eficacia por actividades Permite identificar actividades productivas Pasa empresas con inversiones en manejo de datos
2	DESVENTAJAS	Dificultad para discriminar entre costos fijos y variables Ineficiente para la toma de decisiones a corto plazo	Inadecuado para productos únicos e irregulares Recomendado para empresas estandarizadas Inadecuado para producciones personalizadas	Dificultad para empresas con alta variedad de productos Inadecuado para empresas de alta estandarización Dificultad en la asignación de costos indirectos	Requiere inversión significativa Dificultad al implementar en grandes organizaciones Deficiente para empresas que presenten un solo producto
3	FORTALEZAS	Cumplimiento normativo contable Sencillez en su implementación Análisis global de costos	Adecuado para producciones en masa Eficiencia en la asignación de costos	Establece precios basados en datos precisos	Útil para llevar a cabo análisis de costos estratégicos Identificación de actividades no rentables
4	DEBILIDADES	Inadecuado para producción muy fluctuante Poco útil para decisiones estratégicas Deficiente para el control de costos fijos	Presenta limitación en operaciones complejas Dificultad con la distribución de costos indirectos Posible riesgo en la subestimación de costos ocultos	Requiere de seguimiento detallado de los costos Inadecuado para grandes volúmenes de productos La precisión del sistema depende de los registros	Implementación costosa y compleja Recolección intensiva de datos Dificultad en la identificación de actividades
5	OPORTUNIDADES	Aplicación en diferentes industrias	Estandarización de procesos Mejor control de costos Proporciona costos unitarios precisos	Facilita la toma de decisiones	Fomenta la mejora continua Mejora la competitividad
6	AMENAZAS	Riesgo de subcostos	Posible resistencia al cambio	Posible resistencia al cambio	Posible resistencia al cambio De difícil comprensión por todo el personal

La tabla 7 se utiliza para evaluar aspectos cualitativos de las alternativas donde se analiza ventajas, desventajas, fortalezas, debilidades oportunidades y amenazas para cada uno de los cuatro sistemas de costeo.

TABLA VIII

MATRIZ DE CONFRONTACIÓN DE FACTORES

ITEM	FACTORES	F1	F2	F3	F4	F5	VALOR	PESO
F1	Medir los ingresos y los activos	1	1	1	1	1	4	24%
F2	Brindar información para decisiones económicas	1	1	1	1	1	4	24%
F3	Motivar a los gerentes y empleados	0	1	1	1	1	3	18%
F4	Información para varios propósitos	1	1	1	1	1	4	24%
F5	Flexibilidad y confiabilidad	0	0	1	1	1	2	12%
TOTAL							17	100%

Para la evaluación cuantitativa es necesario la elaboración de la matriz de confrontación de factores que se muestra en la tabla 8, considerando además las características del proceso

de producción de la empresa minera. Se puede observar que los factores más importantes son: medir los ingresos y los activos, brindar información para decisiones económicas e información para varios propósitos como señala la referencia [4].

TABLA IX

MATRIZ DE EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE LAS ALTERNATIVAS

ITEM	FACTORES	PESO	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2		ALTERNATIVA 3		ALTERNATIVA 4	
			VALOR	PUNT.	VALOR	PUNT.	VALOR	PUNT.	VALOR	PUNT.
F1	Medir los ingresos y los activos	25%	4	1.00	4	1.00	2	0.50	1	0.25
F2	Brindar información para decisiones económicas	25%	4	1.00	4	1.00	1	0.25	4	1.00
F3	Motivar a los gerentes y empleados	19%	1	0.19	4	0.75	3	0.56	4	0.75
F4	Información para varios propósitos	19%	3	0.56	5	0.94	2	0.38	5	0.94
F5	Flexibilidad y confiabilidad	13%	2	0.25	4	0.50	2	0.25	3	0.38
TOTAL		100%	3.00		4.19		1.94		3.31	

La tabla 9 se utiliza para evaluar las alternativas, según los factores y su ponderación. Se elegirá la opción que tiene mayor puntuación, se observa que la alternativa 2 supera a las demás con un valor de 4.19.

VIII. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

Esta sección detalla cómo se diseñará e implementará el sistema de costeo por procesos. Divide el proceso en cinco etapas clave mostrado en la referencia [5]7, cada una con un objetivo específico:

Etap 1: Resumir el flujo de unidades físicas producidas:

- **Objetivo:** Rastrear el movimiento de unidades (p. ej., onzas de oro) a través de cada departamento o proceso de la planta de beneficio. Esto implica contabilizar las unidades que entran, salen y permanecen en cada proceso.
- **Proceso:** Esta etapa implica la creación de un programa de flujo físico para cada proceso, que muestre el número de unidades que comenzaron el proceso, se iniciaron durante el periodo, se transfirieron al siguiente proceso, permanecieron al final del periodo o se perdieron o estropearon (mermas).
- **Ejemplo:** En el proceso de apilamiento de mineral, esto implicaría rastrear las toneladas de mineral que ingresan al PAD, las toneladas transferidas al proceso de lixiviación y cualquier mineral perdido debido a derrames.

Etap 2: Calcular la producción en términos de unidades equivalentes:

- **Objetivo:** Expresar las unidades parcialmente completadas en términos de unidades completamente terminadas. Esto es necesario porque algunas unidades podrían estar sin completarse al 100% al final del periodo contable.
- **Proceso:** Implica el cálculo de unidades equivalentes para cada elemento de costo (materiales directos y costos de conversión). El porcentaje de avance de cada elemento se estima con base en el criterio de expertos.

- Ejemplo: Si 100 toneladas de mineral están completadas en un 50% en el proceso de lixiviación, equivaldrían a 50 toneladas totalmente completadas de costos de conversión.

Etap 3: Resumir los costos totales por contabilizar:

- Objetivo: Recopilar todos los costos asociados a cada proceso, incluidos los costos de inventario inicial y costos incurridos durante el periodo.
- Proceso: Esto implica identificar y resumir todos los materiales directos, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación para cada proceso.
- Ejemplo: Para el proceso de lixiviación, esto incluiría el costo del cianuro, antiincrustante, los costos de mano de obra de los operadores y los costos generales como electricidad y depreciación.

Etap 4: Calcular el costo por unidad equivalente:

- Objetivo: Determinar el costo de cada unidad totalmente terminada para cada elemento de costo.
- Proceso: Esto implica dividir los costos totales de cada elemento de costo por las unidades equivalentes para ese elemento.
- Ejemplo: Si el costo total del cianuro utilizado en el proceso de lixiviación es de \$10,000 y hay 500 unidades equivalentes, el costo por unidad equivalente de cianuro sería de \$20.

Etap 5: Asignar los costos totales a las unidades terminadas y a las unidades que haya en el inventario final de productos en proceso:

- Objetivo: Asignar los costos totales a las unidades terminadas que fueron transferidas fuera del proceso y a las unidades que permanecen en proceso al final del periodo.
- Proceso: Implica multiplicar el costo por unidad equivalente de cada elemento de costo por el número de unidades equivalentes en productos terminados y en proceso.
- Ejemplo: Si hay 400 unidades equivalentes en productos en proceso, el costo total asignado a os productos terminados sería de $400 \times \$20 = \$8,000$, y el costo total asignado a las unidades en proceso sería $100 \times \$20 = \$2,000$.

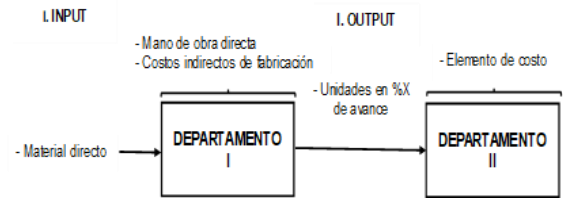
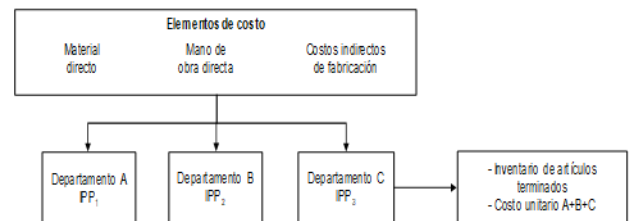


Fig. 4 Flujo general del proceso de costeo por procesos

La Fig. 4 muestra el flujo del proceso de costeo por procesos, estos son consecutivos, la información de salida de un proceso se utiliza como input para el siguiente, los materiales directos se agregan al inicio de cada proceso y los costos de conversión se agregan de manera uniforme durante el proceso como output se transfieren unidades a un determinado porcentaje de avance.



IPP = Inventario de productos en proceso

Fig. 5 Esquema del sistema de costeo por procesos

La Fig. 5 muestra los tres elementos del costo de un producto que se acumulan de acuerdo con el departamento. Las cuentas individuales de inventario de productos en proceso se establecen para cada departamento y se cargan con los costos incurridos en el procesamiento de las unidades a través de ellas, al terminar el proceso, el costo del inventario de trabajo en proceso en el último departamento se transfiere a inventario de artículos terminados presentado en la referencia [8].

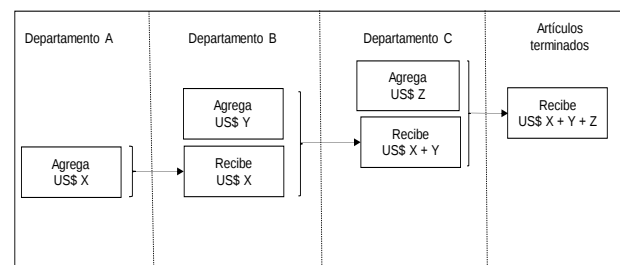


Fig. 6 Acumulación de costos en un sistema de costeo por procesos

En la Fig. 6 muestra la acumulación de costos desde el primer departamento hasta el último. Se puede observar que el costo unitario se incrementa a medida que las unidades fluyen a través de cada departamento, sin embargo, el costo unitario puede disminuir cuando las unidades pasan por un departamento y se agrega más volumen al nuevo producto. Al final del ciclo se obtiene una cantidad de artículo terminado con un determinado costo unitario consecuencia de la acumulación de costos de todos los departamentos considerados en el proceso de la referencia [8].

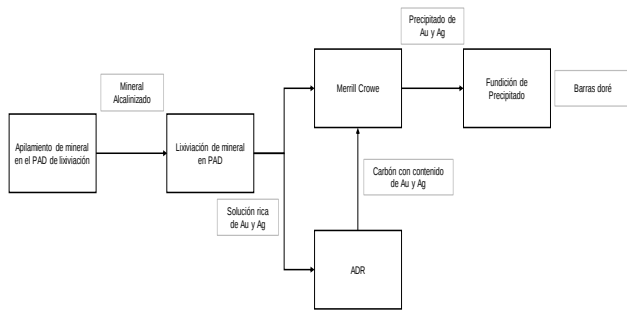


Fig. 7 Esquema global de producto de cada proceso

En la Fig. 7 se presenta un esquema global de insumo – producto para los cinco procesos de la planta de beneficio en el que se muestra como salida el producto de cada proceso hasta la obtención de la barra doré. Se presentan los procesos en secuencia: apilamiento de mineral en el PAD de lixiviación, lixiviación de mineral en PAD, ADR, Merrill Crowe y fundición de precipitado. En el esquema se resalta los productos obtenidos de cada proceso, en el apilamiento de mineral en el PAD de lixiviación se obtiene material alcalinizado con contenido de onzas, en lixiviación de mineral en PAD resulta solución rica de oro y plata, en ADR se obtiene carbón rico con contenido de oro y plata, en Merrill Crowe precipitado de oro y plata, finalmente en fundición se obtiene la barra doré de la referencia [1].

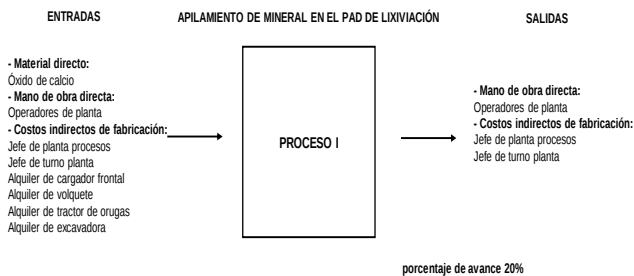


Fig. 8 Flujo de entradas y salidas del proceso I

En la Fig. 8 se presenta el flujo de entradas y salidas de manera esquemática, considerando los elementos de costos, el mineral que ingresa y el mineral alcalinizado que resulta, así como el porcentaje de avance de producción del 20% al finalizar el proceso, producto del juicio de expertos de la referencia [1].

IX. PRUEBA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE COSTEO POR PROCESOS.

Esta sección consiste en probar el sistema de costeo por procesos diseñado con datos de la empresa minera. El objetivo es demostrar el funcionamiento del sistema y validar su precisión y utilidad.

- Proceso: Las cinco etapas del sistema de costeo por procesos se aplican a cada proceso de la planta de beneficio ver referencia [1].

1. Apilamiento de mineral en el PAD de lixiviación
 2. Lixiviación de mineral en PAD
 3. ADR
 4. Merrill Crowe
 5. Fundición
- Datos: Los datos provienen del SAP, parte metalúrgico y opinión de expertos.

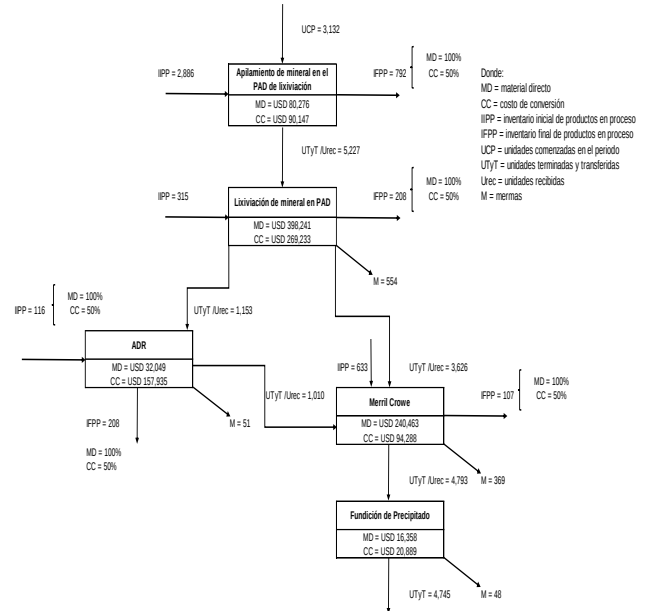


Fig. 9 Esquema de producción del diseño de costeo por procesos

En la Fig. 9 se presenta el esquema de producción del diseño de sistema de costeo por procesos que contiene valores físicos y monetarios de cada uno de los cinco procesos de la planta de beneficio. Los cinco procesos: Apilamiento de mineral en el PAD de lixiviación, lixiviación de mineral en PAD, ADR, Merrill Crowe y fundición de precipitado se encuentran esquematizados con las respectivas entradas y salidas.

Proceso I	Etapa 1		Etapa 2	
	Unidades Físicas	Unidades equivalentes	Material directo	Costos de conversión
Unidades que iniciaron el proceso	2.886			
Unidades a inmovilizarse durante el periodo	3.132			
Unidades por contabilizar	6.018			
Unidades transferidas al siguiente proceso	5.227	5.227	5.227	5.227
Unidades finales en proceso (100% - 50%)	792	792	792	396
Mermas en el proceso				
Unidades contabilizadas	6.018			
Unidades equivalentes de trabajo realizado en el periodo actual (en Oz Au)		6.018	5.622	

Proceso I	Etapa 1		Etapa 2	
	Costos totales	Costos Anteriores	Material directo	Costos de conversión
Costos que iniciaron el proceso	157.067	157.067		
Costos agregados por el proceso en el periodo actual (i) + (ii) + (iii)	170.423		80.276	90.147
Material directo (i)			80.276	
Óxido de calcio				5.333
Mano de obra directa (ii)				5.333
Operadores de planta				84.813
Costos indirectos de fabricación (iii)				4.267
Jefe de planta procesos				2.607
Jefe de turno planta				17.700
Alquiler de cargador frontal				29.700
Alquiler de volquete				14.280
Alquiler de tractor de orugas				18.200
Alquiler de excavadora				
Total de costos por contabilizar (en USD)	327.490	157.067	80.276	90.147
Unidades Equivalentes (en Oz Au)		6.018	6.018	5.622
Costo por unidad equivalente (en USD/Oz Au)		26.18	13.34	16.03
Etapa 3				
Asignación de costos totales				
Terminado y transferido al siguiente proceso				
Productos finales en proceso				
Mermas				
Total de costos contabilizados (en USD)	327.490	157.067	80.276	90.147

Fig. 10 Prueba del diseño para el proceso I

La Fig. 10 muestra la aplicación de las cinco etapas del sistema de costeo por procesos para el Apilamiento de mineral en el PAD de lixiviación. Incluye las unidades monetarias obtenidas del SAP y la producción en onzas de oro, de los partes metalúrgicos del área de planta que presenta la referencia [1].

Etapa 1		Etapa 2	
Proceso II	Unidades Físicas	Unidades y equivalentes Material directo Costos de conversión	
Unidades que iniciaron el proceso	315		
Unidades recibidas del proceso I	5,227		
Unidades por contabilizar:	5,542		
Unidades transferidas al proceso de Merrill Crowe	3,626	3,626	3,626
Unidades transferidas al proceso de ADR	1,153	1,153	1,153
Unidades finales en proceso (100% : 50%)	208	208	104
Mermas en Lixiviación de mineral en PAD	554		
Unidades contabilizadas	5,542		
Unidades equivalentes del trabajo realizado en el periodo actual (en Oz Au)		4,988	4,984

Proceso II		Costos totales	Costos Anteriores	Material directo	Costos de conversión
Costos que iniciaron el proceso		40,241	40,241		
Costos transferidos del proceso anterior		289,929	289,929		
Costos agregados por el proceso en el periodo actual (i) + (ii) + (iii)		667,474		398,241	269,233
Materiales directos (i)				398,241	
Cianuro				396,087	
Anticiclónico				2,155	
Mano de obra directa (ii)					10,667
Operadores de planta					10,667
Costos indirectos de fabricación (iii)					258,566
Jefe de planta procesos					4,267
Jefes de turno planta					2,667
Sistema de goteo					9,925
Sistema de aspiración					4,962
Tuberías					4,573
Energía eléctrica					141,172
Depreciación					91,000
Total de costos por contabilizar (en USD)		997,645	330,171	398,241	269,233
Unidades Equivalentes (en Oz Au)				5,542	4,988
Costo por unidad equivalente (en USD Oz Au)				59.58	79.85

Etapa 3		Costos totales	Costos Anteriores	Material directo	Costos de conversión
Asignación de costos totales					
Terminado y transferido al proceso de Merrill Crowe			216,044	289,540	199,916
Terminado y transferido al proceso de ADR			68,708	92,082	63,579
Productos finales en proceso			12,401	16,620	5,738
Mermas			33,017	-	-
Total de costos contabilizados (en USD)		997,645	330,171	398,241	269,233

Fig. 11 Prueba del diseño para el proceso II

La Fig. 11 muestra la aplicación de las cinco etapas del sistema de costeo por procesos para el proceso de lixiviación de mineral en PAD de lixiviación. Incluye las unidades monetarias obtenidas del SAP y la producción en onzas de oro, de los partes metalúrgicos del área de planta ver la referencia [1].

Etapa 1		Etapa 2	
Proceso III	Unidades Físicas	Unidades y equivalentes Material directo Costos de conversión	
Unidades que iniciaron el proceso	116		
Unidades recibidas del proceso de Lixiviación de mineral en PAD	1,153		
Unidades por contabilizar:	1,269		
Unidades transferidas al proceso de Merrill Crowe	1,010	1,010	1,010
Unidades finales en proceso (100% : 50%)	208	208	104
Mermas en ADR	51		
Unidades contabilizadas	1,269		
Unidades equivalentes del trabajo realizado en el periodo actual (en USD)		1,218	1,114

Proceso III		Costos totales	Costos Anteriores	Material directo	Costos de conversión
Costos que iniciaron el proceso		19,065	19,065		
Costos transferidos del proceso anterior		224,369	224,369		
Costos agregados por el proceso en el periodo actual (i) + (ii) + (iii)		183,984		32,649	157,335
Materiales directos (i)				32,649	
Cadón activado				9,136	
Sol de caustica				11,524	
Cianuro				2,263	
Anticiclónico				9,106	
Mano de obra directa (ii)					9,600
Técnicos operadores					2,933
Operadores de planta					6,667
Costos indirectos de fabricación (iii)					148,335
Jefe de planta procesos					4,267
Jefe de planta ADR					3,413
Jefe de laboratorio					3,072
Analistas de laboratorio					1,843
Metalurgista					2,458
Preparador de muestras					2,880
Energía eléctrica					79,564
Depreciación					75,564
Total de costos por contabilizar (en USD)		433,419	243,434	32,649	157,335
Unidades Equivalentes (en Oz Au)				1,269	1,114
Costo por unidad equivalente (en USD Oz Au)				19.83	26.31

Etapa 4		Costos totales	Costos Anteriores	Material directo	Costos de conversión
Asignación de costos totales					
Terminado y transferido al proceso de Merrill Crowe			193,767	26,573	143,192
Productos finales en proceso			39,630	5,476	14,753
Mermas			9,737	-	-
Total de costos contabilizados (en USD)		433,419	243,434	32,649	157,335

Fig. 12 Prueba del diseño para el proceso III

La Fig. 12 muestra la aplicación de las cinco etapas del sistema de costeo por procesos para el proceso de ADR. Incluye las unidades monetarias obtenidas del SAP y la producción en onzas de oro, de los partes metalúrgicos del área de planta de la referencia [1].

Etapa 1		Etapa 2	
Proceso IV	Unidades Físicas	Unidades y equivalentes Material directo Costos de conversión	
Unidades que iniciaron el proceso	633		
Unidades recibidas del proceso de Lixiviación de mineral en PAD	3,626		
Unidades recibidas del proceso de ADR	1,010		
Unidades por contabilizar:	5,269		
Unidades transferidas al proceso de Fundición de precipitado	4,793	4,793	4,793
Unidades finales en proceso (100% : 50%)	107	107	53
Mermas en Merrill Crowe	369		
Unidades contabilizadas	5,269		
Unidades equivalentes del trabajo realizado en el periodo actual (en USD)		4,800	4,847

Proceso IV		Costos totales	Costos Anteriores	Material directo	Costos de conversión
Costos que iniciaron el proceso		294,556	294,556		
Costos transferidos del proceso anterior II		795,500	795,500		
Costos transferidos del proceso anterior III		363,522	363,522		
Costos agregados por el proceso en el periodo actual (i) + (ii) + (iii)		334,750		240,463	94,288
Materiales directos (i)				240,463	
Pólvora de Zinc				136,027	
Diatomea				104,436	
Mano de obra directa (ii)					8,267
Operadores de planta					5,333
Técnicos operadores					2,933
Costos indirectos de fabricación (iii)					86,021
Jefe de planta procesos					4,267
Jefes de turno planta					3,413
Jefe de laboratorio					3,072
Analistas de laboratorio					1,843
Metalurgista					2,458
Preparador de muestras					2,880
Energía eléctrica					37,365
Depreciación					30,723
Total de costos por contabilizar (en USD)		1,698,328	1,363,577	240,463	94,288
Unidades Equivalentes (en Oz Au)				5,269	4,847
Costo por unidad equivalente (en USD Oz Au)				258.79	49.07

Etapa 5		Costos totales	Costos Anteriores	Material directo	Costos de conversión
Asignación de costos totales					
Terminado y transferido al proceso de Fundición de precipitado			1,240,464	235,217	93,248
Productos finales en proceso			27,663	5,245	1,040
Mermas			95,450	-	-
Total de costos contabilizados (en USD)		1,698,328	1,363,577	240,463	94,288

Fig. 13 Prueba del diseño para el proceso IV

La Fig. 13 muestra la aplicación de las cinco etapas del sistema de costeo por procesos para el proceso de Merrill Crowe. Incluye las unidades monetarias obtenidas del SAP y la producción en onzas de oro, de los partes metalúrgicos del área de planta ver referencia [1].

Etapa 1		Etapa 2	
Proceso V	Unidades Físicas	Unidades y equivalentes Material directo Costos de conversión	
Unidades que iniciaron el proceso	-		
Unidades recibidas del proceso de Merrill Crowe	4,793		
Unidades por contabilizar:	4,793		
Unidades transferidas al inventario de productos terminados	4,745	4,745	4,745
Unidades finales en proceso (100% : 100%)	-	-	-
Mermas en Fundición de precipitado	48		
Unidades contabilizadas	4,793		
Unidades equivalentes del trabajo realizado en el periodo actual (en USD)		4,745	4,745

Proceso V		Costos totales	Costos Anteriores	Material directo	Costos de conversión
Costos que iniciaron el proceso					
Costos transferidos del proceso anterior		1,568,929	1,568,929		
Costos agregados por el proceso en el periodo actual (i) + (ii) + (iii)		37,247		16,358	20,889
Materiales directos (i)				16,358	
Borax				5,248	
Mixido de soda				194	
Carbonato de sodio				2,631	
Petróleo				8,265	
Mano de obra directa (ii)					4,800
Fiadores					4,800
Costos indirectos de fabricación (iii)					16,689
Jefe de planta procesos					4,267
Jefe de laboratorio					3,413
Analistas de laboratorio					3,072
Energía eléctrica					3,246
Depreciación					2,091
Total de costos por contabilizar (en USD)		1,606,177	1,568,929	16,358	20,889
Unidades Equivalentes (en Oz Au)				4,793	4,745
Costo por unidad equivalente (en USD Oz Au)				327.32	34.5

Etapa 4		Costos totales	Costos Anteriores	Material directo	Costos de conversión
Asignación de costos totales					
Terminado y transferido al proceso de Fundición de precipitado			1,563,240	16,358	20,889
Productos finales en proceso			-	-	-
Mermas			15,689	-	-
Total de costos contabilizados (en USD)		1,606,177	1,568,929	16,358	20,889

Fig. 14 Prueba del diseño para el proceso V

La Fig. 14 muestra la aplicación de las cinco etapas del sistema de costeo por procesos para el proceso de Fundición de precipitado. Incluye las unidades monetarias obtenidas del SAP y la producción en onzas de oro, de los partes metalúrgicos del área de planta ver referencia [1].

X. CONTROL ACTUAL DE COSTOS.

Actualmente el control de costos en la planta de beneficio de la empresa minera se realiza por rubro de gastos: mano de obra, suministros, terceros, energía y depreciación. En mano de obra están incluido la planilla de la mano de obra directa y la mano de obra indirecta para cada proceso, por ejemplo, los operadores de planta, y los jefes de turno. En cuanto a suministros comprenden los materiales directos y los indirectos, por ejemplo, reactivos, tuberías, repuestos. Dentro de la clasificación de terceros se encuentran los alquileres de equipos. A esta clasificación le falta los elementos de costos para una correcta asignación, asimismo se ha detectado la carga de reactivos como el cianuro en procesos que no corresponden como apilamiento de mineral en el PAD de lixiviación, tergiversando el análisis. Los otros dos rubros de clasificación son depreciación y energía. En la Fig. 15, se muestra el control de costos que carece de la trazabilidad respecto al presupuesto, presentando desviaciones en cada proceso. Se muestra el control de costos de un mes para cada proceso, clasificado según rubro de gasto: mano de obra, suministros, terceros, energía y depreciación. Las variaciones son respecto al presupuesto tanto en nominal como en porcentual. Los datos presentados están relacionados a una producción del periodo de 4,745 onzas de oro.

Producción del periodo = 4,745 oz Au

Apilamiento de mineral en el PAD de lixiviación

Rubro de Gasto	Real (A)	Presupuesto (B)	Variación (A) - (B)	Variación %
Mano de Obra	12,267	12,512	-245	-2%
Suministros	80,276	76,262	4,014	5%
Terceros	77,880	62,304	15,576	25%
Total USD	170,423	151,078	19,344	13%

Lixiviación de mineral en PAD

Rubro de Gasto	Real (A)	Presupuesto (B)	Variación (A) - (B)	Variación %
Mano de Obra	17,600	17,776	-176	-1%
Suministros	417,702	292,391	125,311	43%
Energía	141,172	105,879	35,293	33%
Depreciación	91,000	91,000	-	0%
Total USD	667,474	310,167	357,307	115%

ADR

Rubro de Gasto	Real (A)	Presupuesto (B)	Variación (A) - (B)	Variación %
Mano de Obra	27,533	27,808	-275	-1%
Suministros	32,049	31,408	641	2%
Energía	54,838	45,516	9,323	20%
Depreciación	75,564	75,564	-	0%
Total USD	189,984	59,216	130,768	221%

Merrill Crowe

Rubro de Gasto	Real (A)	Presupuesto (B)	Variación (A) - (B)	Variación %
Mano de Obra	26,199	27,509	-1,310	-5%
Suministros	240,463	228,440	12,023	5%
Energía	37,365	18,683	18,683	100%
Depreciación	30,723	30,723	-	0%
Total USD	334,750	255,949	78,801	31%

Fundición de precipitado

Rubro de Gasto	Real (A)	Presupuesto (B)	Variación (A) - (B)	Variación %
Mano de Obra	15,552	16,096	-544	-3%
Suministros	16,358	8,179	8,179	100%
Energía	3,246	3,896	-649	-17%
Depreciación	2,091	2,091	-	0%
Total USD	37,247	24,275	12,972	53%

Fig. 15 Control de costos actual

XI. COMPARACIÓN DE COSTOS UNITARIOS ENTRE EL CONTROL DE COSTOS ACTUAL Y EL SISTEMA DE COSTEO POR PROCESOS.

En este acápite se realizará la comparación en términos unitarios con la información de un mes de la empresa, el cálculo se presenta para cada una de las etapas de la empresa como se visualiza en la Fig. 16, en la primera columna se indica el control actual y en la segunda se considera el resultado con el diseño de costeo por procesos. En ambos casos se toma en cuenta como producción final 4,745 onzas de oro.

En el control actual de costos se consideran los costos del mes para el cálculo de costos unitario por etapa dividido entre la producción final del mes. Mientras que para el diseño de costeo por procesos si bien es cierto se obtiene la misma producción final, los diferentes procesos de la planta de beneficio transfieren cantidades diferentes para el cálculo del costo unitario por etapa, siendo la producción final la misma. Además, tener en cuenta que cada proceso cuenta con inventario inicial y costos asociados.

N°	Proceso	Unitario \$/Oz Au		
		Control Actual	Por Procesos	Variación
I	Apilamiento de mineral en el PAD de lixiviación	35.91	29.37	6.54
II	Lixiviación de mineral en PAD	140.66	134.98	5.68
III	ADR	40.04	168.06	-128.03
IV	Merrill Crowe	70.54	68.53	2.02
V	Fundición de precipitado	7.85	7.85	-

Fig. 16 Comparación unitaria entre el método actual y el sistema de costeo por procesos

XII. CONCLUSIONES

1. El diseño del sistema de costeo por procesos permitió identificar los costos asociados a cada etapa de la planta de beneficio, facilitando la toma de decisiones respecto a costos.
2. Ciertos procesos tienen costos elevados debido al consumo de insumos y energía, lo que sugiere oportunidades para optimizar el uso de recursos.
3. El sistema de costeo por procesos mejoró la precisión en la valuación de productos en proceso y terminados para cada proceso de la planta de beneficio.
4. Se logró un registro más detallado de los costos acumulados en cada fase de la planta de beneficio, lo que permitió reflejar con mayor precisión el valor de los inventarios.
5. El diseño planteado permitió separar con claridad los costos directos de los indirectos, mejorando la transparencia en la asignación de costos.
6. Se identificó que una parte de los costos indirectos proviene de los insumos auxiliares y costos de energía, como en el caso de la lixiviación de mineral en el PAD y el ADR que tienen un 40% y 83% en costos de conversión, lo que resalta la importancia de las estrategias de reducción de costos en estos rubros.

7. La información generada por el sistema de costeo permitirá una mejor planificación presupuestaria de acuerdo con las etapas de la planta de beneficio de la empresa minera.

[8] México: Pearson, 2012.
R. S. Polimeni, F. J. Fabozzi, y A. J. Adelberg, *Contabilidad de costos*. México: McGraw-Hill, 1993.

XIII. RECOMENDACIONES

1. Antes de definir qué sistema de costeo diseñar, estudie la empresa, los productos, diagnosticar sus necesidades y problemas.
2. La gerencia de la empresa minera debe garantizar la implantación del sistema de costeo por procesos dada la importancia del control de costos en la planta de beneficio.
3. La actualización permanente de las cantidades y costos permitirá que el sistema pueda obtener datos acordes a la realidad, confiables para la toma de decisiones.
4. Es importante considerar la implementación de un software que integre los diversos datos, tanto de costos, como de la producción para automatizar el proceso de costeo.
5. Capacitar al personal de planta en materia de costeo por procesos, así como el adecuado control de recursos.
6. Para lograr la reducción de costos también se recomienda implementar metodologías de mejora de procesos en aquellos procesos que presentan mayor variación o son cuellos de botella en la planta de beneficio.
7. Se recomienda que los costos y las cantidades sean verificadas por los expertos de cada área, para garantizar la correcta asignación de recursos a los diferentes procesos de la planta de beneficio,
8. La empresa puede evaluar la implantación, de herramientas de mejora de procesos con las que pueda disminuir desperdicios en la planta de beneficio.

REFERENCIAS

- [1] R. Angulo Vera, "Diseño de un sistema de costeo por procesos, para mejorar el control de costos en la planta de beneficio de una empresa minera aurífera ubicada en una región del Perú" [Tesis de grado]. Lima, Perú, Universidad Nacional de Ingeniería, 2025.
https://www.catalogo.uni.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=319869&query_desc=kw%2Cwrdl%3A%20Angulo%20Vera
<https://drive.google.com/file/d/144oBucbLqUX7VjqrFXEpRxrJFHsnto7F/view?usp=sharing>
- [2] E. J. Blocher, D. E. Stout, P. E. Juras, y G. Cokins, *Administración de costos: Un enfoque gerencial*. Boston: McGraw-Hill Education, 2008.
- [3] J. Cuervo Gonzales, *Costos ABC: Un enfoque práctico para la gestión empresarial*. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2013.
- [4] J. A. Maldonado, *Gestión por procesos*. Málaga: Universidad de Málaga, 2018.
- [5] E. S. Huamantuna Granda, "Descripción del proceso Merrill Crowe unidad minera Tucari – Aruntani SAC," *Tesis de licenciatura, Univ. Nacional de San Agustín, Arequipa*, 2022.
- [6] B. E. Avolio Alecchi, *Administración de Costos: Contabilidad y Control*. México: Cengage Learning, 2018.
- [7] C. T. Homgren, *Contabilidad de costos: Un enfoque gerencial*.