

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

**ENGENHARIA DE MINAS E MATERIAIS**



**MICHAEL JOSÉ BATISTA DOS SANTOS**  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

**ENGENHARIA DE MINAS E MATERIAIS**



**MICHAEL JOSÉ BATISTA DOS SANTOS**  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Michael José Batista dos Santos

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia de minas e materiais / Organizador Michael José Batista dos Santos. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-641-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.413211211>

1. Engenharia de minas. 2. Engenharia de materiais. I. Santos, Michael José Batista dos (Organizador). II. Título.

CDD 622

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## APRESENTAÇÃO

A obra “Coleção desafios das engenharias: Engenharia de minas e materiais” versa sobre áreas interdisciplinares inerentes a extração e concentração mineral, além do aproveitamento dos recursos naturais alternativos, de biopolímeros, e avaliação de microestruturas em ligas metálicas.

A coleção reúne trabalhos, estudos de caso, pesquisas e análises desenvolvidas em laboratório, capazes de contribuir com o desenvolvimento científico e tecnológico na mineração, através de metodologias passíveis de implementação de melhorias de processos produtivos nas etapas de lavra e beneficiamento mineral. Da mesma forma, a obra traz compreensão da engenharia de materiais referente ao comportamento de materiais metálicos e o desenvolvimento de novos materiais provenientes de recursos renováveis e ambientalmente amigáveis.

Estes são trabalhos que tem como foco principal oferecer soluções de engenharia pertencentes da indústria mineral e de materiais, as quais são discutidos cientificamente de forma objetiva e eficiente nos capítulos desta coleção.

Em suma, parablenizo os autores dos capítulos não unicamente pelo conhecimento científico compartilhado, como também pela abordagem concisa e didática nesta publicação.

Ademais, desejo que esta seja uma leitura técnica e reflexiva, que sirvam de pilar e provocação pela busca de melhoria contínua de processos e do desenvolvimento científico-tecnológico nas engenharias, e que contribua na construção de novas soluções para os grandes desafios, sobretudo das área de mineração e de materiais.

Michael José Batista dos Santos




## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA DA MAIOR PILHA DE ESTÉRIL DO COMPLEXO MINERADOR DE FERRO CARAJÁS**


Michael José Batista dos Santos  
Glauce Wivyanne Oliveira Costa  
Denilson Andrade Torres  
Irineu Antônio Schadach de Brum

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4132112111>

### **CAPÍTULO 2..... 14**

#### **AVALIAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS EM UM DEPÓSITO MINERAL DE CALCÁRIO CALCÍTICO**


Nayara Augustino Amorim  
Júlio César de Souza  
Jorge Luiz Valença Mariz  
Suelen Silva Rocha  
Gabriel Filinkoski

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4132112112>

### **CAPÍTULO 3..... 27**

#### **DESIGN OF A SELECTIVE FLOTATION SYSTEM FOR A CU-ZN ORE, ASSOCIATED TO HIGH PYRITE-PYRRHOTITE CONTENTS (>25%)**


Prieto-Díaz Ma. de J.  
Hernández-Salazar Ma. M.  
Corona-Arroyo M.A.  
Elorza-Rodríguez E.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4132112113>

### **CAPÍTULO 4..... 35**

#### **COMPARAÇÃO DA MICROESTRUTURA E MICRODUREZA DE LIGAS DE AL-SI FUNDIDAS SOB GRAVIDADE, ALTA E BAIXA PRESSÃO**

Margarete Sabino de Moura  
Josiel Bruno de Oliveira  
Debora Silva Costa  
Roger Hoel Bello  
Adalberto Gomes de Miranda  
José Costa de Macêdo Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4132112114>

### **CAPÍTULO 5..... 43**

#### **CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA, QUÍMICA E MORFOLÓGICA DAS FIBRAS DE CIPÓ TITICA (*Heteropsisriedeliana Schott*) E POLIPROPILENO RECICLADO, VISANDO A APLICAÇÃO EM COMPOSITOS POLIMÉRICOS**

Talisson Sousa Oliveira  
Josiel Bruno de Oliveira

Roger Hoel Bello  
Adalberto Gomes de Miranda  
José Costa de Macêdo Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4132112115>

<b>SOBRE O ORGANIZADOR .....</b>	<b>55</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>56</b>

## DESIGN OF A SELECTIVE FLOTATION SYSTEM FOR A CU-ZN ORE, ASSOCIATED TO HIGH PYRITE-PYRRHOTITE CONTENTS (>25%)

*Data de aceite: 01/11/2021*

**Prieto-Díaz Ma. de J.**

Grupo Minero la Concepción, Sin

**Hernández-Salazar Ma. M.**

Departamento de Ingeniería en Minas,  
Metalurgia y Geología, UGTO

**Corona-Arroyo M.A.**

Departamento de Ingeniería en Minas,  
Metalurgia y Geología, UGTO

**Elorza-Rodríguez E.**

Departamento de Ingeniería en Minas,  
Metalurgia y Geología, UGTO

**ABSTRACT:** The scheme of selective flotation of a Cu-Zn ore, associated with a high iron concentration (>20.0%) in the form of pyrite and pyrrhotite, was established. In order to obtain commercial concentrates, a pre-aeration is required to oxidize the pyrrhotite, as well as an adequate depressor scheme: lime, sodium metabisulfite ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) and a mixture of  $\text{ZnSO}_4:\text{NaCN}$  (3:1). The acidity developed during the milling of the ore demands an excessive amount of lime, so that to concentrate the ore required to be mixed with tailing from an old dam, which contains 14-15% of limestone. The grades of concentrates obtained were acceptable: 25% Cu/Cu and 54.38% Zn/Zn, while recoveries should be improved. The activity of pyrrhotite during flotation, considers its removal taking advantage of its highly magnetic susceptibility.

**KEYWORDS:** Selective flotation Cu-Zn ore, high

pyrrhotite content.

### 1 | INTRODUCTION

In this paper we propose an alternative to a selective flotation for a copper-zinc ore located in the state of Sinaloa, with high concentrations of iron in pyrite and pyrrhotite forms. Volcanic originated copper-zinc ores show highly variable mineralogic compositions as well as alterations related to their depth.

The mineral deposit seems to correspond to a skarn, which is odd, given that these are common in lead-zinc ores with high concentrations of silver and gold. The ore contains chalcopyrite as copper mineral, reaching a 1% concentration. Zinc is present in high concentration as marmatite zinc. The iron concentration is as high as 25% in pyrite and pyrrhotite forms. The absence of secondary copper minerals like chalcocite or bornite solubilize during the grinding phase; activating the sphalerite, should facilitate the differential flotation of this ore, however, the high concentration of pyrrhotite interferes with it.

The presence of pyrrhotite in the Cu-Zn ore, which is fairly common (1–15%), affects flotation by consuming the necessary oxygen for the chalcopyrite flotation, therefore, it becomes necessary to pre-aerate the pulp.

Additionally, given the complexity of the ore, it was imperative to develop a system with

several depressor reagents like sodium metabisulfite, sodium cyanide and zinc sulfate, as well as a high amount of lime (> 6kg/ton in grinding) to float copper. These conditions increase the difficulty of activation and recovery of the blend.

## 2 | BACKGROUND

One of the main purposes of mineralogy is to control and keep the metallurgic conditions of processes, so that the grades and recoveries are the highest technically and economically possible. Also, offer solutions to problems arising in the processing plant. Mineralogy should not only identify species but it must also point out the: (a) nature and abundance of iron sulfides; (b) of oxidation degree of the ore; (c) gangue nature: basic or acidic and (d) presence or absence of copper minerals and their nature (*Pineda and Aragon, 2011*).

Polymetallic sulfide ores are classified in accordance to their iron sulfide ( $\text{FeS}_2/\text{FeS}$ ) content: zero (0%  $\text{FeS}_2/\text{FeS}$ ), low (7-10%), medium (15%) and high (>20%). Suggested floating conditions are shown in Table 1. An additional condition to be considered during flotation is the presence of iron sulfide. This compound tends to oxidize during the grinding stage creating ferric salts and increasing acidity. This is more noticeable if the mineral contains marcasite or pyrrhotite, which oxidizes faster than pyrite and increases the iron content. Such event forces to increase the dosing of depressors, but decreases selectivity in concentrates.

Iron Sulfides Content	pH modifier (g/ Ton)	Depressors (g/ Ton) (Mill)	Other Reagents (g/Ton)	Observed Contents
<b>Zero</b> Pb Circuit Zn Circuit	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ 0 CaO 0-200	NaCN 0-50	$\text{CuSO}_4$ 250-500	Pb: 75-80 Zn: 0.5-3  Zn: 52-62 Pb: 0.5-0.1
<b>Low</b> Pb Circuit Zn Circuit	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ 0-100 CaO 0-750	NaCN 0-50 $\text{ZnSO}_4$ 0-100	$\text{CuSO}_4$ 300-600	Pb 60-78 Zn 0.7-5  Zn 52-60 Pb 0.65-3
<b>Medium</b> Pb Circuit Zn Circuit	CaO 0-500 CaO 500-2500	NaCN 30-100 $\text{ZnSO}_4$ 0-350	$\text{CuSO}_4$ 500-800	Pb 60-78 Zn 2.5-7 Zn 52-60 Pb 0.65-3
<b>High</b> Pb Circuit Zn Circuit	CaO 200-500 <sup>b</sup> CaO 500-2500	NaCN 150-300 $\text{ZnSO}_4$ 0-900	$\text{Na}_2\text{SO}_3$ o $\text{NaHSO}_3$ (In grinder) 0-500 $\text{CuSO}_4$ 600-1000	Pb 55-70 Zn 3-8  Zn 48-57 Pb 1-3

Table 1.- Suggested floating conditions depending on their iron sulfide content [5].

Bulatovic, 2007 proposes flotation systems for Cu-Zn ores with high iron contents as well. However, he points out that the selection of collectors and depressors depends on: a) the presence of gold in the ore; (b) pyrite-pyrrhotite proportion; (c) type of sphalerite and (d) used depressor system [2]. Table 2 shows the flotation system for a monocyclic ore with a 20% FeS<sub>2</sub>-FeS content.

Iron Sulfides Content	Added Reagents		pH		Pre- treatment
	Cu Circuit (g/Ton)	Zinc Circuit (g/ Ton)	Cu	Zn	
Monocyclic ore with 20% Pyrite and Pyrrhotite.	Ca(OH) <sub>2</sub> 400-800 Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> 500-600 D $\bar{S}$ 200 50-100 R3477 10-150 SIPX 5-10	Ca(OH) <sub>2</sub> 600 CuSO <sub>4</sub> 800-1500 SPX 10 R3894 10 MIBC 10	9.0-9.5	10.0	Long conditioning time for zinc, with lime and CuSO <sub>4</sub> + Collector
<i>BHP, Les Mines Selbaie</i> , 5 to 15% pyrite, copper with patina, ore body weathered in some parts.	Na <sub>2</sub> S 250 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 600 R208 5-10 3418A 10-15 SO <sub>2</sub> in cleanups MIBC 0-10	Ca(OH) <sub>2</sub> 700-1000 CuSO <sub>4</sub> 250 R3894 5 SIPX 5-10 DF1012 5-10	9.2	10.5-11.5	Zinc cleaners feed conditioning
Geco Mines, Canada, Sedimentary Deposit, Pyrite Sulfides, Pyrrhotite, Chalcopyrite, Sphalerite.	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 600 NH <sub>4</sub> OH 150 SO <sub>2</sub> 200 NaEX 15 NaCN 12 PAX 15 R208 10	NH <sub>4</sub> OH 480 CuSO <sub>4</sub> 320	8.5	10.2	Aeration, could be 15 minutes or up to 30 minutes

Table 2.- Suggested flotation conditions depending on iron percentages in ore [2].

### 3 I METHODS

The studied sample was provided by the Geology Department of La Concepción Mine, Sinaloa, to the School of Mines, Metallurgy and Geology of the University of Guanajuato. It was prepared for metallurgical testing, and its chemical and mineralogical characterization is described below:

#### Chemical characterization

The gravimetric elemental chemical analysis of the sample shows the proportions of gold and silver, whilst the remaining elements were quantified with atomic absorption after digestion with HNO<sub>3</sub>-HCl. Proportions are shown in Table 3.

g/Ton		Analysis (%)			
Au	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe
1.0	55	0.13	1.33	5.68	26.84

Table 3. Elemental chemical analysis of the sample.

## Mineralogical characterization

The sample is comprised of quartz material, showing a dark green color, with big metallic yellow spots and numerous metallic shades such as golden, brass, black and blue gray.

Microphotographs in Figure 1 show (a) massive pyrite associated to pyrrhotite, chalcopyrite and sphalerite, (B) the associations between species of economic interest and gangue minerals [4].

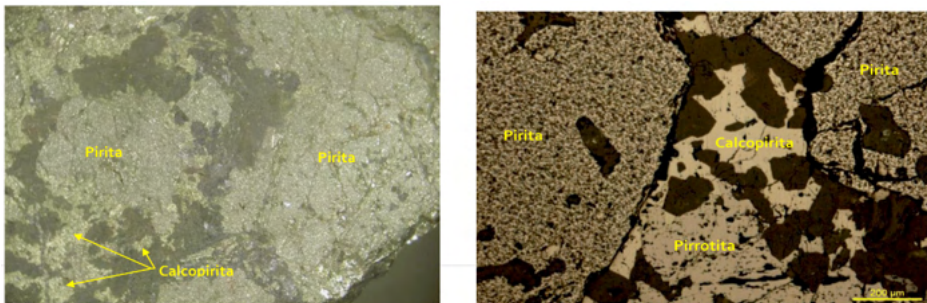


Fig. 1. (a) Massive pyrite, associated with chalcopyrite and sphalerite. (b) Big pyrite crystals with pitted appearance and associated with chalcopyrite and pyrrhotite through the contact edges [4].

## Flotation tests

The lab flotation concentrations tests were performed as described by [3] and [7]. We performed the initial tests to establish the depressor reagents and only primary and scavenger concentrates of copper and zinc were floated [1,2]. Once we obtained acceptable levels of concentrates, we performed open tests with cleaners and, finally, we performed the industrial testing. Figure 2 shows the flow diagram as well as flotation conditions under which 500 tons of ore were processed in the plant.



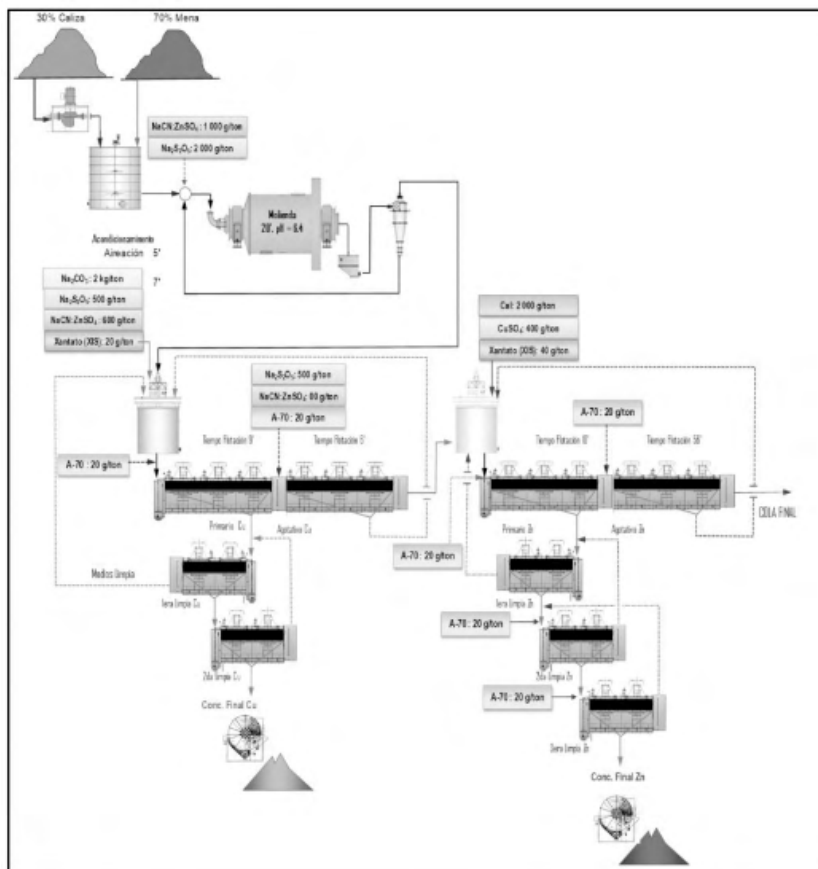


Figure 2. Flow diagram and flotation conditions in plant, Cu-Zn ore associated to high pyrite-pyrrhotite concentrations [6].

## 4 | RESULTS

Results of the initial tests in which only primary and scavenger concentrates floated are shown in Table 4.

After defining the depressors scheme, we performed an essay at the plant with a grinding set in 80%, less than 200 meshes. Subsequently, an increase in the acidity of the ore during the grinding, forced us to use limestone, therefore we decided to use material from an old tailing dam with a 14-15% content of lime stone. The selected proportions were 30% tailings and a 70% Cu-Zn ore. Table 5 sums up the results at the plant.

**Test -1**

PRODUCT	Weight (%)	STERLING (g/ Ton)		Essays %			
		Au	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe
Cu Primary	15.09	3.01	185.00	0.25	7.38	4.23	31.81
Cu Scavenger	2.89	1.16	115.00	0.13	2.78	9.17	31.88
Zn Primary	3.93	0.85	44.00	0.09	0.42	39.11	20.84
Zn Scavenger	3.07	0.88	59.00	0.13	0.43	17.01	25.72
Final Tails	75.02	0.60	26.00	0.09	0.14	3.68	26.43
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>1.00</b>	<b>54.29</b>	<b>0.12</b>	<b>1.33</b>	<b>5.72</b>	<b>27.16</b>

PRODUCT	Weight (%)	Distribution %					
		Au	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe
Cu Primary	15.09	45.5	51.4	32.4	83.8	11.2	17.7
Cu Scavenger	2.89	3.4	6.1	3.2	6.0	4.6	3.4
Zn Primary	3.93	3.3	3.2	3.0	1.2	26.9	3.0
Zn Scavenger	3.07	2.7	3.3	3.4	1.0	9.1	2.9
Final Tails	75.02	45.1	35.9	57.9	7.9	48.2	73.0
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Test-3**

PRODUCT	Weight (%)	STERLING (g/ Ton)		Essays %			
		Au	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe
Cu Primary	10.45	3.92	268.00	0.38	12.20	3.23	32.38
Cu Scavenger	2.24	1.28	67.00	0.18	1.49	7.24	30.29
Zn Primary	2.90	1.40	41.00	0.15	0.53	33.00	21.00
Zn Scavenger	1.74	1.29	49.00	0.19	0.56	9.94	27.44
Final Tails	82.68	0.79	13.00	0.10	0.14	4.50	27.70
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>1.15</b>	<b>42.29</b>	<b>0.13</b>	<b>1.45</b>	<b>5.35</b>	<b>28.05</b>

PRODUCT	Weight (%)	Distribution %					
		Au	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe
Cu Primary	10.45	35.5	66.2	29.6	88.0	6.3	12.1
Cu Scavenger	2.24	2.5	3.5	3.0	2.3	3.0	2.4
Zn Primary	2.90	3.5	2.8	3.2	1.1	17.9	2.2
Zn Scavenger	1.74	1.9	2.0	2.5	0.7	3.2	1.7
Final Tails	82.68	56.6	25.4	61.7	8.0	69.6	81.6
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Table 4. Initial tests results, definition of depressor reagents system.

PRODUCT	Weight (Tonn)	Sterling (g/Ton)		Essays %			
		Au	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe
<b>Essay Head</b>	<b>714.0</b>	<b>0.70</b>	<b>45.00</b>	<b>0.20</b>	<b>1.00</b>	<b>4.25</b>	<b>23.95</b>
Cu Concentrate	24.5	8.46	404.00	0.52	25.00	5.78	27.42
Zn Concentrate	43.1	0.58	32.00	0.08	0.59	54.38	14.75
Final Tails	646.4	0.26	25.00	0.16	0.12	0.85	22.54
	714.0	<b>0.56</b>	<b>38.43</b>	<b>0.17</b>	<b>1.00</b>	<b>4.25</b>	<b>22.24</b>

PRODUCT	Weight (Ton)	Distribution %					
		Au	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe
<b>Essay Head</b>							
Cu Concentrate	24.5	51.8	36.1	10.7	85.6	4.7	4.2
Zn Concentrate	43.1	6.2	5.0	2.9	3.6	77.2	4.0
Final Tails	646.4	42.0	58.9	86.5	10.8	18.1	91.8
	714.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Table 5.- Selective flotation results of a Cu-Zn ore; 22.24% iron and an approximate 10.0% as pyrrhotite.

## 5 | CONCLUSIONS

The Cu-Zn ore from this locality in Sinaloa, given its high content of iron as pyrrhotite (10% Fe) develops high acidity during the grinding process; therefore, it's necessary to add high quantities of lime, 12kg/Ton, in order to avoid the flotation of iron minerals. The depressors scheme, besides the pre-aeration to oxidize the pyrrhotite, includes high doses of sodium metabisulfite ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) and  $\text{ZnSO}_4:\text{NaCN}$  (3:1) complex. It's convenient to float sphalerite in an alkaline pH of 9.0 in order to ensure an appropriate reactivation, together with the strong depressors to accomplish a good grade and recovery. The industrial flotation showed how easily pyrrhotite is activated; hence, we must consider its removal exploiting its highly magnetic susceptibility.

## REFERENCES

- [1] Bulatovic, S. and D. M. Wyslouzil 1995. "Selection and evaluation of diferent depressants systems for flotation of complex sulphide ores." *Minerals Engineering* **8**(1-2): 63-67.
- [2] Bulatovic, S. M. 2007. *Handbook of Flotation Reagents, Chemistry, Theory and Practice: Flotation of Sulfide Ores*. Oxford: Elsevier Science, Technology Books.
- [3] Crozier, R. D. 1992. *Flotation, Theory, Reagents and Ore testing*. Oxford: Pergamon Press.
- [4] Esponda, D. O. 2018. *Estudio Mineragráfico de una Muestra Enviada por El Ing. Jorge Morales Zacarias, del Departamento de Investigación Metalúrgica Aplicada, del Centro Experimental Oaxaca del Servicio Geológico Mexicano. Oaxaca, Oax, Centro Experimental Oaxaca del Servicio Geológico Mexicano report*.

[5] Pineda, M. T. M. and A. Aragon. 2011. *Técnicas de caracterización aplicadas a la concentración de minerales*. Diplomado de Mineralurgia. U. d. Guanajuato. Guanajuato, Gto.: pág.: 1-30.

[6] Prieto, M. D. 2019. *Reporte de pruebas, flotación selectiva de la mena Cu-Zn, La Concepción*. Sinaloa, Grupo Minero RJL S.A. de C.V. RJL Mining Group report.

[7] Prieto, M. J. y E. R. Elorza. 2013. *Cinética de flotación de la mena de Palmarejo y su aplicación industrial*. Departamento de Ingeniería en Minas, Metalurgia y Geología. Guanajuato, Universidad de Guanajuato. Licenciatura: pág.:1 -136.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Análise microestrutural 38

Avaliação de estabilidade 1

### B

Biopolímeros 53

### C

Carajás 1, 2, 7, 12, 13

Cipó titica 43, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52

### E

Engenharia de Materiais 35, 42, 43, 53

Engenharia de Minas 14, 25, 55

Engenharia geotécnica 1

Engenharia Química 54

### F

Fator de segurança 2, 3, 4, 5, 10, 11

Fibras Lignocelulósicas 43, 44, 51, 52

Fibras sintéticas 43

Fundição 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42

### G

Geologia de engenharia 12

Geotecnia 55

### H

Heteropsisriedeliana Schott 43, 46, 50

### L

Lavra 2, 10, 14, 15, 18, 21, 25, 26, 55

Lignina 43, 47, 50, 51, 52

### M

Magnetic susceptibility 27, 33

Materiais 4, 16, 35, 36, 38, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 53

Meio ambiente 12, 43, 44  
Metalurgia extrativa 55  
Mineração 1, 3, 11, 12, 15, 19, 55

## **N**

NBR 13029 12  
NBR 30284 35, 36

## **P**

Pilha de disposição de estéril 1, 2, 3, 6, 7  
Polímeros Verdes 53  
Poropressão 5, 9, 10, 11  
Prevenção da corrosão 42  
Propriedades mecânicas 35, 37, 42, 45, 51  
Pyrite-Pyrrhotite 27, 29, 31

## **R**

Reaproveitamento de resíduos 45  
Recursos naturais alternativos 45

## **S**

Selective flotation 27, 33

## **T**

Teoria do equilíbrio limite 4  
Tratamento térmico de precipitação 36, 38

## **W**

Waste dumps 12



# COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA DE MINAS E MATERIAIS

- 
- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
  - ✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
  - 📷 @atenaeditora
  - 📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

COLEÇÃO

# DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE MINAS E MATERIAIS

- 
- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
- ✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
- 📷 @atenaeditora
- 📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)