

Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento
Ambiental, Cultural
e Socioeconômico

Leinig Antonio Perazolli
(organizador)

Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento
Ambiental, Cultural
e Socioeconômico

Leinig Antonio Perazolli
(organizador)

2021 by Editora Artemis
Copyright © Editora Artemis
Copyright do Texto © 2021 Os autores
Copyright da Edição © 2021 Editora Artemis



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). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof ^ª Dr ^ª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^ª Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^ª Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli
Imagem da Capa	peacestock/123RF
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^ª Dr.^ª Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”, Cuba*
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, *Universidade Federal de Uberlândia*
Prof.^ª Dr.^ª Amanda Ramalho de Freitas Brito, *Universidade Federal da Paraíba*
Prof.^ª Dr.^ª Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano, Peru*
Prof.^ª Dr.^ª Angela Ester Mallmann Centenaro, *Universidade do Estado de Mato Grosso*
Prof.^ª Dr.^ª Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Carmen Pimentel, *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*
Prof.^ª Dr.^ª Catarina Castro, *Universidade Nova de Lisboa, Portugal*
Prof.^ª Dr.^ª Cláudia Padovesi Fonseca, *Universidade de Brasília-DF*
Prof.^ª Dr.^ª Cláudia Neves, *Universidade Aberta de Portugal*
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, *Universidade Federal da Grande Dourados*
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Deuzimar Costa Serra, *Universidade Estadual do Maranhão*
Prof.^ª Dr.^ª Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, *Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal*
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, *Universidade de São Paulo*
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, *Universidade Federal de Roraima*
Prof.^ª Dr.^ª Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México*
Prof.^ª Dr.^ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*



Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca*, Espanha
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República*, Uruguay
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara*, México
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, *Universidade Federal do Triângulo Mineiro*
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, *Instituto Politécnico da Guarda*, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, *Universidade São Francisco*
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura*, Peru
Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof. Dr. Ivan Amaro, *Universidade do Estado do Rio de Janeiro*
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, *Universidade Federal do Amazonas*
Prof. Me. Javier Antonio Alborno, *University of Miami and Miami Dade College*, USA
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, *Universidade de Évora*, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, *UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros*
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid*, Espanha
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín*, Colômbia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, *Universidade Estadual Paulista*
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, *Universidade Federal de Goiás*
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, *Universidade de Passo Fundo*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, *Universidade Estadual Paulista*
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, *Universidade Federal de Sergipe*
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, *Universidade Federal de Ouro Preto*
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, *Universidade Federal da Bahia*
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, *Universidade Nova de Lisboa*, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, *Universidade Federal do Maranhão*
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, *Instituto Politécnico de Viseu*, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría"*, Cuba
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, *Universidade Federal de Lavras*
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, *Universidade Federal Fluminense*

Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia
Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Turpo Gebera Osbaldo Washington, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

C569 Ciência e tecnologia para o desenvolvimento ambiental, cultural e socioeconômico [livro eletrônico] / Organizador Leinig Antonio Perazolli. – Curitiba, PR: Artemis, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Edição bilíngue

ISBN 978-65-87396-52-1

DOI 10.37572/EdArt_201221521

1. Ciência – Brasil. 2. Inovações tecnológicas – Aspectos sociais. I. Perazolli, Leinig Antonio.

CDD 500

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

APRESENTAÇÃO

A publicação intitulada **“Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Ambiental, Cultural e Socioeconômico”** faz uma coletânea de resultados científicos, em diferentes áreas do conhecimento, exemplificando um modelo para a abordagem dos problemas relacionados ao desenvolvimento ambiental, cultural e socioeconômico da sociedade atual.

A obra se justifica ao apresentar caminhos para se atingir soluções positivas frente às grandes e variadas dificuldades que estamos observando nas últimas décadas, decorrentes de ações comerciais, do desejo de consumo e ao fato que as fontes são finitas, porém os desejos humanos não. Estas ações comerciais levam à destruição ambiental, massificação cultural e a problemas socioeconômicos devido à diferença de renda e ao aumento da frequência de desastres ambientais, os quais geram grandes prejuízos financeiros e humanos.

A obra se inicia relatando o estado da arte sobre o consumo ético, avança para a descrição da vulnerabilidade e do emprego sustentável de ecossistemas. Destaca a função dos processos de educação, peça fundamental para a evolução sustentável de qualquer sociedade e a importância da interrelação entre os municípios de diferentes países para a busca de objetivos comuns.

Na continuidade temos exemplos de resultados científicos positivos para o uso de tecnologias em diferentes áreas do conhecimento, desde o uso de micro-organismos e sementes para a produção de óleos e energia, tratamentos e recuperação de resíduos de minerais e propostas científicas avançadas nas áreas de separação líquido-líquido, magneto eletrônica e varistores. A obra também ilustra as consequências das ações negativas praticadas pela ação humana. Cabe destacar que se estas ações não forem evitadas, corrigidas e/ou readequadas as consequências dos desastres ambientais, com reflexos negativos em todas as áreas, poderão se tornar irreversíveis em questão de décadas.

A importância deste livro reside ao indicar caminhos para fomentar o desenvolvimento ambiental, cultural e socioeconômico de forma sustentável.

Quero externar meus sinceros agradecimentos aos autores dos trabalhos científicos e à Editora Artemis, pela organização desta obra.

Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli
UNESP – Instituto de Química de Araraquara/SP

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ESTADO DEL ARTE SOBRE CONSUMO ÉTICO EN LA ÚLTIMA DÉCADA: REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Javier Solano

David Zaldumbide Peralvo

Delia García Vences

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215211

CAPÍTULO 2..... 18

VULNERABILIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS A LA CONTAMINACIÓN POR NITRATO EN LA CUENCA DEL RÍO EBRO (ESPAÑA) MEDIANTE EL PROCEDIMIENTO LU-IV

Mercedes Arauzo Sánchez

María Valladolid Martín

Gema García González

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215212

CAPÍTULO 3..... 36

ECOSISTEMAS DE EMPRENDIMIENTO, DE LO NACIONAL A LO REGIONAL, SANTANDER UNA APUESTA

Mónica María Pacheco Valderrama

Olga Cecilia Alarcón Vesga

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215213

CAPÍTULO 4..... 47

O ENSINO MÉDIO POLITÉCNICO E A REALIDADE TECNOLÓGICA VIVENCIADA PELOS ALUNOS E PROFESSORES EM DUAS ESCOLAS DE PELOTAS- RS

Elis Regina Madeira da Porciúncula

Marcos Antonio Anciuti

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215214

CAPÍTULO 5..... 69

UNIVERSIDADES Y LA APROPIACIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE CHILE

Juan Ramón Contreras González

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215215

CAPÍTULO 6..... 89

COMPARACIÓN DE LA NORMATIVA DE CONTROL INTERNO Y EXTERNO MUNICIPAL ENTRE ECUADOR Y ARGENTINA

Verónica Ponce

Carlos Albert Ferreira

José Townsend

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215216

CAPÍTULO 7..... 103

EL USO DE LA BIOMASA DEL HONGO *Aspergillus niger* PARA LA ELIMINACIÓN DE METALES PESADOS DE AGUAS CONTAMINADAS

Ismael Acosta Rodríguez

Nancy Pacheco Castillo

Adriana Rodríguez Pérez

Juan Fernando Cárdenas González

Víctor Manuel Martínez Juárez

Francisco Navarro Castillo

Erika Enríquez Domínguez

Juana Tovar Oviedo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215217

CAPÍTULO 8..... 114

INFLUENCIA DE LA ENVOLVENTE CON BAJOS NIVELES DE TRANSMITANCIA EN EL CONSUMO ENERGÉTICO DE VIVIENDAS EN CLIMAS CÁLIDOS

María Victoria Mercado

Celina Filippín

Gustavo Barea

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215218

CAPÍTULO 9.....134

ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LA CUPRITA SINTETIZADA POR RUTA QUÍMICA

Orfelinda Avalo Cortez

David Pedro Martínez Aguilar

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215219


CAPÍTULO 10.....147

ACEITE DE LA SEMILLA DE AGUACATE, UNA REVISIÓN DESDE SUS POTENCIALIDADES

Lina González Asías

Amelia Espitia Arrieta

Jennifer Lafont Mendoza

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152110

CAPÍTULO 11.....159

ESTUDIOS QUÍMICOS REALIZADOS A LA SEMILLA DE *Moringa oleifera* Lam Y SU IMPACTO EN LA SALUD HUMANA: UNA REVISIÓN TEÓRICA

Jennifer Lafont Mendoza

William Negrete Humanez

Amelia Espitia Arrieta

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152111

CAPÍTULO 12.....171

ZONAS DE INFLUENCIA GENERADAS POR PROPIEDADES FÍSICAS PARA LA CARACTERIZACIÓN EN CAMPO DEL MATERIAL ROCOSO

Ernesto Patricio Feijoo Calle

Andrés Nicolás Aguirre Larriva

Bernardo Andrés Feijoo Guevara

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152112

CAPÍTULO 13..... 186

CARACTERIZACIÓN Y FLOTACIÓN DE APATITA CONTENIDAS EN RELAVE DE HIERRO

Luis Valderrama

Mario Santander

Oswaldo Gómez

Patricia Tapia
Patricio Muñoz
Bruno Zazzali

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152113

CAPÍTULO 14.....193

ESTUDO DE COMPÓSITOS COM MATRIZ DE ALUMÍNIO E RESÍDUOS DE MINÉRIO DE MANGANÊS POR SINTERIZAÇÃO AO AR NATURAL

Affonso Henrique Alves Ribeiro
Margarida Márcia Fernandes Lima
Rhelman Rossano Urzedo Queiroz
Rosa Malena Fernandes Lima

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152114

CAPÍTULO 15.....214

EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO APLICADA AO PROCESSO DE REFINO DE ETANOL COMBUSTÍVEL

Gabriel Manso Kozlowski Pitombeira
Leinig Antonio Perazolli
Elias de Souza Monteiro Filho

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152115

CAPÍTULO 16..... 227

EVIDENCING THE MAGNETOELECTRIC COUPLING IN BI1-XNDXFE03 COMPOSITIONS THROUGH FERROIC CHARACTERIZATIONS

Anuar Jose Mincache
Lilian Felipe da Silva Tupan
Odair Gonçalves de Oliveira
Ivair Aparecido dos Santos
Luiz Fernando Cótica

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152116

CAPÍTULO 17234

EFEITO DO COBALTO E ZINCO EM VARISTORES À BASE DE SNO_2

Glauco Meireles Mascarenhas Morandi Lustosa
João Paulo de Campos da Costa
Leinig Antônio Perazzoli
Biljana Stojanovic

Maria Aparecida Zaghete Bertochi

Elson Longo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152117

CAPÍTULO 18.....250

GRADUAÇÃO HISTOLÓGICA DOS GLIOMAS PELA ANÁLISE DA PERMEABILIDADE MICROVASCULAR POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Pedro Henrique Raffa de Souza

Rodrigo de Oliveira Plotze

Lucas Giansante Abud

Carolina Baraldi Araújo Restini

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152118

CAPÍTULO 19.....270

MONITORAMENTO DE ENCALHES DE ANIMAIS MARINHOS NA GESTÃO DA PESCA EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Viviane Korres Bisch

Roberto Sforza

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152119

SOBRE O ORGANIZADOR.....280

ÍNDICE REMISSIVO281

CAPÍTULO 12

ZONAS DE INFLUENCIA GENERADAS POR PROPIEDADES FÍSICAS PARA LA CARACTERIZACIÓN EN CAMPO DEL MATERIAL ROCOSO

Data de submissão: 12/08/2021

Data de aceite: 03/09/2021

Ernesto Patricio Feijoo Calle

Universidad del Azuay
Facultad de Ciencia y Tecnología
Cuenca-Ecuador
ORCID: 0000-0001-6901-7933
pfeijoo@uazuay.edu.ec

Andrés Nicolás Aguirre Larriva

Universidad del Azuay
Facultad de Ciencia y Tecnología
Cuenca-Ecuador
ORCID: 0000-0001-7391-8005

Bernardo Andrés Feijoo Guevara

Universidad del Azuay
Facultad de Ciencia y Tecnología
Cuenca-Ecuador
ORCID: 0000-0002-1089-1332

RESUMEN: En el desarrollo de la explotación de minas y canteras es importante determinar propiedades de la roca, en especial la resistencia a la compresión simple (RCS), ya que mediante este parámetro se pueden desarrollar clasificaciones de los macizos rocosos, como la del Rock Mass Rating (RMR) o Índice Q, con las cuales se evalúa la

estabilidad de las estructuras mineras, tanto a cielo abierto como en subterráneo. Este trabajo tuvo como objetivo proponer una metodología simple, sencilla y de aplicación práctica en el campo, para la caracterización del material rocoso, mediante la determinación aproximada de la resistencia a la compresión, propiedad de la roca importante en minería. La estimación de la resistencia a compresión se la propone con la aplicación de una metodología la cual valora las siguientes propiedades de la roca, que en esta investigación las denominamos: densidad, porosidad y absorción “en campo” y finalmente se evalúa el índice de carga puntual. Las propiedades físicas mencionadas se las puede establecer de una forma sencilla, pero metódica y en este trabajo se han ejecutado ensayos sobre 60 probetas de un mismo material o roca, proveniente de un sector denominado Cojitambo, provincia del Cañar (Ecuador). Los resultados obtenidos permiten la caracterización de la roca, a través de zonas de influencia generadas con las propiedades descritas, estableciendo para este trabajo que la RCS tiene valores entre los 42.48 MPa y 120.24 MPa, lo que categoriza al material rocoso como una clase de roca dura. Se pudo concluir que la propuesta evita el envío permanente de muestras a laboratorio, ahorrando tiempo y dinero, por lo tanto, se ha estructurado una metodología de cálculo para el objetivo planteado.

PALABRAS CLAVE: Compresión. Roca. Densidad. Porosidad. Absorción.

INFLUENCE ZONES GENERATED BY PHYSICAL PROPERTIES FOR THE CHARACTERIZATION OF ROCK MATERIAL IN THE FIELD

ABSTRACT: In the development of mining and quarrying, it is important to determine rock properties, especially unconfined compressive strength (UCS), since through this parameter rock mass classifications can be developed, such as the Rock Mass Rating (RMR) or Q Index, with which the stability of mining structures is evaluated, both open pit and underground. The objective of this work was to propose a simple, straightforward methodology and practical application in the field, for the characterization of the rock material, by means of the approximate determination of the unconfined compressive strength, an important property of the rock in mining. The estimation of the compressive strength is proposed with the application of a methodology which assesses the following properties of the rock, which in this research we call them: density, porosity and absorption “in the field” and finally the point load test index is evaluated. The physical properties mentioned can be established in a simple, but methodical way and in this work, tests have been carried out on 60 specimens of the same material or rock, coming from a sector called Cojitambo, province of Cañar (Ecuador). The results obtained allow the characterization of the rock, through zones of influence generated with the properties described, establishing for this work that the UCS has values between 42.48 MPa and 120.24 MPa, which categorizes the rocky material as a class of rock hard. It was possible to conclude that the proposal avoids the permanent sending of samples to the laboratory, saving time and money, therefore, a calculation methodology has been structured for the proposed objective.

KEYWORDS: Compression. Rock. Density. Porosity. Absorption.

1 INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de la explotación de minas y canteras es importante determinar la resistencia a la compresión simple de las rocas (RCS) ya que mediante este parámetro se pueden desarrollar clasificaciones de los macizos rocosos, como la del Rock Mass Rating (RMR) o Índice Q, con las cuales se determina la estabilidad de las estructuras mineras, tanto a cielo abierto como en subterráneo. La resistencia de una roca o de sedimentos no bien consolidados está influida por la mineralogía de sus partículas y por el contacto que hay entre ellas (BLYTH e FREITAS, 2003). Pero muchas veces debido a las condiciones en las cuales se encuentran las labores mineras, resulta complicado y a veces casi imposible enviar muestras de roca a laboratorios para determinar la RCS, y en estos tiempos es la problemática de los encargados de evaluar la estabilidad de las estructuras en el campo, por lo que se presenta la imperiosa necesidad de presentar alternativas in situ para la valoración de la RCS. En este trabajo se propone determinar propiedades físicas de las rocas y correlacionarlas con la RCS, para de esta manera obtener de una manera aproximada dicho parámetro. En la Mecánica de Rocas, que es la encargada

de estudiar las propiedades de las rocas y de los macizos rocosos, es muy importante definir algunas de ellas, que sin restar importancia a otras, se consideran prioritarias. El comportamiento de una masa o macizo de roca in situ es diferente de un material rocoso, debido a que el material rocoso es mucho más fuerte y un macizo rocoso presenta casi siempre sistemas de debilidades estructurales llamadas diaclasas (fracturas, fisuras, juntas, discontinuidades, fallas de varios tamaños). Prácticamente todas las rocas que forman los kilómetros de la corteza terrestre están atravesadas por fisuras y grietas de corta extensión (IRIONDO, 2006).

En este punto cabe analizar cada una de las propiedades de las rocas, que se verán involucradas en las diferentes propuestas de correlación de este trabajo, tomando en consideración que la heterogeneidad de los materiales o rocas usados siempre puede ser un limitante para su análisis. También, incluso en rocas aparentemente isótropas y homogéneas, entendiéndose como homogeneidad si dos muestras cualesquiera de una masa rocosa del mismo volumen e igualmente orientadas son idénticas desde todos los puntos de vista (RAGAN, 1980), las propiedades pueden variar según el grado de cementación o variaciones en la composición mineralógica.

2 METODOLOGÍA

Se denomina resistencia a la compresión simple de una roca (RCS) al esfuerzo medido sobre la misma de una manera técnica. Esta valoración o parámetro se debe a la necesidad de emplear clasificaciones de macizos rocosos. Estas clasificaciones son conocidas como clasificaciones geomecánicas y derivan de la diferencia existente entre las propiedades de la roca por su naturaleza y las del macizo, que presenta diferentes grados de fracturación y meteorización. Las clasificaciones geomecánicas son sistemas de valoración del comportamiento del terreno rocoso. Se basan en calificar numéricamente las propiedades y características específicas de la roca en un emplazamiento determinado y posteriormente obtener una calificación final como la suma de las valoraciones parciales. En la actualidad las clasificaciones geomecánicas se han generalizado y son ampliamente utilizadas, tanto en las fases de diseño como en las fases de ejecución, en todo tipo de obras en macizos rocosos. Es importante, por tanto, conocer las limitaciones y dificultades que presenta cada una de las clasificaciones (FEIJOO e IÑIGUEZ, 2020). Las diferentes clasificaciones toman en cuenta un parámetro fundamental, la resistencia a la compresión uniaxial o simple de la roca. La RCS es una medida de resistencia de la matriz rocosa, la cual representa el esfuerzo de compresión axial máximo que puede soportar una muestra de material antes de fracturarse. Este ensayo sirve para determinar

la resistencia a compresión de una probeta cilíndrica de roca de altura entre el doble y el triple del diámetro (FEIJOO e colab., 2019). Normalmente estas probetas se obtienen a partir de testigos de perforación. También se pueden obtener muestras a partir de bloques de roca; la extracción de estos bloques en la mina o en la obra se debe llevar a cabo sin voladuras, ya que éstas pueden generar en la roca nuevas microfisuras o aumentar las existentes, lo cual se traduciría en una pérdida de resistencia de las probetas que se obtengan de ellos. Averiguar la resistencia a compresión simple de una roca es importante porque permite clasificar la roca según su resistencia, es un parámetro importante en los criterios de rotura más utilizados (Mohr-Coulomb y Hoek-Brown) (DELGADO, 2013). La tabla 1 muestra una clasificación de las rocas y la resistencia a la compresión según la ISRM (International Society for Rock Mechanics) de 1981 (GALVÁN, 2015).

Tabla 1. Clasificación de la roca en base a la resistencia a la compresión según la ISRM.

Descripción	Resistencia a Compresión Simple (MPa)
Extremadamente blanda	< 1
Muy blanda	1 a 5
Blanda	5 a 25
Moderadamente blanda	25 a 50
Dura	50 a 100
Muy dura	100 a 250
Extremadamente dura	> 250

Fuente: ISRM 1981.

Una alternativa para determinar la RCS es el ensayo de carga puntual, el cual consiste en romper un pedazo de roca entre dos puntas cónicas de acero endurecido. Las muestras que son colocadas entre dichas puntas pueden ser de cualquier forma, pero lo recomendable es que su diámetro no sea inferior a 50 mm, ya que, el volumen de dicha probeta influye en su resistencia. La ecuación 1 nos permite calcular el índice de carga puntual sin corrección:

$$I_s = \frac{P}{De^2} \quad (1)$$

Dónde:

P = carga aplicada en N

De = diámetro del núcleo equivalente en mm

Se toman las distancias de los fragmentos los cuales deben cumplir con las disposiciones que se indican en la norma. La razón $0.3 < D/W < 1$ que de preferencia

quede cerca de 1. La distancia $L > 0.5W$ (L distancia del extremo de la roca a las puntas cónicas) y se conoce el W. En la ecuación 2 se determina el diámetro equivalente (De) en función de las dimensiones de los fragmentos irregulares:

$$De^2 = \frac{4WD}{\pi} \quad (2)$$

El índice de resistencia a la carga puntual corregido Is (50), de una muestra de roca se define como el valor de Is que se ha medido por una prueba diametral con $D = 50$ mm. Cuando una clasificación de roca es fundamental, el método más fiable para conseguir Is (50) es llevar a cabo las pruebas con diámetros de $D = 50$ mm o muy cercanos a dicho valor. La mayoría de las pruebas de carga puntual, son utilizando tamaños de muestras diferentes al diámetro mencionado (FEIJOO e ALMACHE, 2021). En la ecuación 3 podemos obtener la corrección de tamaño:

$$Is(50) = \left(\frac{De}{50}\right)^{0.45} \cdot Is \quad (3)$$

Finalmente, en la ecuación 4, podemos observar la relación que existe entre la resistencia a la compresión simple de la probeta de roca, relacionada con el índice de carga puntual.

$$RCS = 24 \cdot Is(50) \quad (4)$$

Las rocas presentan relaciones lineales y/o no lineales entre las fuerzas aplicadas y las deformaciones producidas, obteniéndose diferentes modelos de curvas de tensión contra deformación para distintos tipos de rocas (SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTE, 2016).

La densidad es una propiedad elemental y fundamental de los materiales, relacionada con la naturaleza de sus constituyentes y la existencia de espacios vacíos entre ellos. La densidad (ρ) se define como la masa (M) por unidad de volumen (V), y se expresa en g/cm^3 .

Conocida la masa y el volumen de una muestra rocosa se determina de forma inmediata su densidad. En los materiales porosos tanto la masa como el volumen admiten ciertas matizaciones y, en consecuencia, se pueden establecer distintos tipos de densidad. Fundamentalmente se distingue dos: “densidad de los granos minerales” y “densidad de la roca seca”. También se consideran otros tipos de densidad, obtenidos a partir de distintos ensayos, como la “densidad de la roca húmeda” (para un determinado contenido en humedad) y la “densidad corregida” o “densidad del esqueleto” (cuando

el volumen de roca no incluye los poros abiertos pero incluye los cerrados) (ALONSO, 2013). La obtención de la masa de la muestra de una roca no es un problema, únicamente es necesario que esté seca, por lo que los distintos métodos se diferencian en el procedimiento seguido para determinar el volumen. Un método sencillo, es el de generar prismas de roca con medidas más o menos iguales y mediante el uso de un calibrador se determina el volumen de las mismas.

La porosidad en rocas es definida como la razón entre el volumen de los espacios vacíos entre la roca y el total volumen aparente de la roca, también se refiere a la probabilidad de encontrar vacíos en el volumen total (GALVÁN e RESTREPO, 2016). Así también el contenido de humedad presente en una roca es la relación existente entre el agua contenida en los poros de la roca y la masa de las partículas de la roca misma. Si el sólido se encuentra directamente en contacto con el agua líquida, todos estos poros capilares son rápidamente saturados de agua, hablándose entonces de absorción capilar (ONTIVEROS e VILLEGAS, 1996). Esta propiedad, será para alguna roca mayor que para otras, y en este punto podemos hablar de la velocidad con la cual absorbe el agua la probeta, a través de su capilaridad, propiedad denominada sorptividad (HOWLAND e MARTÍN, 2013).

La base de cualquier trabajo es la planificación de las actividades a realizar. Para cumplir con el objetivo disponemos de una serie de herramientas, unas para aplicar en campo y otras en laboratorio.

Para el desarrollo de la propuesta se inicia con la obtención de muestras de un sector denominado Cojitambo, presenta una morfología de tipo multiforme, es una formación volcánica en la provincia del Cañar (Ecuador) (FEIJOO e ROMÁN, 2019). Estas muestras se toman de afloramientos, pero trabajando en los mismos para que la matriz rocosa extraída sea sana y no contenga ningún tipo de alteración o descomposición. Es muy importante que las muestras tengan superficies frescas y limpias, que nos permita realizar una valoración correcta del estado de la roca a la cual se procede a realizar los ensayos (FEIJOO e PADRÓN, 2020). Realizada la toma de muestras se las prepara para la elaboración de probetas, en lo posible de iguales dimensiones. Las probetas preparadas tienen las siguientes dimensiones aproximadamente: 5 cm x 5 cm x 12 cm y en total se elaboran 60 probetas.

Figura 1. Muestras o probetas de roca.



En la primera fase se ejecutaron las pruebas para la obtención de lo que denominamos densidad en campo, para lo cual con una balanza de precisión se obtiene la masa y con sus dimensiones se obtuvieron sus respectivos volúmenes (BRITO, 2020).

$$\rho = \frac{M_i}{V_i} \quad (5)$$

Donde:

ρ = densidad en campo en $\frac{g}{cm^3}$

M_i = masa inicial en g

V_i = volumen inicial en cm^3

En una segunda parte, luego de haber determinado masa y volumen de cada probeta, las mismas se proceden a introducir en un horno convencional, a temperatura constante de 75 °C, por el tiempo que sea necesario hasta que la masa de cada probeta se mantenga constante, es decir hasta que no se produzca más pérdida de humedad de la misma. A esta prueba o etapa la denominamos porosidad en campo de la roca. El tiempo necesario para esta etapa está en el orden de 4 a 5 días.

Figura 2. Probetas de roca en horno para secado.



La porosidad en campo de las diferentes probetas la obtenemos mediante la siguiente relación (BRITO, 2020):

$$\eta = \frac{M_i - M_f}{V_i} \times 100 \quad (6)$$

Donde:

η = porosidad en campo en %

M_f = masa al fin del secado en g

Como tercera etapa, luego de que las probetas se han estabilizado en su masa y luego de haberlas dejando a temperatura ambiente por al menos 7 días, se procede a ejecutar la prueba que hemos denominado absorción en campo, la cual consiste en introducir la probeta en un vaso de precipitado de capacidad de un litro, conteniendo agua hasta los 500 cm³. Esta prueba se puede decir que es con sorptividad constante, ya que se introduce la probeta por una hora exacta y luego de eso se obtiene la nueva masa de la probeta.

Figura 3. Probetas de roca en vaso para absorción de agua.



Para la determinación de la absorción en campo utilizamos la siguiente relación (BRITO, 2020):

$$\omega = \frac{M_a - M_i}{V_i} \times 100 \quad (7)$$

Donde:

ω = absorción en campo en %

M_a = masa final con agua en g

Obtenidos todos estos resultados, se procede nuevamente a mantener las probetas a temperatura ambiente por otros 14 días, hasta que las mismas vuelvan a sus condiciones originales de ser posible.

Finalmente con las probetas, se inicia con el proceso de carga puntual, en una prensa construida para el efecto, la prensa se la puede observar en la figura 4. Con este ensayo obtenemos el valor de $I_s(50)$ en MPa.

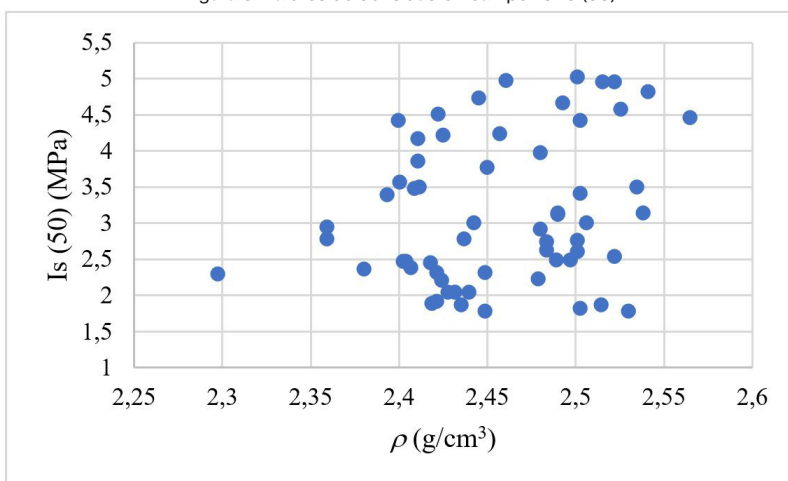
Figura 4. Prensa para determinación de $I_s(50)$.



3 DESARROLLO Y DISCUSIÓN

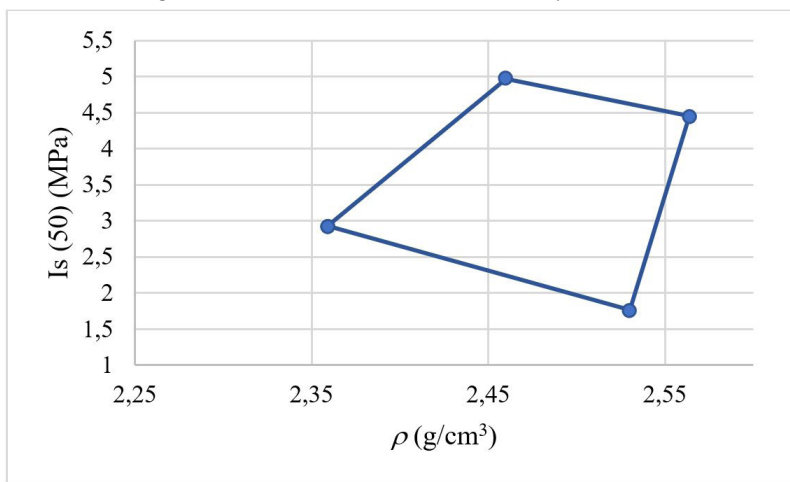
Luego de evaluar los resultados, tabla 2, se ha establecido que la densidad en campo presenta una serie de valores que varían entre los 2.29 a los 2.56 g/cm³, pero si graficamos todos los valores, con sus respectivos $I_s(50)$, podemos observar que no cabe la posibilidad de obtener una línea de tendencia (Figura 5).

Figura 5. Valores de densidad en campo vs. $I_s(50)$.



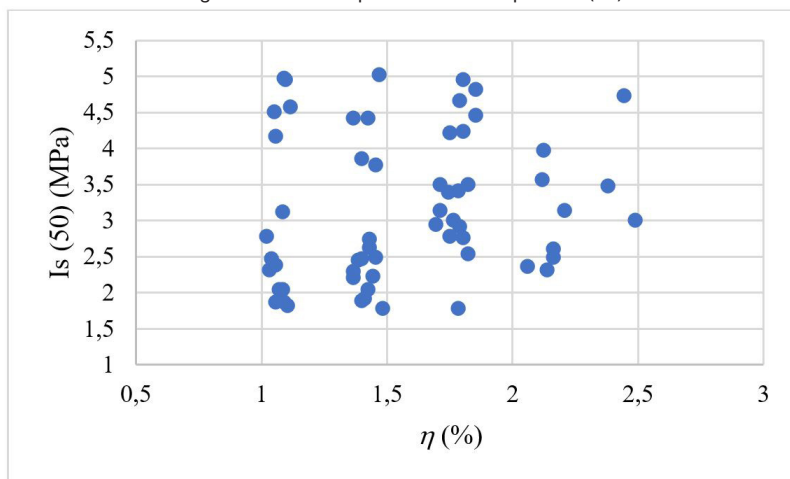
Esta situación permite obtener una área de influencia, la cual la podemos definir mediante inecuaciones y la gráfica de la misma se la puede observar en la figura 6.

Figura 6. Area de influencia de densidad en campo vs. Is (50).



Analizados los datos de porosidad en campo, figura 7, estos presentan valores desde 1.01 hasta 2.49 %, y si los graficamos con los valores de Is (50), podemos ver, al igual que en la densidad, que no cabe una línea de tendencia, pero si una zona de influencia (figura 8).

Figura 7. Valores de porosidad en campo vs. Is (50).



De igual manera los datos de absorción en campo presentan un rango de valores de entre 1.06 a 3.63 %, pudiendo observar que al graficar los resultados con los valores de Is (50) no presenta una buena línea de tendencia, al igual que en las propiedades anteriores, pero si una zona de influencia (figuras 9 y 10).

Figura 8. Area de influencia de porosidad en campo vs. Is (50).

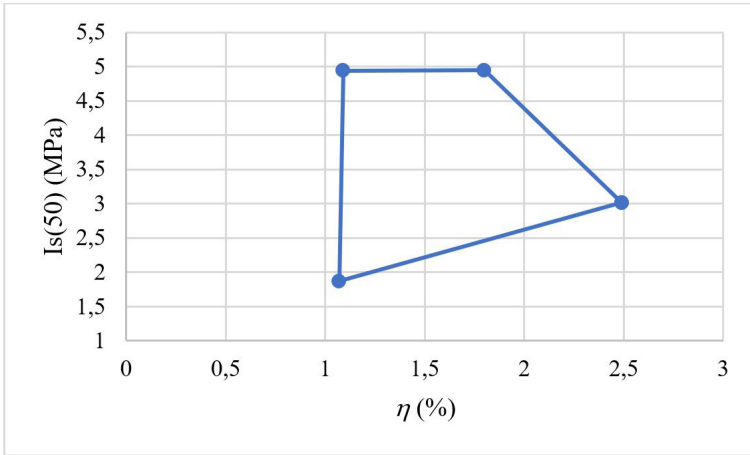


Figura 9. Valores de absorção em campo vs. Is (50).

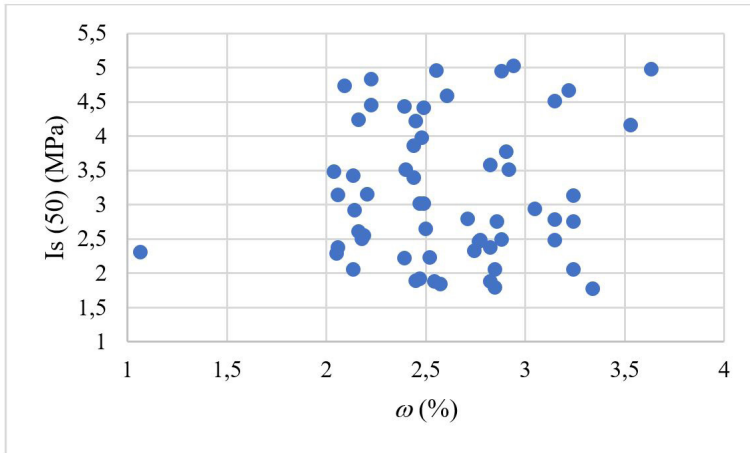
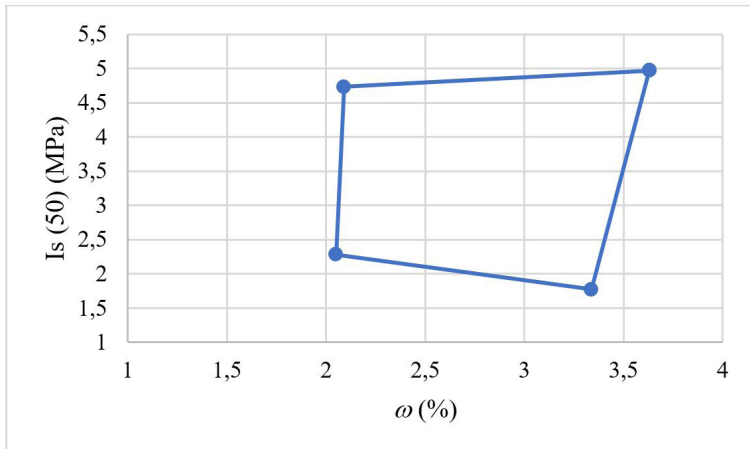


Figura 10. Area de influencia de absorção em campo vs. Is (50).



Dadas las condiciones y debido a los datos analizados, se propone que para la caracterización del material rocoso, se deben establecer condiciones, en este caso de cada una de las áreas o zonas de influencia, obtenidas de la densidad, porosidad y absorción con sus respectivas correlaciones con el $I_s(50)$. Estas condiciones las podemos esquematizar mediante inecuaciones y en consecuencia cuando obtengamos datos de nuevas probetas, se podrá caracterizar, siempre que se cumpla con las inecuaciones presentadas. A continuación esquematizamos dichas condiciones:

$$\left\{ \begin{array}{l} I_s(50) \leq 20.2\rho - 44.7 \\ I_s(50) \leq -5\rho + 17.3 \\ I_s(50) \geq 78.8\rho - 197.6 \\ I_s(50) \geq -6.8\rho + 18.9 \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} I_s(50) \geq 0.8\eta + 1 \\ I_s(50) \leq 153.5\eta - 162.4 \\ I_s(50) \leq 4.9 \\ I_s(50) \leq -2.8\eta + 10 \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} I_s(50) \geq 10.9\omega - 34.8 \\ I_s(50) \geq -0.4\omega + 3.1 \\ I_s(50) \leq 61.2\omega - 123.3 \\ I_s(50) \leq 0.16\omega + 4.4 \end{array} \right.$$

Los valores de $I_s(50)$ deben presentarse en MPa, los valores de densidad (ρ) en g/cm^3 y los valores de porosidad (η) y absorción (ω) en %.

Para la roca estudiada, la cual presenta valores de $I_s(50)$ entre 1.77 y 5.01 MPa, la resistencia a la compresión simple se valora entre 42.48 y 120.24 MPa.

Tabla 2. Datos y Resultados.

muestra	a	b	c	V_i	M_i	ρ	M_f	η	M_a	ω	$I_s(50)$
	cm	cm	cm	cm^3	g	g/cm^3	g	%	g	%	MPa
1	4.9	4.9	11.9	285.7	693	2.43	688	1.75	700	2.45	4.2
2	4.9	4.9	11.8	283.3	692	2.44	687	1.76	699	2.47	3.0
3	4.7	5.0	11.9	279.7	697	2.49	692	1.79	706	3.22	4.7
4	4.8	4.9	11.8	277.5	693	2.50	687	2.16	701	2.88	2.5
5	5.0	4.9	11.7	286.7	701	2.45	694	2.44	707	2.09	4.7
6	4.8	4.9	11.8	277.5	694	2.50	688	2.16	700	2.16	2.6
7	5.0	4.9	11.9	291.6	694	2.38	688	2.06	700	2.06	2.4
8	4.9	5.0	12.0	294.0	708	2.41	701	2.38	714	2.04	3.5
9	4.9	4.9	11.8	283.3	680	2.40	674	2.12	688	2.82	3.6
10	4.9	4.8	12.0	282.2	700	2.48	694	2.13	707	2.48	4.0
11	4.8	4.9	11.7	275.2	674	2.45	670	1.45	682	2.91	3.8
12	4.9	4.8	11.8	277.5	694	2.50	689	1.80	703	3.24	2.8
13	4.9	4.7	11.7	269.5	691	2.56	686	1.86	697	2.23	4.5
14	5.0	5.0	11.8	295.0	696	2.36	691	1.69	705	3.05	2.9
15	4.8	4.9	11.9	279.9	694	2.48	689	1.79	700	2.14	2.9
16	4.9	5.0	11.7	286.7	686	2.39	681	1.74	693	2.44	3.4
17	5.0	4.9	11.7	286.7	691	2.41	687	1.40	698	2.44	3.9
18	4.8	4.8	11.8	271.9	690	2.54	684	2.21	696	2.21	3.2
19	4.9	4.9	11.7	280.9	704	2.51	697	2.49	711	2.49	3.0
20	4.8	5.0	11.9	285.6	696	2.44	691	1.75	705	3.15	2.8
21	4.7	4.9	11.9	274.1	691	2.52	688	1.09	698	2.55	4.9
22	4.9	4.9	11.7	280.9	703	2.50	698	1.78	709	2.14	3.4
23	4.8	4.9	11.8	277.5	682	2.46	677	1.80	688	2.16	4.2
24	4.9	4.9	11.9	285.7	692	2.42	689	1.05	701	3.15	4.5
25	4.8	4.9	11.9	279.9	695	2.48	691	1.43	702	2.50	2.6
26	4.9	4.9	11.9	285.7	687	2.40	683	1.40	696	3.15	2.5
27	5.0	4.9	11.9	291.6	726	2.49	721	1.71	732	2.06	3.1
28	4.8	4.8	11.7	269.6	685	2.54	680	1.85	691	2.23	4.8
29	4.8	4.8	11.8	271.9	680	2.50	676	1.47	688	2.94	5.0

30	4.8	4.8	11.9	274.2	695	2.53	690	1.82	703	2.92	3.5
31	5.0	5.0	11.7	292.5	732	2.50	728	1.37	739	2.39	4.4
32	5.0	4.9	11.9	291.6	703	2.41	698	1.71	710	2.40	3.5
33	4.9	4.9	11.8	283.3	683	2.41	680	1.06	693	3.53	4.2
34	4.9	4.8	11.8	277.5	698	2.51	693	1.80	706	2.88	4.9
35	4.8	4.9	11.8	277.5	691	2.49	688	1.08	700	3.24	3.1
36	4.7	4.8	11.9	268.5	678	2.53	675	1.12	685	2.61	4.6
37	4.8	4.9	11.7	275.2	677	2.46	674	1.09	687	3.63	5.0
38	4.9	4.9	11.7	280.9	674	2.40	670	1.42	681	2.49	4.4
39	4.9	4.9	12.0	288.1	692	2.40	689	1.04	700	2.78	2.5
40	4.9	4.7	11.9	274.1	691	2.52	686	1.82	697	2.19	2.5
41	4.9	4.9	11.9	285.7	691	2.42	687	1.40	698	2.45	1.9
42	4.9	4.9	11.8	283.3	686	2.42	682	1.41	693	2.47	1.9
43	4.9	4.9	11.7	280.9	683	2.43	680	1.07	691	2.85	2.0
44	4.7	4.9	11.8	271.8	680	2.50	677	1.10	687	2.58	1.8
45	5.0	5.0	11.7	292.5	672	2.30	668	1.37	678	2.05	2.3
46	4.9	4.9	11.7	280.9	682	2.43	678	1.42	688	2.14	2.1
47	4.9	5.0	11.9	291.6	706	2.42	703	1.03	714	2.74	2.3
48	4.8	4.9	11.9	279.9	695	2.48	691	1.43	703	2.86	2.7
49	5.0	4.9	11.8	289.1	699	2.42	695	1.38	707	2.77	2.5
50	4.9	4.9	11.7	280.9	688	2.45	683	1.78	696	2.85	1.8
51	4.9	4.9	11.8	283.3	682	2.41	679	1.06	690	2.82	2.4
52	4.9	4.9	11.7	280.9	688	2.45	682	2.14	691	1.07	2.3
53	4.8	4.9	11.8	277.5	688	2.48	684	1.44	695	2.52	2.2
54	5.0	5.0	11.8	295.0	696	2.36	693	1.02	704	2.71	2.8
55	4.8	4.8	11.7	269.6	682	2.53	678	1.48	691	3.34	1.8
56	4.9	4.9	11.8	283.3	690	2.44	687	1.06	698	2.82	1.9
57	4.9	4.8	11.8	277.5	677	2.44	674	1.08	686	3.24	2.1
58	5.0	5.0	11.7	292.5	709	2.42	705	1.37	716	2.39	2.2
59	4.9	4.8	11.7	275.2	692	2.51	689	1.09	699	2.54	1.9
60	4.9	4.8	11.7	275.2	685	2.49	681	1.45	691	2.18	2.5

Fuente: autores.

4 CONCLUSIONES

La metodología planteada nos permite determinar que la roca del Cojitambo tiene una densidad en campo que va desde los 2.29 a 2.56 g/cm³, porosidad en campo entre 1.01 a 2.49 % y absorción en campo de 1.06 a 3.63 %.

El índice de carga puntual de la roca del Cojitambo, varía desde 1.77 a 5.01 MPa, lo cual permite determinar que la RCS está entre los 42.48 y 120.24 MPa, lo que categoriza al material rocoso como una clase de roca dura.

Este tipo de roca puede ser usada para elementos ornamentales o de construcción, debido a que su resistencia a compresión simple, mantendría una durabilidad en el tiempo, pero al mismo tiempo permite una maniobrabilidad en el trabajo de destaje.

Una vez evaluados los resultados, que se han obtenido en las experiencias llevadas a cabo, reconocemos el empleo del procedimiento para la valoración de la resistencia a la compresión simple (RCS) de las rocas y caracterizarla por medio de la densidad en campo, porosidad en campo, absorción en campo e I_s (50), mediante la generación de zonas de influencia.

Este trabajo presenta una metodología de trabajo simple y sencilla, para la caracterización de la roca en un proyecto minero, por lo que su puesta a punto debe profundizarse con un mayor número de muestras de diferentes tipos de rocas y de esta forma el proceso sea avalado.

REFERENCIAS

ALONSO, F. **Propiedades Físicas: Densidad y Porosidad**. Oviedo, España: Universidad de Oviedo, 2013.

BLYTH, F. e FREITAS, M. **Geología para Ingenieros**. Mexico D.F.: CECSA, 2003.

BRITO, E. **Caracterización del material rocoso mediante ensayos físicos de campo**. 2020. Universidad del Azuay, 2020.

DELGADO, C. **Evaluación de un cambio Tecnológico para el Procesamiento de Minerales de Alta Dureza**. Santiago, Chile: Universidad de Chile, 2013.

FEIJOO, P. e ALMACHE, P. **Characterization of rock material by point load strength index test and direct cut**. Minerva, 2021.

FEIJOO, P. e FLORES, C. e FEIJOO, B. **The Concept of the Granulometric Area and Its Relation with the Resistance to the Simple Compression of Rocks**. IESTEC, p. 52–56, 2019.

FEIJOO, P. e IÑIGUEZ, C. **CORTE EN ROCAS Y SU RELACIÓN CON LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE**. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação Iberian Journal of Information Systems and Technologies, 2020.

FEIJOO, P. e PADRÓN, J. **LA RESISTIVIDAD DE ROCAS Y SU RELACIÓN CON LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE EN MINA**. Minerva, 2020. Disponible em: <<http://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/296>>.

FEIJOO, P. e ROMÁN, M. **CORRELACIÓN ENTRE LA DEFORMACIÓN Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ROCAS**. Minerva, 2019. Disponible em: <<https://www.uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/112>>.

GALVÁN, M. **Mecánica de Rocas: Correlación entre la Resistencia a Carga Puntual y la Resistencia a Compresión Simple**. Cali, Colombia: Universidad del Valle, 2015.

GALVÁN, M. e RESTREPO, I. **Correlación de la resistencia a la compresión uniaxial con la humedad y porosidad eficaz en rocas**. Medellín. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2016.

HOWLAND, J J e MARTÍN, A R. **Estudio de la absorción capilar y la sorptividad de hormigones con áridos calizos cubanos Study about the capillary absorption and the sorptivity of concretes with cuban limestone aggregates**. v. 63, p. 515–527, 2013.

IRIONDO, M. **Introducción a la Geología**. Cordova, Argentina: Ediciones del Rio, 2006. v. 43. Disponible em: <<https://online210.psych.wisc.edu/wp-content/uploads/>>.

ONTIVEROS, E. e VILLEGAS, R. **Programa de normalización de estudios previos y control de calidad en las intervenciones**. 1996.

RAGAN, D. **Geología Estructural**. Barcelona. España: Omega, 1980.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTE. **Manual de Diseño y Construcción de Túneles de Carreteras**. México D. F., México: Secretaria de Comunicaciones y Transporte, 2016. Disponível em: <[http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/35612/1/Trabajo de Titulacion.pdf](http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/35612/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf)> <<https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GUIA-METODOLOGICA-EF.pdf>>.

SOBRE O ORGANIZADOR

Leinig Antonio Perazolli possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá (1986), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (1991) e doutorado em Química pela Universidade Federal de São Carlos (1996). Atualmente é professor Livre Docente III do Instituto de Química - Unesp / Araraquara. Tem experiência na área de Engenharia de Materiais e Metalúrgica com estudos de Sinterização de Cerâmicos e obtenção de Foto catalisadores Cerâmicos e na área de História da Ciência com ênfase em Química e Engenharia Química. Atua na área de pesquisa nos seguintes temas: óxido de titânio, óxido de estanho, sinterização, voltados para a foto catálise e cerâmicas eletrônicas. Na área de extensão universitária desenvolve trabalhos sobre História da Ciência e da Engenharia Química e sobre a Química das Coisas. Leciona disciplinas na área de Química Tecnológica, Engenharia Química e História da Ciência.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorción 106, 107, 110, 142, 171, 176, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 188
Aceite 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 169
Aguacate 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158
Aislación térmica 114, 115, 117, 120, 131, 132
Análisis 1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 16, 20, 23, 24, 26, 30, 32, 69, 86, 87, 89, 90, 95, 116, 129, 131, 134, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 144, 162, 163, 167, 173, 186, 188, 189
Antimicrobiana 134, 135, 136, 148, 158, 161, 169
Apatita 186, 187, 188, 189, 191
Aplicaciones 43, 160
A-site substitutions 227
Aspergillus niger 103, 104, 105, 111, 112, 113
Avaliação 47, 58, 59, 63, 64, 66, 67, 68, 250, 253, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 264, 265, 268, 273, 278, 279

B

BiFeO₃ 227, 228, 231, 232, 233
Biomasa 103, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 160

C

Climas cálidos 114, 117, 129, 130
Cohesión social 69
Combustíveis renováveis 214
Composición proximal 160, 168
Compresión 121, 171, 172, 173, 174, 175, 182, 183, 184
Consumidor ético 1, 2, 7, 11, 14
Consumo energético 114, 115, 116, 117, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 217
Consumo ético 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16
Consumo responsable 1
Contaminación Difusa 18, 19, 22, 33
Control interno 89, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102
Cuprita 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145

D

Densidad 166, 171, 175, 177, 179, 180, 182, 183, 193, 197, 206, 207, 211, 238, 239, 243, 245, 246

Deposição eletroforética 234, 235, 237, 240, 248

Desarrollo 8, 18, 20, 21, 32, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 69, 70, 75, 76, 77, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 102, 149, 153, 154, 155, 167, 170, 171, 172, 176, 179, 187

Difusão 207, 234, 235, 241, 243, 245, 254

Difusão de Cromo 235

E

Ecosistemas de Emprendimiento 36, 37, 38

Emancipatória 47, 58, 59, 64, 66, 68

Emprendimiento 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

Espectroscopia 200, 251, 253, 268

Etanol 214, 215, 216, 217, 221, 222, 224, 225

Ética del consumo 1

Extração líquido-líquido 214, 218, 221, 222, 223, 224, 225

F

Ferric properties 227

Flotación 186, 187, 188, 189, 190, 191

G

Glioma 250, 251, 252, 253, 254, 267, 268, 269

Glioma Astrocítico 251

I

Imagem de Perfusão 251

M

Materiais compósitos com matriz de alumínio 193, 194

Metales pesados 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111

Moringa oleífera Lam 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 167, 168, 169

Municipios locales 89

N

Normas 1, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 89, 95, 97, 100, 102

O

Óxido 109, 134, 135, 136, 137, 145, 146, 196, 235

Óxido de estanho 235

P

Percepção 6, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 69, 70, 71, 74, 75, 76, 79, 81, 82, 83, 84, 87, 88

Perfusão 251, 253, 254, 255, 256, 258, 259, 261, 264, 265, 267, 268

Permeabilidade Capilar 251

Porosidad 171, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 184

Potencialidades 65, 147, 148, 149, 169

Procedimiento LU-IV 18, 19, 20, 21, 23, 27, 28, 29, 30, 31, 32

Q

Quelônios marinhos 270, 271, 275

R

Relave 186, 188, 189, 191, 192

Remoción 98, 100, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110

Resíduos de mineração 194

Ressonância Magnética 250, 251, 253, 254, 268

Roca 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 182, 183, 184

S

Santander 36, 37, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 186

Semillas 147, 155, 159, 160, 161, 162, 164, 169

SIG 18, 20, 270, 272

Sinerização Microondas Varistores 235

Sinterização 193, 194, 196, 197, 206, 207, 208, 210, 211, 234, 236, 237, 240, 241, 243, 244, 245, 246, 249

Sistemas de Información Geográfica 19, 20

Staphylococcus aureus 134, 135, 136, 142, 144, 145, 146

T

Tecnologias 47, 49, 52, 53, 57, 59, 60, 67, 68, 79, 83, 120, 145, 184

U

Unidades de Conservação 270, 272, 273, 274, 276, 277

UNIFAC 214, 215, 218, 219, 221

Universidad compleja 69, 88

Z

Zonas Vulnerables a la Contaminación por Nitrato (ZVN) 18, 19