

**Proceedings of a Workshop on  
Development of Mineral, Energy, and  
Water Resources and Mitigation of  
Geologic Hazards in Central America**

*Edited by Richard D. Krushensky, Simon M. Cargill, and Gary L. Raines*

**Curso de Accion de un taller sobre  
Desarrollo de Recursos Minerales,  
Energía, y Agua y Mitigación de Riesgos  
Geológicos en Centroamerica**

*Redactado por Richard D. Krushensky, Simon M. Cargill, y Gary L. Raines*

---

**U.S. GEOLOGICAL SURVEY CIRCULAR 1006**

*Prepared in cooperation with the U.S.  
Agency for International Development*

*A workshop concerning needs and  
opportunities for resource development*

*Preparado con la cooperación de la Agencia  
para el Desarrollo Internacional*

*Un taller concerniente a las necesidades y  
oportunidades para el desarrollo de recursos*

UB/TIB Hannover 89

111 530 016



# CONTENTS

## INDICE

Introduction	1
Objectives	1
Participants	1
Specific subjects discussed	1
Agenda	2
Introducción	5
Objetivos	5
Participantes	5
Sujetos específicos	5
Agenda	6
Geological Situation in Guatemala, by Oscar Salazar	9
Situación Geológica en Guatemala, por Oscar Salazar	11
Current Geological Situation in El Salvador, by Ricardo Burgos	13
Situación Actual de la Geología en El Salvador, por Ricardo Burgos	19
Current Geological Situation in Honduras, by Carlo Hugo Rivera	25
Situación Actual de la Geología en Honduras, por Carlo Hugo Rivera	28
Use of Water, Energy, and Mineral Resources and the Reduction of Geologic Risks in Panama, by Jose Saenz	31
Aprovechamiento de los Recursos Hidrológicos, Energéticos, y Minerales y la Disminución de los Riesgos Geológicos en Panama, por Jose Saenz	33
Present Geological Situation in Costa Rica, by Rolando Castillo	35
Situación Actual de la Geología en Costa Rica, por Rolando Castillo	45
Report on Geological Work in Belize, by Prasada Rao and Clinton Gardiner	56
Reporte sobre el Trabajo Geológico Realizado en Belice, por Prasada Rao y Clinton Gardiner	58
The Interamerican Development Bank and the Development of Minerals and Fossil Fuels in Central America, by Bernardo F. Grossling	61
El Banco Interamericano de Desarrollo y el Desarrollo de Minerales y Recursos Energéticos en America Central, por Bernardo F. Grossling	63
An Integrated Program of Energy and Mineral Resources Support for Central America, by Ronald K. Lohrding and John T. Whetten	65
Programa de Asesoramiento Integrado de Recursos Minerales y Energéticos para América Central, por Ronald K. Lohrding y John T. Whetten	67
Developing a Comprehensive Data Base for Mineral-Resource Planning and Development in Central America, by Byron R. Berger, Dennis P. Cox, James E. Case, Donald A. Singer, Carroll A. Hodges, John P. Albers, and Roger P. Ashley	69
Creación de una Base de Datos Completos para el Planeamiento y Desarrollo de Recursos Minerales en América Central, por Byron R. Berger, Dennis P. Cox, James E. Case, Donald A. Singer, Carroll A. Hodges, John P. Albers, y Roger P. Ashley	83
Coal Resource Assessment in Central America, by Edwin R. Landis	98

Evaluación de Recursos Carboníferos en América Central, por Edwin R. Landis	100
Offshore Resources, by N. Terence Edgar	102
Recursos de Aguas Afuera, por N. Terence Edgar	104
Minerals and Agriculture in Central America, by Thomas D. Fouch, James B. Cathcart, Richard A. Sheppard, and David Z. Piper	106
Los Minerales y la Agricultura en América Central, por Thomas D. Fouch, James B. Cathcart, Richard A. Sheppard, y David Z. Piper	109
Geothermal Resource Assessment for Central America, by Wendell A. Duffield	113
La Evaluación de Recursos Geotérmicos en Centroamérica, por Wendell A. Duffield	114
Selecting a Strategy for Reducing Landslide Losses, by Russell H. Campbell	115
Selección de Una Estrategia para Reducir las Pérdidas por Derrumbes, por Russell H. Campbell	118
Volcano Hazards in Central America, by Wendell A. Duffield	122
Riesgos Volcánicos en Centroamérica, por Wendell A. Duffield	123
USGS Cooperative Earthquake Hazard-Reduction Programs in Central America: A Review, Some Significant Results, and Recommendations, by Randall A. White	124
Programas Cooperativos del Servicio Geológico de los Estados Unidos para Reducción de Riesgos por Terremotos en Centroamérica: Una Revisión, Algunos Resultados Significativos, y Recomendaciones, por Randall A. White	129
The Bureau of Mines—Functions and Capabilities, by Harold J. Bennett	134
Oficina de Minas—Funciones y Aptitudes, por Harold J. Bennett	137
Management and Development of Surface and Ground Waters, by Ferdinand Quinones Marquez	140
El Manejo y Desarrollo de las Aguas Superficiales y Subterráneas, por Ferdinand Quinones Marquez	150
Water Resources Development—The Experience of the U.S. Bureau of Reclamation, by Richard H. Ives	160
Desarrollo de los Recursos Hídricos—Experiencia de la Oficina de Recuperación de los Estados Unidos, por Richard H. Ives	162
Regional Geological Framework Studies—A Necessary Foundation for Resource Development Programs, by Robert C. McDowell	165
Estudios Regionales de la Estructura Geológica—Una Base Necesaria para los Programas de Desarrollo de Recursos, por Robert C. McDowell	167
Library Resources, Information Management, and National Earth-Science Programs, by George Goodwin	170
Recursos para Biblioteca, Manejo de Información, y Programas Nacionales de las Ciencias de la Tierra, por George Goodwin	172
Precious-Metal Deposits in Volcanic Terranes, by Roger P. Ashley and Byron R. Berger	174
Depósitos de Metales Preciosos en Terrenos Volcánicos, por Roger P. Ashley y Byron R. Berger	183
Deposit Models in Resource Assessment and Mineral Exploration, by Dennis P. Cox and Donald A. Singer	192
Modelos de Yacimientos en Distribución de Recursos y Exploración Mineral, por Dennis P. Cox y Donald A. Singer	194
The Application of Electrical Geophysical Methods to Resource Assessment in the Tropics, by Donald B. Hoover	196
La Aplicación de los Métodos Geofísicos Eléctricos en la Evaluación de los Recursos en los Trópicos, por Donald B. Hoover	200

Geochemical Exploration for Mineral Resources in Tropical Environments of Central America and the Caribbean, by Sherman P. Marsh	205
Exploración Geoquímica de Recursos Minerales en los Ambientes Tropicales de Centroamérica y el Caribe, por Sherman P. Marsh	210
Expert Systems Research in Regional Resource Evaluation: Experiences in the Application of Microcomputer Technologies, by Richard B. McCammon	216
Sistemas Idóneos de Investigación en Recursos de Evaluación Regional: Experiencias en la Aplicación de Tecnologías Microcomputarizadas, por Richard B. McCammon	217
Current Geobotanical Remote-Sensing Techniques for Humid Regions, by Nancy Milton	218
Técnicas Geobotánicas Actuales de Percepción a Distancia para Regiones Húmedas, por Nancy Milton	223
Discussion Group 1: The Role of Geologic Framework Studies in a National Earth-Science Program	228
Grupo de Discusión 1: El Papel que Desempeñan los Estudios de Estructura Geológica en un Programa Nacional de Ciencias de la Tierra	230
Discussion Group 2: Geologic Hazards	232
Grupo de Discusión 2: Peligros Geológicos	236
Discussion Group 3: Water-Resource Management	240
Grupo de Discusión 3: Manejo de Recursos de Agua	242
Discussion Group 4: Mineral Resource Assessment	244
Grupo de Discusión 4: Asesoría de Recursos Minerales	246
Discussion Group 5: Regional-Resource Assessment	248
Grupo de Discusión 5: Asesoramiento de Recursos Regionales	249
Discussion Group 6: The Future of Exploration in Central America	250
Grupo de Discusión 6: El Futuro de la Exploración en Centroamérica	252
Discussion Group 7: Training, Technology Transfer, and Information Management	254
Grupo de Discusión 7: Entrenamiento, Transferencia de Tecnología y el Manejo de Información	256
ICAITI's Role as a Regional Geological Center, by Gabriel Dengo	258
Función del ICAITI como Organismo Geológico Regional, por Gabriel Dengo	261
Conclusions	264
Conclusiones	265
Invited Participants	266
Participantes Invitados	266