



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
División de Ciencias de la Tierra
Proyecto PAPIME PE-101320



Charcas

San Luis Potosí.



SOBRE LOS PARTICIPANTES.

Trabajamos en este proyecto profesores de carrera de la Facultad de Ingeniería, profesores de asignatura, técnicos académicos, estudiantes de la carrera de Ingeniería Geológica y de la de Ingeniería de Minas y Metalurgia, técnicos académicos del Instituto de Geología y del Instituto de Geofísica.

ACADÉMICOS

Adela Margarita Reyes Salas, Doctora en Ciencias área Geología. Técnica académica especialista en Microsonda electrónica.

Aldo Ramos Rosique Doctor en Geología, profesor de carrera imparte las asignaturas Melalogenia y Petrología Ígnea en la Facultad de Ingeniería.

Alfredo Victoria Morales, Ingeniero Geólogo, profesor de carrera imparte las asignaturas, Mineralogía, Yacimientos minerales y técnicas determinativas y Petrología Metamórfica. En la Facultad de Ingeniería. **RESPONSABLE DEL PROYECTO.**

Carlos Heinrich Schulze Scheirber, Dr. en Ciencias área Geología, profesor de asignatura impartió Mineralogía, Metalogenia, Petrología Metamórfica.

Karina Martínez Bautista, Ingeniera Geóloga, ayudante de Profesor y Profesor de la asignatura Mineralogía. En la Facultad de Ingeniería.

Javier Medina Escutia, Ingeniero Geólogo, profesor de las asignaturas Mineralogía y Mineralogía Óptica. En la Facultad de Ingeniería.

Juan Carlos Cruz Ocampo, Ingeniero Geólogo, Gemólogo, Trabaja en Vinculación en el Instituto de Geología.

Lauro Bucio Galindo, Dr. En Física. Especialidad Cristalográfia. Trabaja en el Instituto de Física.

Leticia Alba Física, Técnica académica en del Instituto de Geología especialista en Espectrometría de Raman.

Marco Antonio Rubio Ramos Ingeniero Geólogo, profesor de la asignatura Geología Aplicada a la Minería, Prospección y Exploración Minera y Temas Selectos de Exploración Minera en la Facultad de Ingeniería.

Mayumy Amparo Cabrera Dra. En ciencias. Área Geología Marina. Técnica académica, profesora de la asignatura Geología Marina, Sedimentología y Petrología.

Oscar Irazaba, Ingeniero Geólogo, Curador del Museo de Geología de la UNAM.

Patricia Girón García, Química, Técnica académica especialista en Fluorescencia y difracción de Rayos X. Trabaja en el del Instituto de Geología.

Sonia Ángeles García. Química. Técnica académica especialista en Microscopía electrónica de barrido.

Teodoro Hernández Treviño, Ingeniero Geólogo, Técnico Académico, trabaja en el LUGIS del Instituto de Geofísica, es profesor de Mineralogía Óptica y Tierra Sólida en la

Licenciatura de Ciencias de la tierra que se imparte en La Facultad de Ciencias, profesor de Petrología en la Facultad de Ingeniería. CORRESPONSABLE DEL PROYECTO.

ESTUDIANTES

Adrián Gómez, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Minas y Metalurgia. Prestador de Servicio Social.

Ana Briseida Solís Corona, estudiante de la carrera de Ingeniería Geológica. Prestadora del Servicio Social. Becaria del Proyecto.

Lizbeth Rosillo Sicardo de la Carrera de Ingeniería en Minas y Metalurgia. Prestadora de Servicio Social.

Jimena Méndez Terán, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Minas y Metalurgia. Prestadora de Servicio Social.

Irvin Jonathan Cruz Ojeda, estudiante de la carrera de Ingeniería Geológica. Preparó como trabajo de titulación, el material didáctico Cristaloquímica. Becario del Proyecto.

Jorge Ramón Mendoza Zurita, estudiante de la carrera de Ingnería Geológica. Se encuentra trabajando la Tesis de licenciatura. Los minerales de La Mina La Ojuela, Mapimí, Durango. Becario del proyecto.

Mónica Regina Gómez Aguilar, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Minas y Metalurgia. Prestadora de Servicio Social.

Santiago Armando Zarate Soto, estudiante de la carrera de Ingeniería Geológica. Becario del Proyecto.

INTRODUCCIÓN

La Mineralogía es una ciencia que sirve como sustento en los estudios geológicos. México es un país que cuenta con una amplia diversidad geológica, en nuestro territorio afloran rocas de casi todos los tipos conocidos, donde predominan las rocas ígneas, principalmente volcánicas, e inclusive existen zonas con vulcanismo activo, por lo que contamos con una gran variedad mineralógica, y alrededor de 80 minerales son “minerales tipo” mexicano, quiere decir que fueron encontrados y descritos por primera vez en localidades mexicanas.

México tiene una amplia tradición minera, en la época colonial se formó gracias a la exploración de recursos mineros. Hoy en día Pueblos mágicos y grandes ciudades subsisten gracias al desarrollo esta industria, e incluso alrededor del 4% del PIB lo aporta la minería. La Mineralogía nace para satisfacer las necesidades de la minería. Conocer la mineralogía de un distrito minero resuelve problemas de exploración, explotación, procesos de beneficio y abatimiento de la contaminación que conlleva el trabajo minero.

La difusión de la mineralogía es un esfuerzo que durante años profesores, investigadores y alumnos de la Facultad de Ingeniería, han estado llevando a cabo. Como parte de este esfuerzo se planea hacer una Guía de excursiones a localidades mineralógicas de México, que servirán para la planeación de prácticas de campo, excursiones para eventos de ciencias de la tierra, inclusive como guía de congresos, cuyo contenido tendrá sitios de interés, con historia del Distrito Minero, tipo de yacimiento mineral, minerales de interés económico y de colección, rutas de carreteras y coordenadas.

En una primera etapa de la metodología que se lleva a cabo para la elaboración de la Guía de localidades mineralógicas de México, se han seleccionado a las cinco primeras localidades de las cuales se ha realizado una síntesis sobre el tipo de yacimiento, historia del Distrito Minero al que pertenecen y una lista de los minerales reportados en esos sitios.

Objetivo

Reforzar la difusión de la mineralogía, con un panorama general de la ocurrencia de minerales en el territorio nacional, con ejemplos de localidades tipo donde se pueden colectar ejemplares facilitando su ubicación a través de las distintas excursiones mineralógicas. Para fortalecer la formación integral del estudiante de Mineralogía, asignatura que se imparte en las carreras de Ingeniería Geológica, Licenciatura en Ciencias de la Tierra, Licenciatura en Geología, Ingeniería de Geología Ambiental, Ingeniería en Minas y Metalurgia, Ingeniería Geofísica y de las demás licenciaturas relacionadas con las Ciencias de la Tierra.

CHARCAS, SAN LUIS POTOSÍ.

El Distrito Minero de Charcas se encuentra a 120 km al norte de la ciudad de San Luis Potosí en el estado del mismo nombre, es un distrito que ha sido explotado desde 1574 y desde entonces no se ha interrumpido la extracción de mineral, actualmente es uno de los yacimientos minerales más importantes en la producción de Zinc en México.

Este sitio es importante mineralógicamente porque es posible encontrar en las obras mineras fabulosos cristales de danburita, datolita, ninfotovita y calcita.

¿CÓMO LLEGAR?

Se puede acceder desde la ciudad de San Luis Potosí por la carretera federal Número 49 rumbo a Zacatecas, a la altura del poblado El Entronque se toma la desviación a la derecha rumbo a Charcas, siguiendo la carretera 63, antes de llegar se pasan los poblados Moctezuma y Venado. También se puede llegar a Charcas tomando la autopista Número 57 San Luis Potosí - Matehuala hasta el entronque a mano izquierda con la carretera 63 rumbo a Charcas. Figura 1.

Las minas más importantes del Distrito son explotadas por Grupo México y la Unidad Minera de esta empresa se encuentra a 4 kilómetros al oeste del poblado de Charcas. Para entrar a las instalaciones de la Unidad Charcas, es necesario hacer una cita con las autoridades de la Unidad.

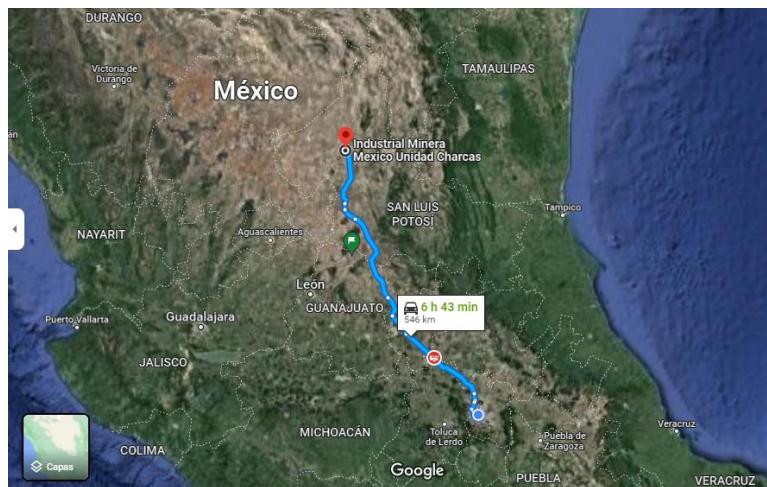


Figura 1. Plano de localización de la Unidad Charcas y vías de acceso. Tomado de INEGI México 2022

BREVE RESEÑA HISTÓRICA.

La historia de este sitio durante la época colonial inicia en 1526 cuando don Juan de Oñate funda la población de Real de la Natividad. Se tienen indicios que la primera mina que entró en operación en esta área fue Charcas Viejas localizada a 2 km al suroeste de la comunidad que hoy se conoce como Labor de la Cruz, a partir de la cual se formó la Población de Charcas. En ese tiempo el altiplano era habitada

por los Huachichiles, grupo indígena muy belicoso que en varias ocasiones destruyeron diferentes poblaciones mineras, dado el interés en los recursos mineros del lugar se desató la guerra chichimeca, razón por la cual se re ubicó la población de Charcas donde se encuentra actualmente.

En 1583 se descubren e inician los trabajos en las vetas Leones y Santa Isabel, y durante mucho tiempo se explotaron en las zonas de óxidos utilizando para recuperar los valores de plata el método de patio. Casi son abandonadas cuando se llegó a la zona de sulfuros, pero a comienzos del siglo XX utilizando el método de flotación selectiva se le dio un nuevo auge que dura hasta la fecha.

BREVE RESEÑA GEOLÓGICA.

El Distrito Minero de Charcas se localiza en la provincia fisiográfica de la Mesa Central muy cerca del límite occidental de las sierras bajas de la Sierra Madre Oriental.

En la zona de la mina afloran rocas que van desde rocas clásicas del Triásico, calizas del mesozoico y derrames riolíticos del Terciario. Siendo la secuencia carbonatada (Formación Cuesta del Cura del Cretácico) la más importante porque es en ellas es donde se alojan los cuerpos mineralizados que forman las vetas y mantos por reemplazamiento.

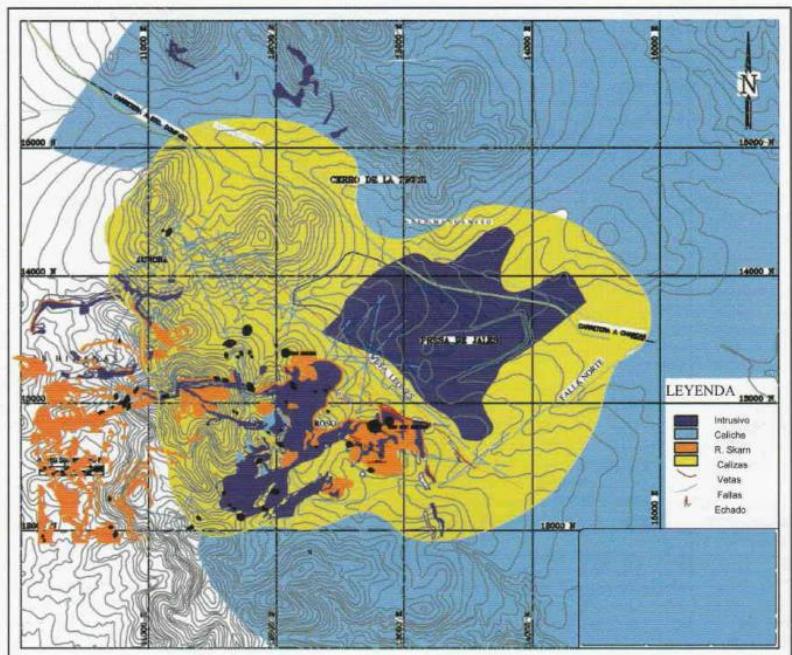


Figura 2. Mapa geológico de la zona minera de Charcas, modificado de Aranda-Rodríguez (2009).

La secuencia sedimentaria fue intrusionada por un cuerpo granítico-granodiorítico denominado tronco el Temeroso, el cual fue datado por el método K - Ar en biotita obteniendo una edad de 46.6 millones de años. De él salen una gran cantidad de diques riolíticos o graníticos rellenando fracturas pre mineralización, en cuyos contactos con las calizas se localizan algunos cuerpos mineralizados. En el contacto intrusivo con la secuencia encajonante se formaron skarn de granate con calcita y corneanas cuarzo feldespáticas, en el contacto del skarn y la caliza se observan cuerpos mineralizados. Algunas calizas sufrieron metamorfismo térmico transformándose a mármoles.

El modelo de yacimiento corresponde con un skarn de metales base, con vetas mesotermales.

Después de la mineralización la zona sufrió una serie de fallamientos debidos a una tectónica conocida como Basin and Range, que desplazaron los cuerpos mineralizados como se aprecia en la figura 3.

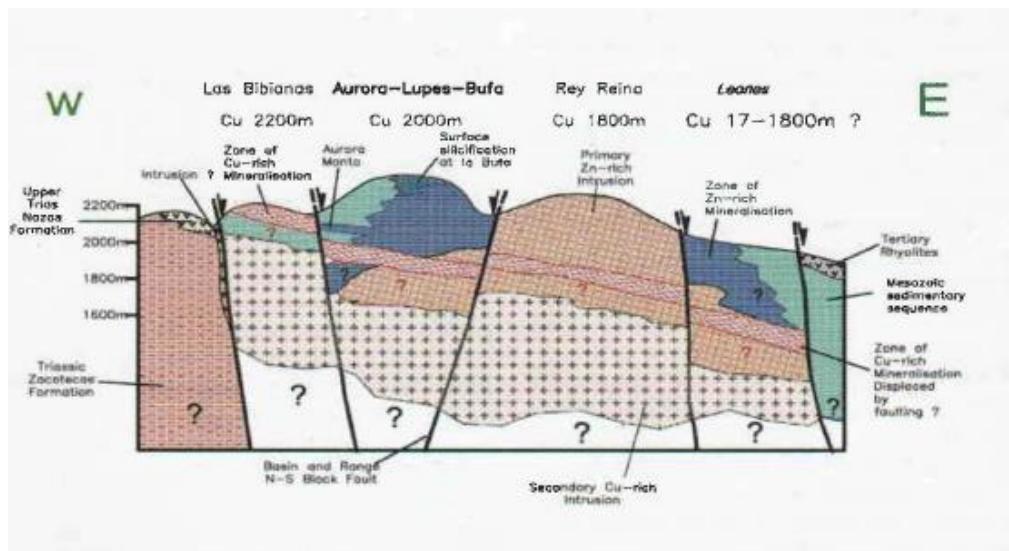


Figura 2. Diagrama de una sección del distrito minero de Charcas donde se observa el desplazamiento de los cuerpos minerales por efecto de la tectónica de Basin and Range. Tomado de Aranda-Rodríguez 2009.

MINERALOGÍA.

Estudios mineralógicos detallados de esta localidad no se encuentran publicados, uno de los estudios más completos es la tesis doctoral de Butler, J. 1972 en Castañeda 1988, que ha servido como base para conocer algo de la mineralogía en publicaciones sobre este distrito, el cuadro paragenético se muestra en figura 4, donde no se incluyen los boratos que han hecho famoso a este Distrito Minero. En esta secuencia paragenética se distinguen dos períodos de mineralización una etapa inicial de sulfuros de metales base *etapa hipogénica*, y una segunda etapa de la zona de oxidación *etapa supergénica* con minerales de la zona de óxidos como plata nativa, goethita y hematita. Se aprecia una zona intermedia que parece una *zona de enriquecimiento* con el depósito de covelita, digenita y calcocita. Tampoco incluye a la mineralización prograda del skarn lo cual sugiere que su estudio solo se ha realizado en la zona de vetas.

De acuerdo con las observaciones texturales observadas en las rocas del distrito y de reconocimientos en las minas, se concluye que los boratos corresponden a la etapa retrogada del skarn, la ocasionó la formación de los depósitos de zinc, plomo y plata junto con los boratos y calcita que generaron además las vetas.

LOS MINERALES FAMOSOS DEL DISTRITO MINERO DE CHARCAS.

Danburita

El más famoso de los minerales del Distrito Charcas, S. L. P. por la calidad y tamaño que alcanzan sus cristales.

El nombre de este mineral se debe a la localidad donde se encontró que es Danbury, Fairfield, en Connecticut, Estados Unidos.

Es un mineral alocromático que varía de incoloro, blanco, ligeramente rosado, a amarillo. Pertenece al sistema ortorrómbico. Tienen lustre vítreo, una dureza de 7 a 7.25 en la escala de Mohs; su peso específico varía de 2.97 a 3.02.

En el distrito de Charcas se han encontrado con un tamaño que varía de unos cuantos milímetros hasta 30 cm de longitud. Su color es de blanco a ligeramente rosado y es posible obtener cristales muy diáfanos de incoloros a rosados que tienen calidad gema, Cruz-Ocampo, et al 2007.

Se presenta intercresida con otros sulfuros principalmente esfalerita, cuarzo, calcita y datolita. Muchos cristales son reemplazados por calcita, produciendo muy bellos pseudomorfos, incluso se disuelve produciendo cristales esqueléticos de calcita. Últimamente se han obtenido cristales de danburita intercresidos con algunos cristales de cuarzo color violeta (Amatista para los gemólogos).

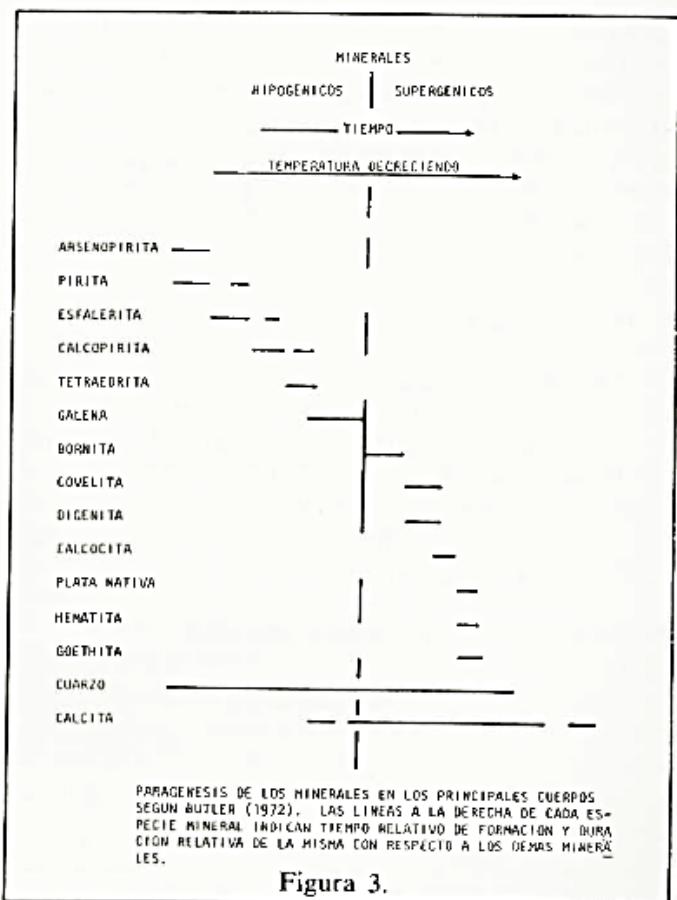


Figura 3.



Figura 3. Cristales de danburita, colección Alfredo Victoria-Morales.

Nifontovita

La fórmula química de este mineral es $\text{Ca}_3\text{B}_6\text{O}_6(\text{OH})_{12} \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$, su nombre es en honor del geólogo ruso Roman V Nifontov (1901-1960) explorador de yacimientos minerales, encontrada el año de 1961 en la Mina Novofrolovo, Montes Urales, Rusia.

Lustre vítreo, transparente, de color incoloro a gris, con dureza 3.5, raya blanca, peso específico 3.5, fluorescente en color violeta con luz ultravioleta de onda larga. Sistema cristalino monoclínico, de hábito prismático.



Figura 3. En Charcas en la mina Rey y Reina se han encontrado cúmulos con cristales aislados de este mineral como el que se observa en la siguiente fotografía tomada de mindat.org



Figura 4. Intercricimiento de nifontivita, colección Alfredo Victoria-Morales.



Figura 5. Cristales de nifontovita, Mina Fuka, ciudad de Bicchu, Kawakama Co., Okayama Pref., Japón.

Datolita.



Figura 6. Aglomerado de cristales de datolita procedentes de la mina Rey de Charcas.

Su nombre proviene del griego, *dateisthai*, que significa "dividir", porque los agregados granulares se disgregan muy fácil.

La composición química ideal de este mineral es $\text{CaBSiO}_4(\text{OH})$, pertenece al sistema monoclínico prismático, es de lustre vítreo, dureza 5.5 en la escala de Mohs, peso específico de 2.8 a 3.0, es un mineral alocromático, en el área de Charcas es de color verde a verde pálido y blanco. Su raya es blanca.



Figura 7. Grupo de cristales de datolita biterminados de hasta 3,3 cm de ancho con una dispersión de inclusiones marrones. Pozo de boro, Dal'Negorsk, Rusia.



Figura 8. Izquierda, cristales de datolita con epidota y calcita. Derecha, drusa de datolita con cristales de calcopirita y esfalerita bandeada. Muestras de la colección Alfredo Victoria-Morales.

Calcita.

Su nombre proviene del latín *calx* que significa cal y fue propuesto por Wilhelm Karl Ritter Von Haidinger en 1845, este personaje fue un mineralogista, geólogo y físico austriaco que descubrió el fenómeno óptico del pleocroísmo. Nació en Viena Austria el 5 de febrero de 1795 y murió en el distrito de Modliing, Austria, el 19 de marzo de 1871. El nombre calcita sustituye al de kalkspat y que es el nombre aplicado a la cal en alemán.

La calcita tiene como fórmula ideal CaCO_3 , es un mineral de lustre vítreo, de diáfano a opaco, alocrómatico con casi todos los colores, como este fenómeno es debido muchas veces a centros de color, los cristales tienden a volverse blancos con el tiempo. Es el mineral índice de dureza 3 en la escala de Mohs con raya blanca. Tiene crucero rómbico perfecto

Este mineral es muy abundante y según los cristalógrafos es el mineral con el mayor número de hábitos en la naturaleza, Charcas no podía ser la excepción, este sitio es famoso por sus cristales en forma de prisma hexagonal que forman drusas y están reemplazando a cristales de danburita y cuarzo entre otros, en esta zona se considera un mineral hipogénico y también supergénico, de ahí que reemplace a los boratos.



Figura 9. Cristales de calcita. Se observan combinaciones de prismas hexagonales y romboedros. Colección Alfredo Victoria-Morales.

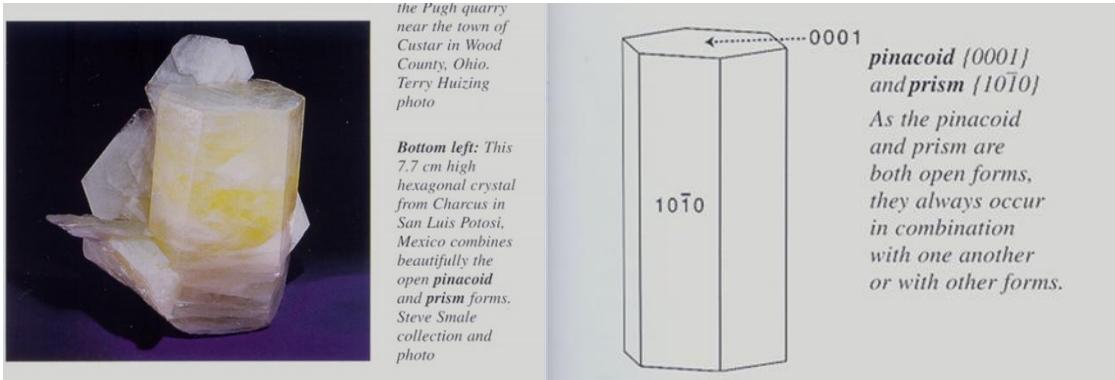


Figura 10. Cristal de calcita formando un prisma hexagonal de 7.7 cm de altura, una hermosa combinación de las formas abiertas de prisma y pinacoide. Colección de Steve Smale quien también tomó la foto.