

## COMPOSICIÓN Y CAUSAS DE DETERIORO EN MATERIALES DE LA ZONA MAYA

María de la Gracia Ledezma Díaz  
ENCRM-INAH



### Objetivo

Proporcionar al Restaurador un compendio de la caracterización de las rocas que conforman el Sureste de México, las principales causas de deterioro que imperan en esta zona, y sus efectos resultantes que se pueden observar sobre los materiales pétreos.

### Antecedentes

Ha quedado establecido por diferentes Investigadores, que toda la Península de Yucatán presenta la misma columna geológica, o sea, que está constituida por los mismos tipos de rocas, con ligeras variaciones en las zonas costeras y en las zonas de cuencas fluviales.

Habiéndose tenido oportunidad de estudiar la composición y el comportamiento de materiales pétreos provenientes de los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo, así como de Chiapas, se puede ofrecer un resumen de la composición de las rocas predominantes en estas zonas, el cual confirma lo establecido en el párrafo anterior. Las rocas predominantes son:

calizas arrecifales (C arr).- Calizas con huellas y restos de organismos arrecifales. Predominan en las zonas costeras.

calizas dolomíticas (C dol).- Calizas dolomíticas, con proporciones variables de magnesio.

calizas arenosas (C aren).- Calcarenitas. Rocas calcáreas compuestas por cantidades variables de arenas (sascab principalmente), cementadas con carbonato de calcio.

calizas arcillosas (C arc).- Calcilutitas. Rocas calcáreas compuestas por cantidades variables de materiales pulverulentos, cementados por

carbonato de calcio. Las arcillas predominantes son montmorillonitas e illitas.

calizas ferruginosas (C fer).- Calizas con altos contenidos de óxidos de hierro, principalmente hematita y limonita. Predominan en las zonas de cuenca fluvial geológica (Palenque y Sur de Quintana Roo).

calizas silíceas (C sil).- Porcelanitas. Rocas calcáreas con cantidades variables de sílice amorfa.

calizas yesosas (C yes).- Calizas con cantidades variables de yeso.

brechas calcáreas (B cal).- Las brechas son fragmentos de diferentes tipos de calizas, mezclados y recementados con carbonato de calcio.

De acuerdo con estas composiciones mineralógicas, las especies químicas componentes de la mayoría de estas rocas son:

- carbonato de calcio  $\text{CaCO}_3$
- carbonato de magnesio  $\text{MgCO}_3$
- sulfato de calcio  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- sílice  $\text{SiO}_2$
- arcillas montmorilloníticas  $(\text{Mg}, \text{Ca})_x(\text{Al}, \text{Si})_y\text{O}_{10} \cdot n\text{H}_2\text{O}$
- arcillas illíticas  $\text{H}_2\text{KAl}_3(\text{SiO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
- óxidos de hierro  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (hematita) y  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  (limonita).

La distribución promedio de cada una de estas familias de rocas sería:

	C arr	C dol	C aren	C arc	C fer	C sil	C yes	B cal
Chis. Palenque	-	*	-	*	*	*	-	-
Yuc. Chichen Itzá	-	*	-	*	-	*	-	*
Camp. Bekán	*	*	*	*	*	*	*	*
Q. Roo. Tulum	*	*	-	*	-	*	*	*
Chakalal	*	*	*	*	-	*	*	*
Pta. Venado	*	*	-	-	*	*	-	*
Xcaret	*	*	-	-	-	*	-	*
Dzibanché	*	*	*	*	*	*	*	*
Kohunlich	-	*	*	*	*	*	*	*

## **FACTORES DE DETERIORO**

1. Alta humedad y alta temperatura ambientales.
2. Altas concentraciones de ácido carbónico, debido al bióxido de carbono ambiental.
3. Erosión pluvial.
4. Acción de microorganismos. En las zonas costeras se deberá agregar:
5. Erosión eólica.
6. Aporte de cloruros de la brisa marina. Como factores de deterioro debidos a la composición de las rocas, se pueden citar:
7. Presencia de compuestos de magnesio, que son más solubles que los de calcio.
8. Presencia de sulfatos hidratados (yeso), que son fácilmente solvables.
9. Presencia de arcillas ilíticas y/o montmorilloníticas que constantemente absorben y pierden agua.

## **CICLOS NATURALES**

Los ciclos naturales de erosión y degradación que actúan constantemente sobre los materiales son:

- A. La humedad y temperatura ambientales son suficientes para hidrolizar compuestos que forman parte de las rocas, incluso a los compuestos de hierro.
- B. La alta humedad produce disolución, arrastre y depositación de sales solubles.
- C. El ácido carbónico somete a los materiales calcáreos al ciclo disolución-arrastre-carbonatación superficial.
- D. Ataque químico superficial de las rocas, debido a la presencia de agentes reactivos derivados del metabolismo de la microflora y la microfauna.
- E. En algunas zonas deberá sumarse el deterioro causado por los desechos de aves y murciélagos. En las zonas costeras se deberá considerar también que:
- F. Los cloruros que provienen de la brisa marina, someten a los materiales calcáreos a un ciclo cloruros-carbonatos- cloruros.

Contra la acción de estos ciclos naturales, hasta la fecha es poco lo que se ha podido hacer, pero si se continúa trabajando en forma interdisciplinaria, podrían intentarse acciones tendientes por lo menos a reducir o retardar el deterioro.

## **EFFECTOS DE DETERIORO**

Una vez que se han planteado los factores de deterioro, se pueden resumir los efectos que causan en los diferentes tipos de rocas y en los aplanados:

### **1. Humedad**

a) Efecto físico de expansión y contracción al absorber o perder agua el material poroso.

Resultado:

- Rocas suaves (dolomíticas), aplanados y estucos agrietados o bofos, que pueden desmoronarse y desprenderse fácilmente.

b) Efecto físico de arrastre y depositación de sales solubles.

Resultado:

- Aplanados y estucos agrietados, y desprendimientos parciales o totales.

c) Efecto fisicoquímico de solvatación de compuestos hidratados.

Resultado:

- Calizas yesosas porosas por pérdida de material, y depositación del yeso (sulfato de calcio hidratado) en la superficie de los muros y en los aplanados.
- Calizas ferruginosas porosas por pérdida de material, y depositación del óxido férrico hiperhidratados como manchas rojizas en la superficie de los muros y aplanados.

d) Efecto fisicoquímico de hidrólisis de compuestos poco solubles o solvatables, los cuales pueden reaccionar en esta fase con cualquier contaminante en su trayecto hacia el exterior del muro.

Resultado:

- Calizas arrecifales y calizas dolomíticas porosas por pérdida de material y notorios "escurrimientos" de los materiales hidrolizados que salen al exterior del muro.

## 2. Acido carbónico

a) Disolución del carbonato de calcio en el interior de los muros y/o aplanados, y su recarbonatación en la superficie.

### Resultado

- Rocas y aplanados porosos por pérdida de material, y veladuras de carbonatos sobre muros, aplanados y capas pictóricas.
- En el caso de calcarenitas, calcilutitas y calizas ferruginosas, al disolverse el cementante, las partículas quedan sueltas, dando por resultado rocas pulverulentas.
- Exfoliación de calizas silíceas, por disolución de las microcapas de carbonatos.

## 3. Erosión pluvial

a) El golpe directo de la lluvia sobre materiales pulverulentos o frágiles, termina por desprenderlos.

### Resultado:

- Oquedades en las rocas por arrastre de partículas sueltas.

## 4. Acción de microorganismos

a) Formación de costras de alteración, por reacción del sustrato con los metabolitos de los microorganismos.

### Resultado:

- Todas las rocas, excepto las silíceas, se encuentran muy porosas en superficie, y muestran una visible alteración de color.

## 5. Erosión eólica

a) El impacto del viento sobre las estructuras es suficiente para producir un patrón de "careado" concéntrico, circular o elipsoidal. Si el viento levanta arena de la playa, ésta actúa erosionando aún más la superficie de los muros.

### Resultado:

- Aplanados y rocas suaves con oquedades concéntricas en los puntos más débiles. Superficies erosionadas y desprendimientos locales de partículas sueltas en las rocas.

## 6. Aporte de cloruros de la brisa marina

a) Estos cloruros pueden ser considerados como contaminantes, y pueden reaccionar con los compuestos solubles de calcio y magnesio, produciendo compuestos solubles que migran hacia la superficie de los muros y escurren hacia las partes bajas de las estructuras.

Resultado:

- Calizas cada vez más porosas, con "escurrimientos" carbonatados, que pueden llegar a formar estalactitas y estalagmitas.

## 7. Presencia de magnesio

a) Los compuestos de magnesio son más solubles que los de calcio, y no recarbonatan en la superficie, produciéndose pérdida de material.

Resultado:

- Calizas dolomíticas porosas por pérdida de material soluble.
- Aplanados cremosos por captar compuestos higroscópicos de magnesio. A la larga, desprendimiento parcial o total de estos aplanados.

## 8. Presencia de yeso

Resultado:

- La solvatación del yeso fue tratada ya en el punto No.1, así como su efecto en las calizas yesosas.
- Fractura de aplanados y estucos, y su desprendimiento parcial o total, ya que los sulfatos aumentan su volumen al cristalizar.

## 9. Presencia de arcillas

a) Las arcillas montmorilloníticas e illíticas son capaces de absorber agua, aumentando su volumen, y cuando pierden el agua se contraen, este continuo trabajo puede incluso fracturar al carbonato de calcio cementante. De cualquier manera, las arcillas terminan desprendiéndose de la roca.

Resultado:

- Calizas arcillosas "jabonosas" cuando están húmedas y pulverulentas cuando pierden humedad. Cuando se pierden las arcillas la roca puede presentar un aspecto "escalonado".

Cada una de las familias de rocas presenta ciertas características de alteración, pero el problema se complica cuando la roca que se está intemperizando es una brecha, ya que en este caso, se están sumando los efectos de deterioro que pueda presentar cada uno de los fragmentos por separado.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ESCOBAR NAVA, A. Geografía general del Estado de Quintana Roo Fomento Editorial del Gobierno del Edo. de Quintana Roo; México, 1986. Dirección General de Geografía.

Carta Geológica Cozumel F-16-11 INEGI-SEP; México, D. F.

Anuario Estadístico del Estado de Quintana Roo INEGI-Gobierno del Estado de Quintana Roo

Quintana Roo. Entre la Selva y el Mar Monografía Estatal, SEP; México, 1982.

BRUHMS, W. y RAMDOHR, P. "Petrografía" UTEHA; México, 1964.

HUANG, W. T. "Petrología" UTEHA; México, 1968.

KRUMBEIN, W. C. y SLOSS, LI. "Estratigrafía y Sedimentación". UTEHA; México, 1969.

BETEJTIN, A. "Curso de Mineralogía". Ed. MIR; Moscú, 1970.

DANA, E. S. "Tratado de Mineralogía" CECOSA; México, 1973.

LEDEZMA DÍAZ, M. G. "Macroproyecto Palenque. Subproyecto Geoquímica, 1a parte. Caracterización y comportamiento fisicoquímico de los materiales constitutivos de la Zonas Arqueológica de Palenque". ENCRM; México, 1992. Madrid

ALANÍS, Y. y RUIZ FREEMAN, S. "Posibles causas de deterioro en aplanados y rocas de los templos de la Costa Central del Edo. de Quintana Roo, edificados en el Posclásico Maya". Tesis Profesional, ENCRM; México, 1996

[REGRESAR AL INDICE](#)