

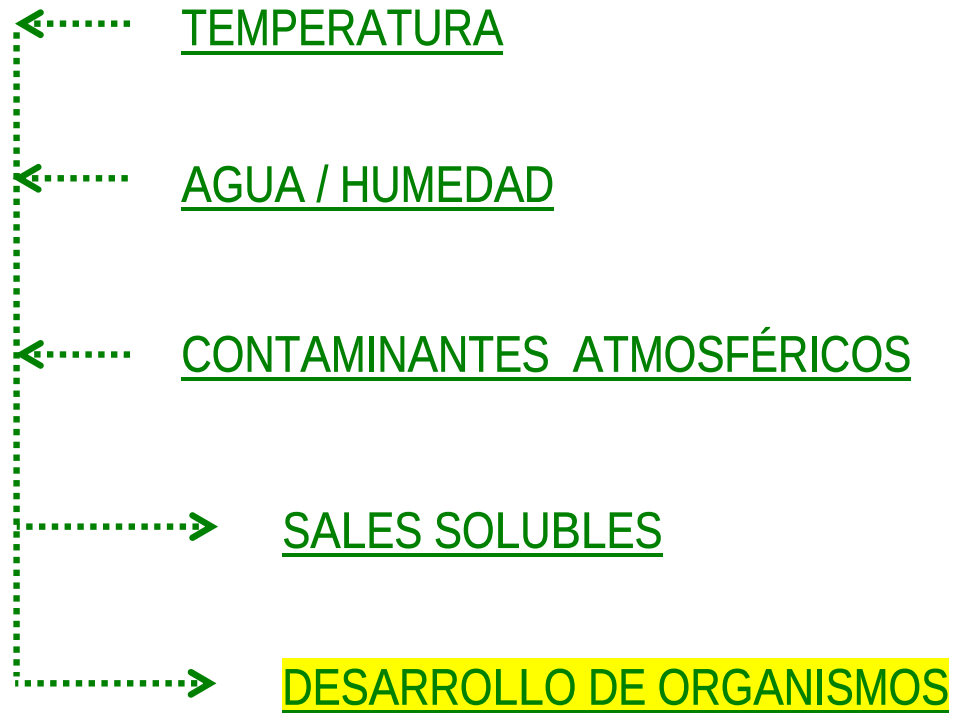
ALTERACIÓN, DURABILIDAD Y CONSERVACIÓN DE MATERIALES ROCOSOS

Tema 4. AGENTES EXTERNOS

4.4. Desarrollo de organismos



FACTORES EXTERNOS



DESARROLLO DE ORGANISMOS

- **El biodeterioro en materiales y construcciones**
- **Principales tipos de organismos**
- **Localización en materiales y ambientes**
- **Identificación y descripción de los tipos principales**
- **Acción de los organismos: procesos de deterioro**



DESARROLLO DE ORGANISMOS

➤ El biodeterioro en materiales y construcciones

▪ **Biodeterioro** (aspecto negativo):

Cualquier cambio indeseable en las propiedades de un material causado por la actividad de los seres vivos” (Hueck, 1968)

▪ **Biodegradación** (aspecto positivo):

Aprovechamiento de la capacidad de los seres vivos de descomponer un materia de desecho para transformarlo en otro más útil o aceptable.

⇒ IMPLICACIONES ECONÓMICAS

TIPOS DE BIODETERIORO

- **Físico-mecánico:** por crecimiento o movimiento de los organismos
- **Químico:** por asimilación (nutrición) o desasimilación (excreción) de los organismos
- **Estético:** por la presencia de organismos vivos o muertos, sus excrementos, restos...

⇒ Ensuciamiento debido a una película superficial de microorganismos y sus productos



DESARROLLO DE ORGANISMOS

➤ Principales tipos de organismos

- **Microorganismos** (presentes en todos los medios naturales y artificiales)
(su desarrollo depende de: la composición del soporte, T, Hr y pH del medio)
 - **Bacterias** (sólo micro)
 - **Hongos** (micro y macro)
 - **Algas y cianobacterias** (micro y macro)
- **Líquenes**
- **Musgos**
- **Plantas superiores**
- **Animales: aves, insectos...**

DESARROLLO DE ORGANISMOS

➤ Localización en materiales y ambientes

- **MICROORGANISMOS / BACTERIAS** (sulfooxidantes, nitrificantes...)
 - todos los sustratos y ambientes ⇒ **difíciles de detectar**
- **HONGOS** ⇒ **difíciles de detectar**
 - ambientes húmedos y calidos (resisten en ambientes secos)
- **ALGAS VERDES** (verdín) ⇒ **aportan nutrientes**
 - sustratos calizos; ambientes húmedos, iluminados (resisten la desecación)
- **LÍQUENES** (costras coloreadas) ⇒ **desarrollo lento**
 - sustratos rugosos; ambientes no contaminados, extremos
- **MUSGOS** ⇒ **transformación de la roca en suelo**
 - sustratos porosos, ± horizontales; ambientes húmedos
- **PLANTAS SUPERIORES: HIERBAS, ARBUSTOS...**
 - zonas ± horizontales, en grietas, juntas con morteros
- **ANIMALES: AVES, INSECTOS...** ⇒ **aportan nutrientes: excrementos**
 - zonas ± horizontales, en huecos, cornisas...

DESARROLLO DE ORGANISMOS

- **BACTERIAS** (influencia poco clara → en aumento; se reconocen por los cambios químicos y biológicos que provocan; generan productos que deterioran la piedra)

Bacterias autótrofas

- **Se alimentan** de componentes inorgánicos (CO_2 , H_2O , sales minerales, gases SO_2 , NO_x ...) → sintetizan las sustancias de su cuerpo
- **Condiciones idóneas:** humedad 90 %; temperatura 25-30 °C
- **Presencia** constatable en: calizas, areniscas calcáreas

Se distinguen:

- Las **anaerobias reductoras de azufre:** sulfatos ↔ sulfuros (H_2S)
- Las **aerobias oxidantes del azufre:** sulfuros → sulfatos (Ca_2SO_4)
- Las **nitrificantes oxidantes:** amoníaco → nitratos ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$).
- Las **heterótrofas oxidantes de silicatos:** producen ácidos orgánicos y agentes quelantes capaces de disolver los silicatos en las areniscas.

DESARROLLO DE ORGANISMOS

- **HONGOS** (influencia más clara → en aumento; acción mayor en las calizas)
 - **Viven sobre compuestos orgánicos** (proceden de: pinturas, consolidantes...)
→ grasas, albúmina, glúcidos, caseína, aceite de linaza, cera, resinas naturales...
 - **Condiciones idóneas:** Hr = 50-98%; $T_{\min} = 0-5$, $T_{\text{óptima}} = 20-30$, $T_{\max} = 40-50^{\circ}\text{C}$;
pH del soporte: ligeramente ácido
 - **Acción:** pigmentación producidos por filamentos del micelo
→ producen biopelículas que cambia el color de la piedra
 - **Ácidos producidos:** oxálico, cítrico, acético, otros que solubilizan los silicatos
→ forman sales solubles con los compuestos de Ca, Fe, K, quelación del Fe, lixiviación del Ca en el hormigón
 - **Crecimiento en muros** que va acompañado de:
→ aumento de humedad, eflorescencias, manchas coloreadas, desprendimientos

Desarrollo de organismos

Mohos



Claustro catedral (Ávila)

DESARROLLO DE ORGANISMOS

■ ALGAS Y CIANOBACTERIAS (deterioro más claro)

Distintos tipos:

- Algas unicelulares filamentosos o pluricelulares en colonias
- Cianobacterias fotosintéticas (= algas verde-azuladas)

• **Acción**

- **mecánica**: crecen en las fisuras o dentro de la piedra → disgregación
- **química**: producen ácidos orgánicos → disolución, lixiviación
- **estética**: daño más importante → manchas verdes, rosadas y pardas

- **Crecimiento rápido** en ambiente con humedad ± permanente
→ forman capas de humus que favorece plantas superiores

- **Superficies rugosas** más favorables a la colonización
→ con más concavidades para conservar la humedad

Desarrollo de organismos

Algas verdes



Casa de la Rúa (Oviedo)



Desarrollo de organismos

Algas verdes

► Alonso F.J. et al. (2001). *Deterioro de la piedra en la iglesia de Santa María de Castro Urdiales (Cantabria)*. RocMáquina 66, 12-16.

Iglesia de Santa María (Castro Urdiales)





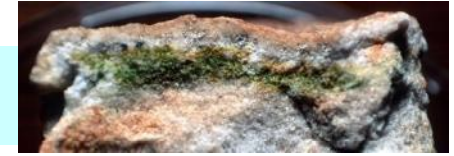
Universidad Laboral (Gijón)

Desarrollo de organismos

Algas verdes



DESARROLLO DE ORGANISMOS



- **LIQUENES** (deterioro menos manifiesto que las algas)

Distintas formas:



- Tipo crustáceo → se adhieren íntimamente a la piedra y son difíciles de eliminar
 - Tipo foliáceo → usan estructuras de tipo filiforme y penetran menos
 - Tipo fruticuloso → anclados por estructura en forma de botón y son fáciles de eliminar
 - Tipo endolítico → dentro de la piedra, sólo cuerpos fructíferos emergen, más agresivos
- **Amplio rango** de T y Hr, resisten la sequía, reabsorben agua y se hinchan.
 - **Preferencia** por rocas calcáreas o silíceas, en la superficie o en el interior
 - **Deterioro debido a:**
 - Hifas incrustadas en la piedra: aumento de porosidad, posible entrada de agua
 - Ciclos de expansión y contracción con la humedad ($w = 330 - 15 \%$ en 2 -3 horas)
 - Captación de agua por la piedra y posible daño por acción del hielo
 - Absorción de ácidos atmosféricos
 - **Excretan** ácidos orgánicos (óxalico, liquénicos) → quelación de cationes (Ca, Si)
 - **Crecimiento masivo** → acumulación de detritus, nutrientes y agua → musgos y plantas

Desarrollo de organismos

Líquenes



Cimborrio de la Catedral (Burgos)

Desarrollo de organismos

Líquenes



Iglesia (Plasencia)



Iglesia de Santa María (Castro Urdiales)



Catedral (Santiago de Compostela)

Desarrollo de organismos

Líquenes



Palacio de Sobrellano, Comillas (Cantabria)



Capilla de Sobrellano (Comillas)

DESARROLLO DE ORGANISMOS

▪ MUSGOS, PLANTAS SUPERIORES

Plantas pequeñas: musgos, helechos...

- Indicadoras de ambiente húmedo, sobre todo los musgos
- Algunas plantas y los helechos también se dan en ambientes secos
- Producen daños físico-mecánicos y químicos

Arboles, plantas trepadoras y enredaderas

- Algunas plantas se adhieren a la superficie y los daños en la piedra son mayoritariamente estéticos cuando se las elimina.
- Otras plantas y los árboles pueden provocar daños estructurales.



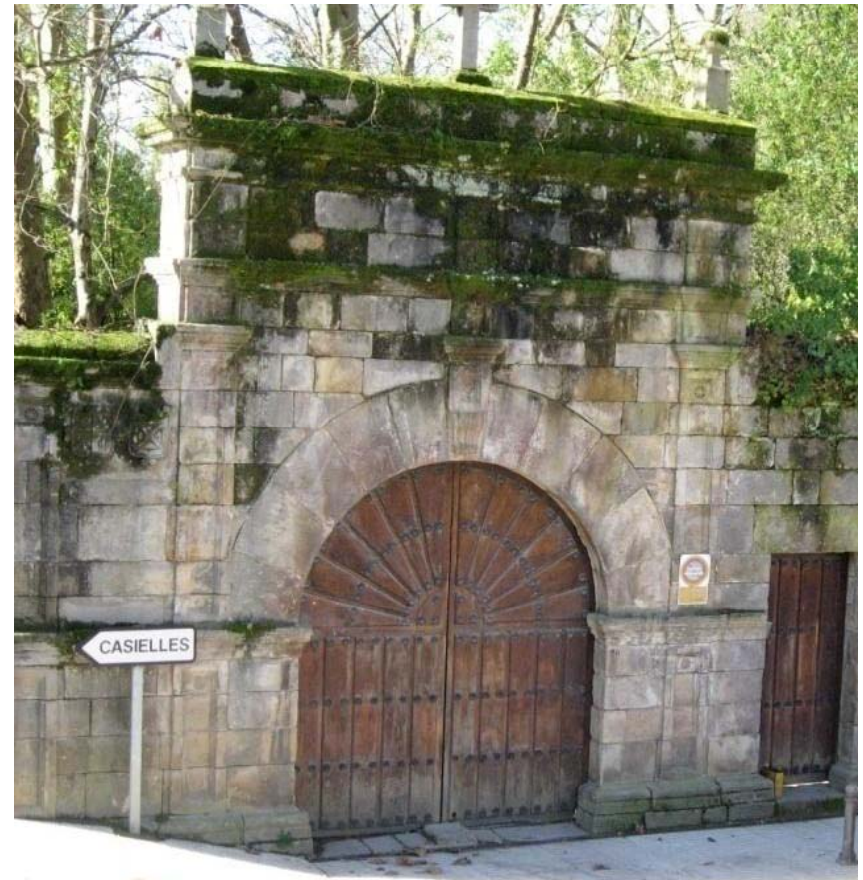
Cimborrio de la Catedral (Burgos)



Capilla de Sobrellano (Comillas)

Desarrollo de organismos

Musgos



Las Caldas (Oviedo)



Iglesia de Santa María (Briviesca)

Desarrollo de organismos

Plantas superiores



Catedral (Miranda do Douro)

Desarrollo de organismos

Plantas superiores



Iglesia de San Julián de los Prados (Oviedo)

DESARROLLO DE ORGANISMOS

▪ REINO ANIMAL

Insectos: arañas, abejas...

- Ataque masivo pueden generar deterioro en zonas concretas
- Los materiales con grandes poros son favorables al ataque
- Puede colaborar al ensuciamiento

Aves: palomas, cigüeñas...

- Mayores daños por los excrementos y anidamientos
- Deterioro mecánico con el pico en las rocas blandas

Desarrollo de organismos

Telas de araña



Medina de Rioseco (Valladolid)





Claustro catedral (Ávila)

Desarrollo de organismos

Telas de araña



Desarrollo de organismos

Excrementos



Iglesia de Santullano (Oviedo)



Monasterio de la Oliva, Carcastillo (Navarra)



Fachada de Sta María, Catedral (Burgos)

DESARROLLO DE ORGANISMOS

➤ Acción de los organismos: Procesos

- MICROORGANISMOS Y BACTERIAS
 - Acción química: liberan ácidos, álcalis y quelantes; oxidan el Fe
- HONGOS: MOHOS
 - Acción química: liberan ácidos (cítrico, oxálico...)
- ALGAS VERDES → retienen humedad y polvo
 - Acción química: liberan ácidos (CO_2), producen quelantes
- LÍQUENES → retienen humedad
 - Acción física: por contracción y expansión del talo por la humedad
 - Acción química: liberan ácidos (oxálico, CO_2), producen quelantes
- MUSGOS → retienen humedad, producen CO_2
 - Acción química: liberan ácidos las raíces, producen quelantes
- PLANTAS SUPERIORES: HIERBAS, ARBUSTOS... → CO_2
 - Acción física: ejercen presión las raíces
 - Acción química: liberan ácidos las raíces, producen quelantes
- ANIMALES: AVES, INSECTOS... → aportan nutrientes
 - Acción física: perforaciones, erosiones...
 - Acción química: depositan excrementos, liberan ácidos y álcalis