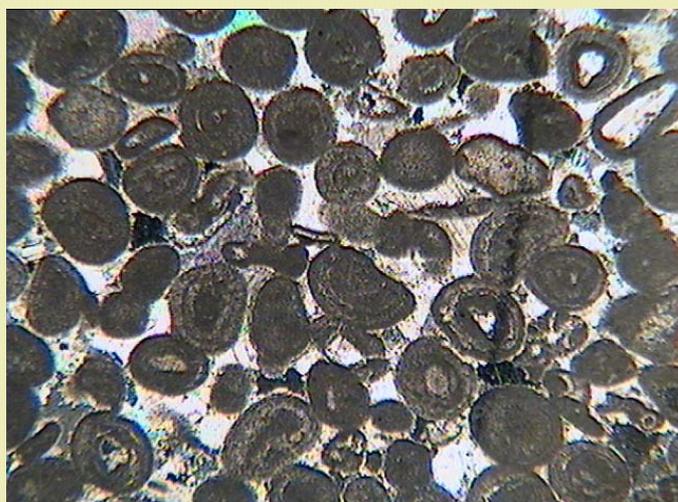


**ESTUDIO PETROGRÁFICO DE MATERIALES PÉTREOS
Y MORTEROS**



**TEATRO ROMANO
MÁLAGA**

Departamento de Análisis

Abril, 2005

**INSTITUTO ANDALUZ DEL PATRIMONIO HISTÓRICO
Centro de Intervención en el Patrimonio Histórico**

INDICE

I. INTRODUCCIÓN

II. MATERIAL ESTUDIADO Y TÉCNICAS DE ANÁLISIS

III. RESULTADOS

III.1 Morteros

III.2 Materiales Pétreos

IV. CONCLUSIONES

ESTUDIO PETROGRÁFICO DE MORTEROS Y MATERIALES PÉTREOS DEL TEATRO ROMANO DE MÁLAGA.

I. INTRODUCCIÓN.

El presente informe recoge los resultados de los análisis solicitados por la Delegación de Cultura de Málaga, sobre varias muestras extraídas del Teatro Romano de Málaga, correspondientes a morteros de varias tipologías y diversos tipos de piedra, con la finalidad de obtener una caracterización de dichos materiales.

Para el estudio de los materiales se ha seguido la metodología, desarrollada en el IAPH, de análisis *mineralógico-petrográfico* para el estudio de materiales pétreos, morteros y revestimientos.

II. MATERIAL ESTUDIADO Y TÉCNICAS DE ANÁLISIS.

En la tabla 1 (pg. siguiente) se recoge la descripción de las muestras que fueron depositadas en el departamento de análisis, con la descripción de las que se acompañaban.

En el estudio se ha empleado el ***Microscopio Óptico de Polarización***. Este método permite identificar minerales mayoritarios y minoritarios mediante sus propiedades ópticas, y además se puede realizar un *estudio petrográfico textural*, analizando en detalle la naturaleza de los elementos que constituyen los materiales, las formas y tamaños (absolutos y relativos) de dichos elementos, las relaciones mutuas entre ellos y sus abundancias relativas.

Para la observación de los materiales con esta técnica se requiere la preparación de láminas delgadas obtenidas por corte y métodos de abrasión. Se ha empleado un microscopio petrográfico LEICA DMLP, con objetivos de

2,5x, 5x, 10x, 20x y 63x y con una videocámara acoplada para la captura de imágenes, perteneciente al Departamento de Análisis del IAPH.

Tabla 1. Muestras estudiadas del Teatro Romano

Sigla	Descripción y Localización
TM-1	Piedra de color rosa. Praecintium 4. Estructura inferior del primer escalón de acceso a esta galería.
TM-2	Piedra de color blanco grisáceo con vetado gris oscuro. Praecintium 2.
TM-3	Piedra de color gris con vetado rojo. Praecintium 3
TM-4	Piedra de color grisáceo extraída del Baltius.
TM-5	Mortero. Opus Caementicium extraído del Praecintium 1.
TM-6	Mortero. Opus Signinum extraído del área central del recinto interior de la Orchaestra, anexo a galería 1. Granulometría superior a otros de la zona
TM-7	Mortero. Opus Signinum. Praecintium 3. Constituye el lecho de asentamiento de losas de mármol.
TM-8	Piedra con vetado gris oscuro y rosa. Praecintium 3. Muestra extraída de fragmento suelto. Roturas longitudinales y múltiples fragmentaciones en toda la losa
TM-9	Piedra de color blanco. Praecintium 1, junto al áditus sur. Muestra extraída de fragmento suelto.
TM-10	Piedra de color blanco. Áditus sur, en el perfil de una perforación existente. Similar al resto del pavimento del áditus sur.
TM-11	Piedra e color gris oscuro uniforme. Enlosado del recinto interior de la orchaestra. Muestra extraída de fragmentos sólidos.
TM-12	Piedra de color rojo. Enlosado del recinto interior de la orchaestra. Losa con fragmentación múltiple, situada encima de otra losa e mármol blanco
TM-13	Piedra de color anaranjado. Enlosado del recinto interior de la orchaestra. Zona enlosada con piedras de diversos colores. Muestra extraída de fragmentos sólidos.
TM-14	Piedra de color rojo oscuro y blanco. Recinto interior de la orchaestra. Zona cercana al áditus norte. Zona con diversidad de fragmentos marmóreos.
TM-15	Mortero. Opus caementicium de color agrisado y textura irregular. Frontal de la escena (muro de las exedras) junto a los ladrillos en la escalera central.
TM-16	Mortero. Opus Signinum de color rojizo. Aparente factura romana. Frontal de la escena (muro de las exedras), junto a muestra TM-15, situado en la base de la escalera central de acceso a la escena.
TM-17	Mortero de cal y arena con estuco blanquecino. Frontal de la escena (muro de las exedras), exedra central, zona izquierda. Aparente factura romana.

III. RESULTADOS

III.1. Morteros

A continuación se hará una descripción de cada una de las muestras de morteros estudiadas. Al final del apartado aparecen imágenes obtenidas al microscopio.

TM-5 (Opus Caementicium)

Se trata de un mortero de cal, al parecer de baja calidad, o al menos el estado en que se encuentra así lo refleja, ya que aparece con escasa consistencia y notables síntomas de pérdidas por disolución.

Esta muestra contiene aproximadamente el 90% en cal y el resto en árido. La porosidad de la muestra se considera muy elevada (>30%), incrementada de la original por el deterioro sufrido.

El árido que presenta el mortero se compone de fragmentos de roca redondeados perteneciente a la geología local (pizarras, filitas, ...), con tamaños fundamentalmente entre 1,5-0,5mm.

TM-6. (Opus Signinum)

Este mortero nada tiene que ver con el anterior, es de bastante mejor calidad y el estado en el que se encuentra así lo manifiesta.

En este caso el aglomerante también es de cal que aparece más compacta y bien conservada. La proporción en cal en este mortero es mucho mas baja, en torno al 30%. El resto se compone de árido que en este caso se compone en su totalidad de fragmentos de cerámica de gran tamaño (grava) por lo que se

trata de un hormigón romano de cal de carácter hidráulico, típico Opus Signinum. Los fragmentos cerámicos alcanzan en esta muestra tamaños de hasta 1cm de diámetro o mas, existiendo también tamaños menores.

Las cerámicas, responsables de la hidraulicidad del mortero, confieren a este una gran resistencia. Los fragmentos que se observan son todos muy similares, y se trata claramente de cerámicas elaboradas con arcillas locales, correspondientes a las facies rojas de Complejo Superior de la cobertera Maláguide. Similares materias primas se emplearían posteriormente en la elaboración de ladrillos en la Alcazaba de Málaga.

Estas cerámicas se caracterizan por presentar una importante componente calcárea, y la presencia de microfósiles en su composición, además de abundantes fragmentos de rocas metamórficas (pizarras, filitas) y de cuarzo, que actúan como desgrasante. Un dato de interés es la presencia de yeso en estas arcillas.

TM-7 (Opus Signinum)

Esta muestra de Opus Signinum se caracteriza por presentar una granulometría del árido mucho más fina que el anterior. Los tamaños mayores del árido no superan los 3mm de diámetro, existiendo también de forma abundante tamaños inferiores.

Este mortero además se caracteriza por presentar de forma abundante otro tipo de árido además de los fragmentos de cerámica; así se observan arenas constituidas por fragmentos de rocas como pizarras, gneis, incluso mármol.

La proporción en cal respecto al árido en este mortero es superior, apareciendo en una proporción estimada en 1:1. Además el aglomerante se observa en algunas zonas de color grisáceo y con pequeños cristales fibrosos que apuntan a la presencia de yeso mezclado con la cal, aunque sea poco abundante.

La porosidad del mortero es bastante superior a la muestra anterior (>20%) y existen notables síntomas de alteración por circulación de agua, con la generación de abundante porosidad canalizada por disolución.

En definitiva, este podría corresponder a un periodo distinto, ya que este mortero es de peor calidad al anterior, y presenta características de manufactura distintas, aunque su función constructiva también es distinta por lo que pudieron ser elaborados de forma distinta aún perteneciendo a un mismo periodo.

TA-15. (Opus Caementicium)

Este mortero es de mejor calidad, que el Opus Caementicium estudiado anteriormente (TM-5). Se trata también de mortero de cal, en la que su proporción respecto al árido puede estar en torno a 1:1, con más cal que arena.

El árido presenta tamaños entre 1,5-3mm de diámetro como media, y se compone por arena de río de formas muy redondeadas, correspondientes a fragmentos de rocas de la geología local (gneises, filitas, pizarras y cuarzo)

Se presenta bien conservado y con porosidad baja (menor al 15%). La cal se observa de buena calidad y consistente.

TM-16. (Opus Signinum)

Se trata de un Opus Signinum con características intermedias a los dos estudiados anteriormente, aunque el árido que contiene es íntegramente de fragmentos cerámicos. En este caso aunque los fragmentos de cerámica son también de arcillas locales aparecen con distintos grados de vitrificación y cocción.

El tamaño de los fragmentos cerámicos es más pequeño que en la muestra TM-5, siendo los de mayor tamaño en torno a 0,5 cm, existiendo tamaños muchos mas finos, de hasta 0,25 mm.

La cal también presenta peor calidad que esa muestra, apareciendo nódulos de mala carbonatación o carbonatados previamente a su puesta en obra. La relación entre cal y árido se estima en torno a 1:1.

Esta peor calidad en la cal ha influenciado que se encuentre en peor estado de conservación, apareciendo abundantes pérdidas de aglomerante por disolución y porosidad en torno al 15-25%.

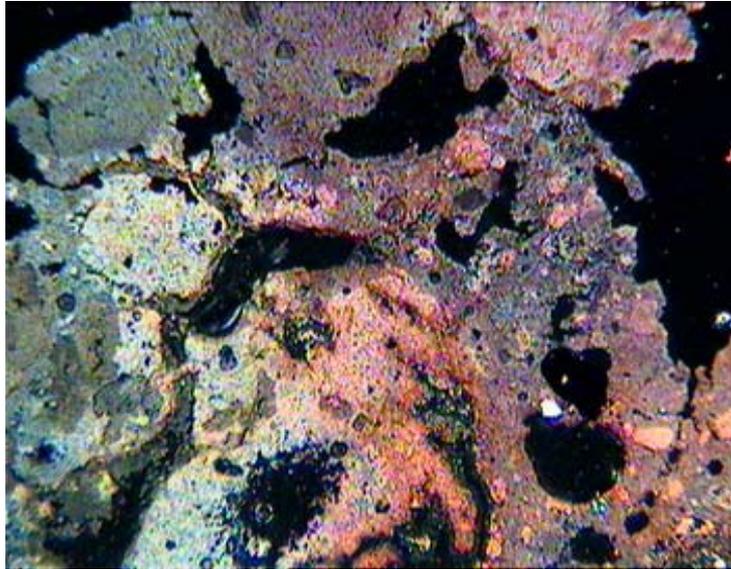
TM-17.

Esta muestra sólo contiene la parte interna del mortero. Este mortero presenta en la mayoría de sus rasgos petrográficos (naturaleza, proporción y tamaños de árido) características muy similares a la muestra TM-15.

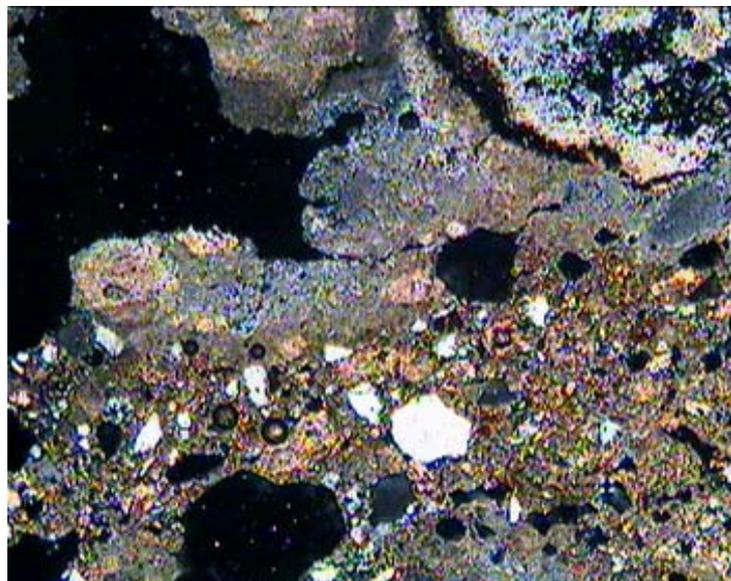
La principal diferencia es que presenta un aglomerante de peor calidad que repercute a su vez en que presente mayor porosidad (mayor al 20%), por abundantes pérdidas de cal por disolución. Además presenta algo de yeso mezclado con la cal, lo cual ha influido lógicamente en la calidad y mayor tendencia a pérdidas de material por disolución.

El árido es de similar naturaleza a la TM-15: filitas, gneises, pizarras y algo de cuarzo.

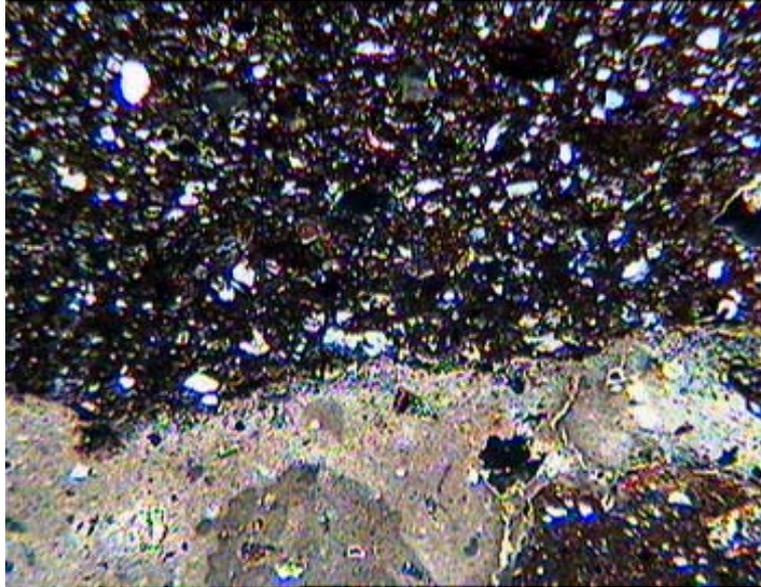
En las siguientes páginas aparecen imágenes al microscopio de cada una de las muestras descritas.



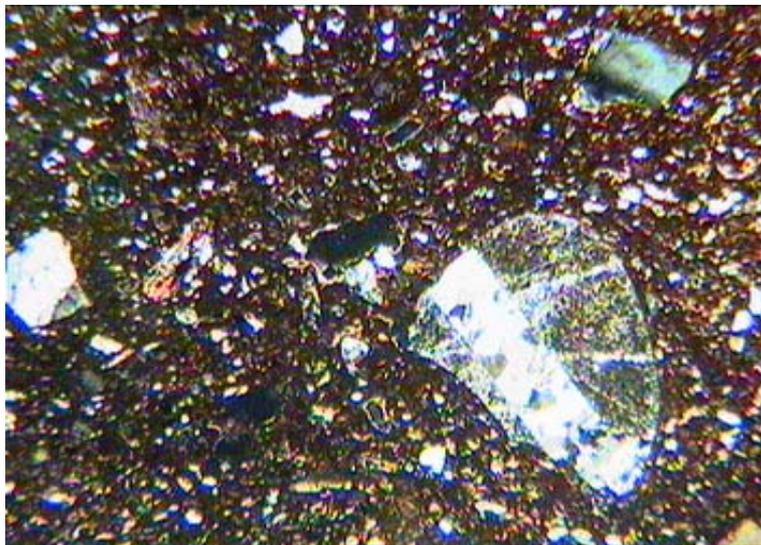
TM-5: Aspecto global del *Opus Caementiciun* pobre en árido y notable porosidad. 2,5x



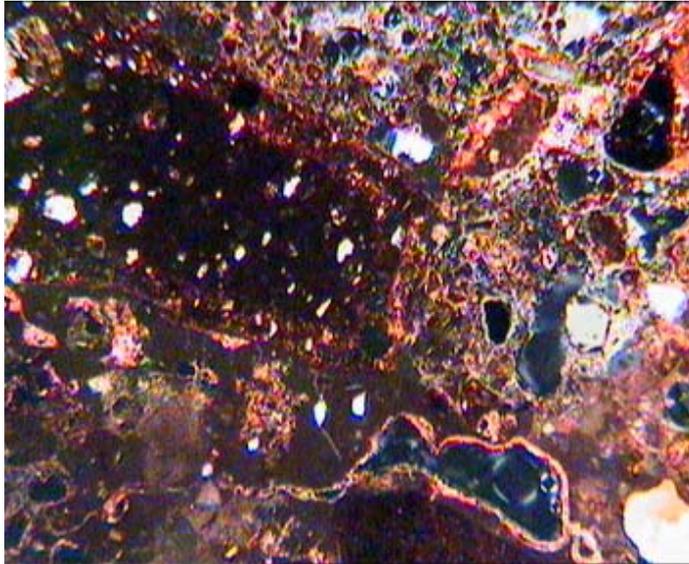
TM-5: Detalle dónde se observa parte del escaso árido que presenta la muestra y fenómenos de disolución de la cal. 5x



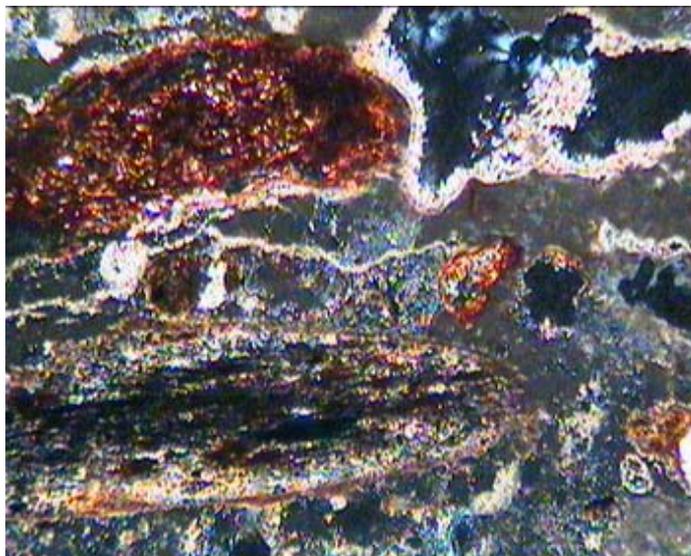
TM-6: Aspecto global del Opus Signinum. Se observa la cal y parte de una gran fragmento de cerámica. 2,5x



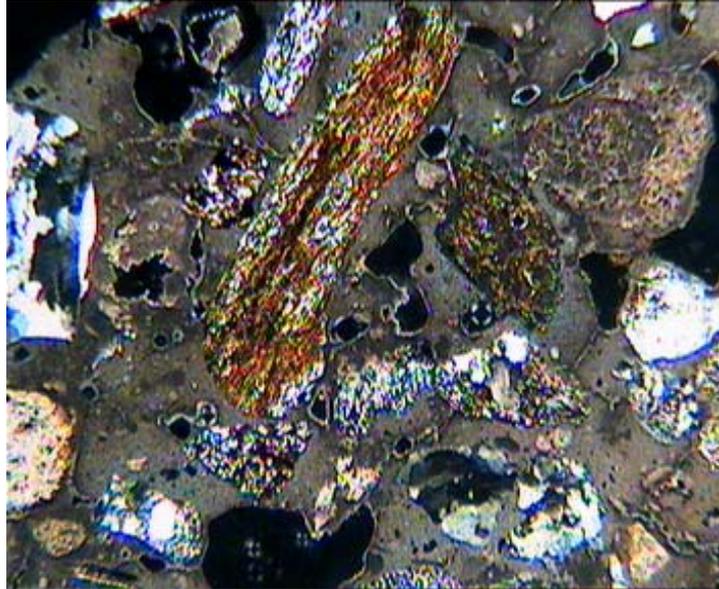
TM-6: Detalle de uno de los fragmentos de cerámica dónde se observa el desgrasante de trozos de rocas. 5x



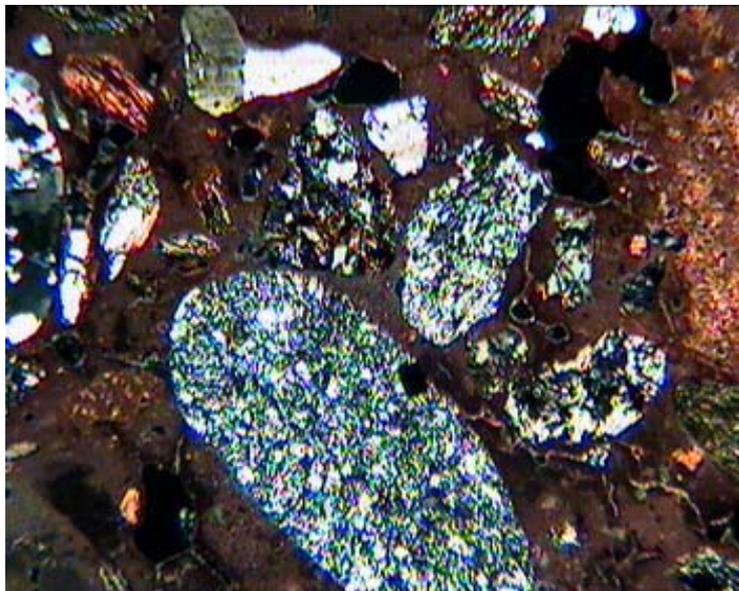
TM-7: Aspecto global del Opus signinum. Se observa la cal y el árido de fragmento cerámico, de menor tamaño. 2,5x



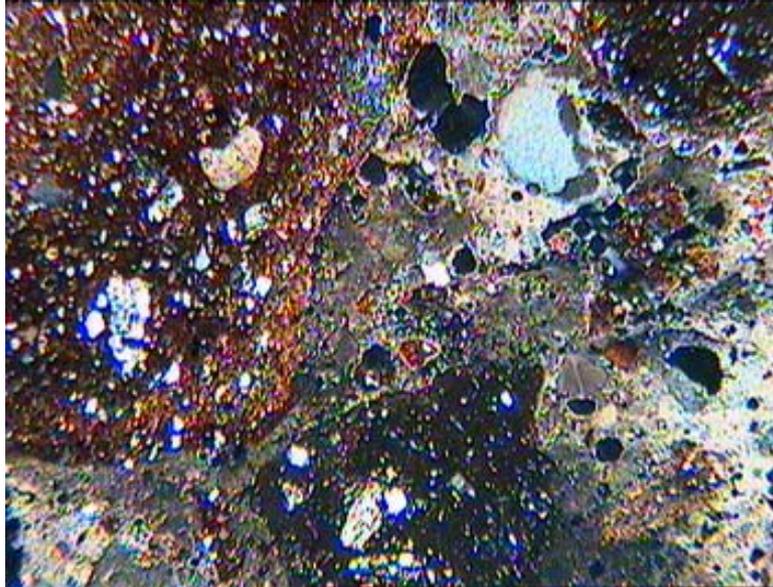
TM-7: Detalle del mismo mortero, árido de frag. roca (filita) y porosidad notable por disolución de la cal. 5x



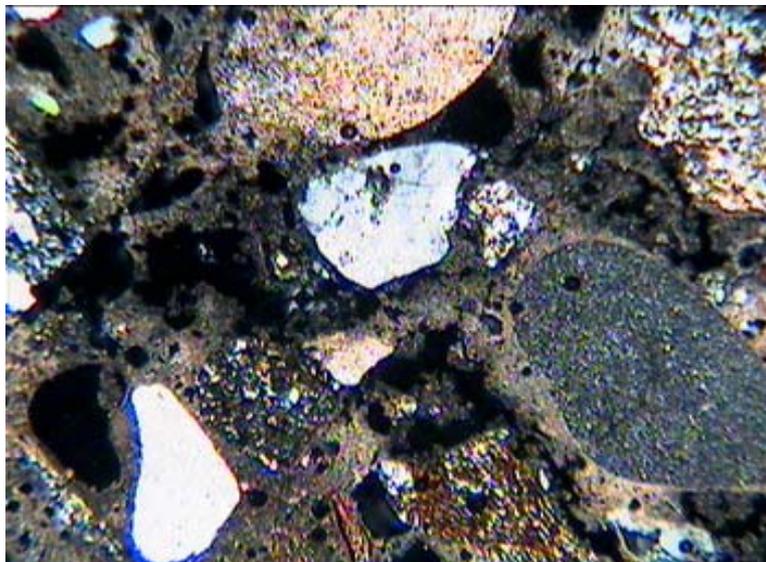
TM-15: Aspecto global del *Opus Caementicium*.. Se observa buena calidad de la cal y fragmentos de áridos. 2,5x



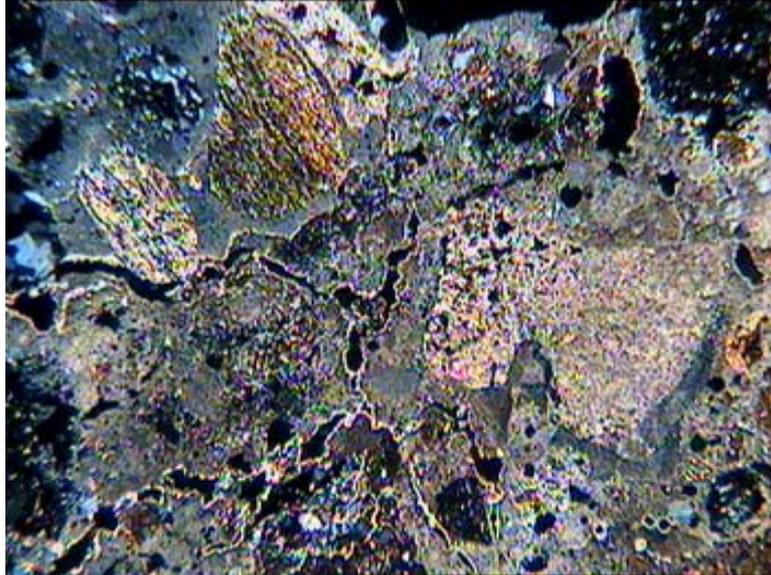
TM-15: Detalle de otra zona dónde se observan áridos de fragmentos de roca redondeadas, de gneises y filitas. 2,5x



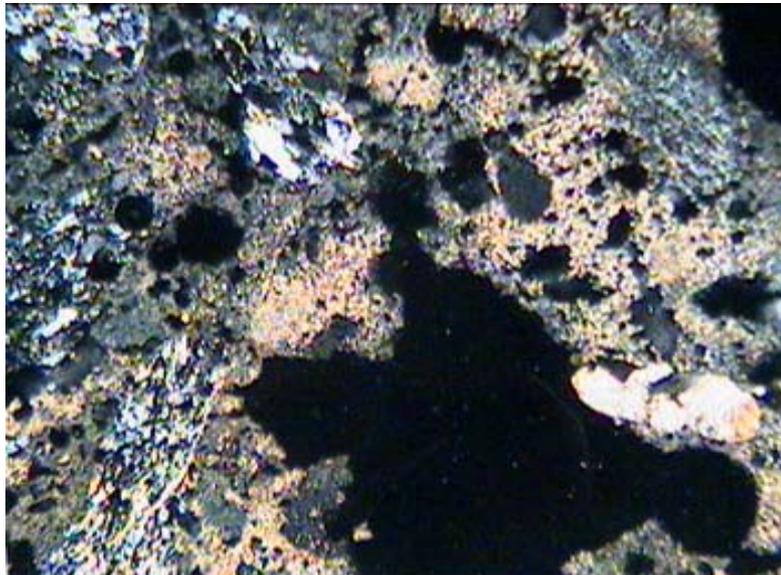
TM-16: Aspecto global mortero *Opus Signinum*. Se observa una peor calidad de la cal y el árido de fragmentos cerámicos. 2,5x



TM-16: Zona dónde se observan áridos de fragmentos de rocas metamórficas y porosidad canalizada. 5 x



TM-17: Aspecto global del mortero, rico en áridos de fragmentos de rocas y cal como aglomerante.



TM-17: Detalle de otra zona dónde se observa algo de yeso y grandes oquedades por disolución del aglomerante. 5x

III.3 Materiales Pétreos.

A continuación se recoge la descripción de las muestras de materiales pétreos.

Tras el estudio se concluye que algunas de ellas pertenecen a un mismo litotipo, aunque en su descripción macroscópica puedan presentar distintas tonalidades.

TM-1 (*Piedra de color rosáceo*)

Se trata de una roca perteneciente a un *litotipo calcáreo*, concretamente una *roca aloquímica*, de origen marino somero, homogénea, de alta pureza, y con una estructura en forma de pequeños nódulos. La mineralogía de la roca es casi de 100% de calcita, aunque de forma aislada se observan granos de cuarzo. Asociado a la cementación esparítica existen concentraciones de oxihidróxidos de Fe, que pueden ser responsables del color rosáceo.

Texturalmente la roca se caracteriza por presentar una aglomeración de partículas carbonatadas esféricas o elipsoidales, de tamaños entre 0,5 y 1,5 mm de diámetro y de textura micrítica. En gran parte, en estas partículas no se observa su estructura interna, aunque en algunas se aprecian restos de su estructura laminar concéntrica, correspondiente a lo que se denominan "oolitos".

Este aglomerado de partículas aloquímicas se encuentra envuelto por un cemento esparítico que puede haberse visto micritizado en alguna zonas, siendo el aspecto general de la muestra de buena cementación y compacidad. También se observan algunas microfisuras selladas con cemento esparítico de calcita

La *porosidad* de la roca (por lo que se estima visualmente) es bastante escasa (<10%), aunque no se puede observar y estimar la proporción de microporos.

Atendiendo a la clasificación de Folk (1962) para rocas carbonatadas, esta correspondería a una caliza aloquímica esparítica, denominada **Ooesparita**.

TM-2 (*Piedra blanco grisáceo con vetas gris oscuro*).

Se trata de una roca correspondiente a un *litotipo calcáreo*, pero en este caso correspondiente a una *roca ortoquímica*, ya que no se observan restos de partículas aloquímicas. La composición de la roca es básicamente de calcita en su totalidad, aunque se observan pequeñas cantidades de óxidos de Fe (menas metálicas), algunos minerales micáceos (tipo moscovita), y yeso en algunas fisuras.

Texturalmente la roca se compone de un entramado de calcita microesparítica (5-20 : m), con algunas vetas en las que se acumulan los óxidos de Fe, y en algunas de ellas cristales de yeso.

La *microestructura* de la roca refleja cierta tendencia al bandeado y foliación efecto de la diagénesis. Algunas de estas bandas presentan recristalizaciones en forma de blastos, aunque en áreas aisladas.

La porosidad de la roca que se puede observar es muy baja (<10%).

Atendiendo a la clasificación de Folk para rocas carbonatadas, esta correspondería a **Microesparita**.

TM-3 (*Piedra gris con veteado rojo*)

Se trata de una roca *caliza ortoquímica* de textura micrítica (tamaño de cristal muy fino) salvo los cristales que aparecen sellando fisuras, que son cristales esparíticos de gran tamaño.

Presenta una *estructura* con cierta tendencia a la laminación con abundantes vetas (inicialmente fisuras de brechificación) que se rellenaron posteriormente con cristales de calcita. Estas fisuras presentan una distribución aleatoria, incluso transversales entre sí.

Presenta esta muestra además abundantes partículas de óxidos de Fe de distribución dispersa, que pueden condicionar el color de la roca.

Se trata de una roca bastante compacta y escasa porosidad (<10%).

Siguiendo la clasificación de Folk la roca se incluiría en las rocas ortoquímicas, concretamente una **Micrita** con brechificación.

TM-4 (roca con veteado rosa oscuro-violáceo)

Se trata de una caliza *ortoquímica*, pero en este caso con cristales de tipo esparítico (>20 : m). Se observan nódulos con distintos tamaños de cristal, algunos de ellos son blastos, propios de una diagénesis avanzada o de metamorfismo. Aparece además en esta roca abundante contenido en granos de cuarzo de formas redondeadas y tamaños entre 0,05-0,1 mm.

Otra peculiaridad de esta muestra es la de presentar alto contenido en óxidos de Fe, pero en este caso distribuidos de forma laminar, formando finas vetas y no granos aislados como en muestras anteriores. Esta peculiaridad puede ser responsable de la coloración de las vetas observadas macroscópicamente.

La *estructura* global de la roca se puede considerar bandeada ya que aparecen distintas bandas, algunas de ellas enriquecidas en cuarzo. También aparecen frecuentemente fisuración tectónica (brechificación) selladas con cristales de calcita de tipo esparítico.

La porosidad de la roca es muy escasa ya que es una roca cristalina y compacta.

TM-8 (Piedra con veteado gris oscuro y rosa)

Esta corresponde al mismo litotipo que la muestra TM-2, o sea que es la misma **Microsparita**, si acaso con un bandeo más marcado que en aquella muestra y mayor proporción en óxidos de Fe.

TM- 9 (*Piedra de color blanco*)

Esta muestra corresponde exactamente al mismo litotipo que la muestra TM1, denominada **Ooesparita**. Como peculiaridad mencionar que contiene menor proporción en minerales férricos, con lo cual la roca presenta un color más blanco. Otra característica es que presenta un abundante juego de fisuras o vetas de distribución aleatoria, fruto de cierta brechificación, rellenas de calcita esparítica.

TM-10 (*piedra de color blanco*)

Al igual que la muestra anterior corresponde al mismo litotipo que la muestra TM-1 (**Ooesparita**). En este caso también presenta menor proporción en minerales férricos, pero no contiene vetado de cristales esparíticos tan abundantes como la muestra TM-9.

TM-11 (*piedra de color gris oscuro uniforme*)

Esta muestra corresponde a un tipo de piedra calcáreo, pero que pertenece a un **Mármol** metamórfico y no a una caliza. Se trata de una roca compuesta fundamentalmente de calcita en forma de blastos y que presenta abundantes granos de pequeño tamaño de menas metálicas opacas, probablemente férricas. De forma minoritaria también presenta micas blancas y granos de cuarzo.

La *textura global* de la roca es porfidoblástica, ya que existen zonas de agregados cristalinos de tamaño de cristal en torno a 2mm, envueltas de cristales de menor tamaño.

Los contactos de grano son de tipo suturado y no planos, reflejo de la brechificación de la roca que se observa a su vez en otros rasgos *estructurales* como cierta tendencia al bandeado y fisuraciones.

TM-12 (*Piedra de color rojo*)

Al igual que el caso anterior se trata de un **Mármol** pero en este caso los blastos presentan granulometría más fina y homogénea. Este mármol presenta una importante cantidad de dolomita, además de calcita, aproximadamente el 50% de cada mineral. El tamaño medio de grano está en torno a 0,5 mm de diámetro, aunque existen vetas aisladas con tamaños mayores.

También contiene la roca un importante contenido en óxidos de Fe en forma de láminas de origen fluidal, apareciendo de forma que envuelve los blastos de calcita y dolomita. Este hecho es responsable del color rojizo del mármol.

La *textura global* es de tipo granoblástica con contactos de granos por lo general tangentes. La *estructura* es de tipo isótropa, sin bandeados u otras deformaciones aparentes.

La porosidad de la roca es muy escasa (<5%), típico en los mármoles.

TM-13 (*Piedra de color anaranjado*)

Esta roca corresponde a un *litotipo* calcáreo de ambiente deposicional marino pelágico. La *textura global* de la roca es de tipo cristalina-bioclástica con un tamaño medio de grano muy fino (<0,1mm). La composición mineralógica es prácticamente de calcita en su totalidad, salvo pequeños granos de cuarzo y algunos radiolarios (silíceos).

La roca presenta *aloquímicos*, representados por bivalvos planctónicos muy finos, denominados "filamentos", muy comunes en lodos carbonatados de origen pelágico. También se observan pequeñas áreas circulares que corresponden a restos de radiolarios, que son otro tipo de microorganismos de caparazón silíceo, de los cuales se conservan en muchos casos sólo los moldes reemplazados por calcita esparítica.

Los *terrígenos* son muy escasos, representados por granos de cuarzo aislados de tamaño muy fino.

El mayor volumen de la roca lo constituyen los *ortoquímicos*, concretamente lodo carbonatado, constituido por cristales de tamaño micrítico o microesparítico (< 20 : m).

Se observa la existencia de microfisuras, sin separación o cuando existe apertura, se encuentran selladas por cristales esparíticos de calcita.

La porosidad de la roca no es muy elevada, aunque podría contener importante volumen de microporos

En base a esto rasgos la roca corresponde a una ***Biomicrocrista*** (Folk, 1962).

TM-14 (*piedra rojo oscuro y blanco*)

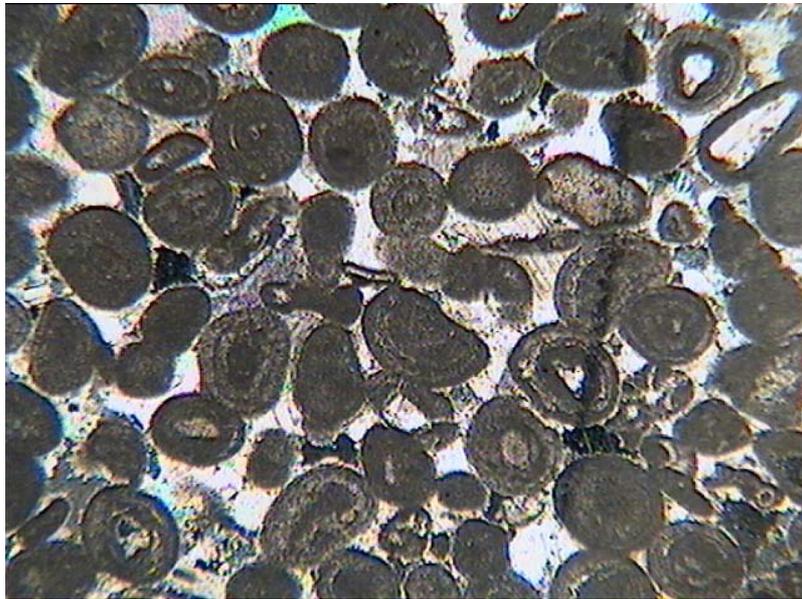
En este caso se trata de un ***Mármol calcítico*** con una marcada *textura porfidoblástica* en la que se observan agregados de blastos de gran tamaño, de hasta 3-4mm envueltos por una matriz de tamaño entre 0,1-0,2 mm.

A su vez presenta una *estructura brechificada* muy marcada, reflejo de una gran influencia dinámica en el metamorfismo sufrido, presentando deformación plástica y trituración por efectos de la milonitización.

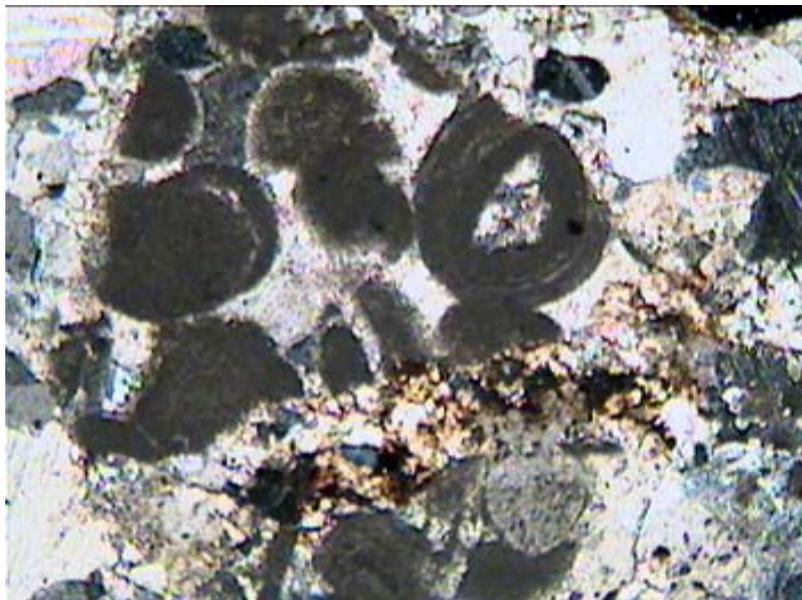
Este efecto dinámico, debió ir acompañado con la circulación de fluidos ricos en óxidos de Fe, ya que es característico de la piedra que los blastos de la fracción más fina (matriz) se encuentren envueltos de una película ferruginosa, responsable del color rojo de la roca, apareciendo de color blanco las zonas porfídicas no afectadas por estos fluidos.

La *porosidad* de la roca es muy escasa (<5%), típica de los mármoles que son rocas muy compactas.

En las siguientes páginas se observan imágenes al microscopio de cada una de las muestras estudiadas.



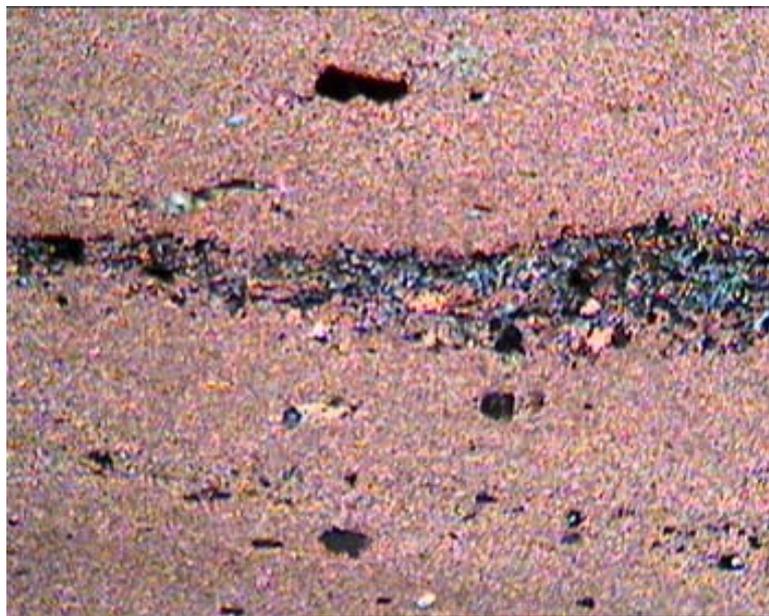
TM-1: Aspecto global de la roca. Se observa la abundancia de oolitos y la cementación esparítica. 2,5x



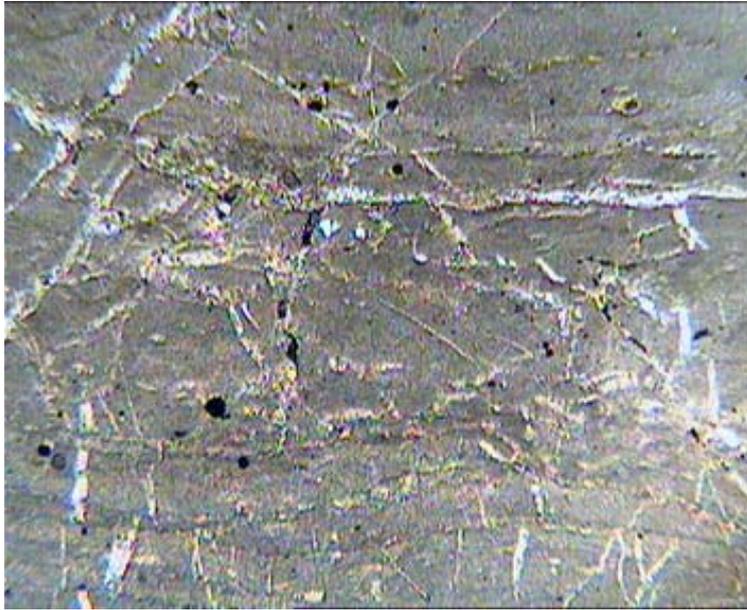
TM-1: Detalle de otra zona dónde se observa la cementación y acumulación de minerales férricos. 5x



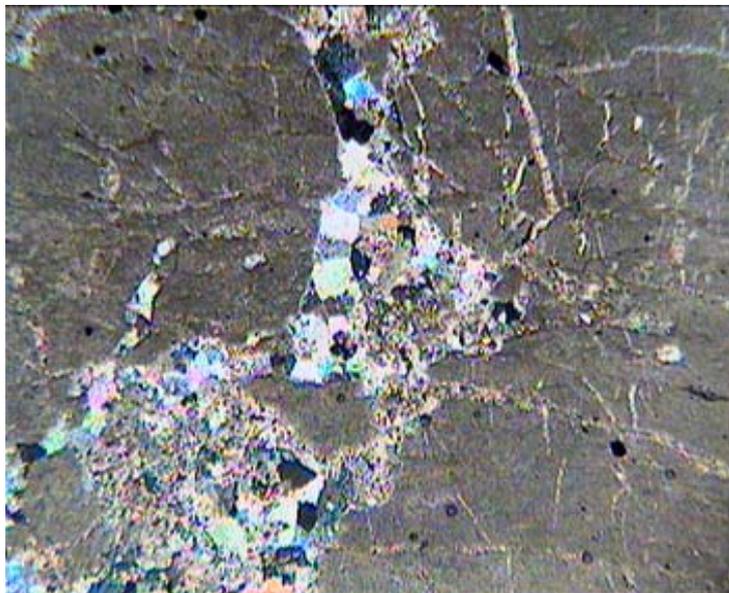
TM-2: Aspecto global de la roca, se observa la textura microesparítica, y la estructura con tendencia al bandeado. 2,5x



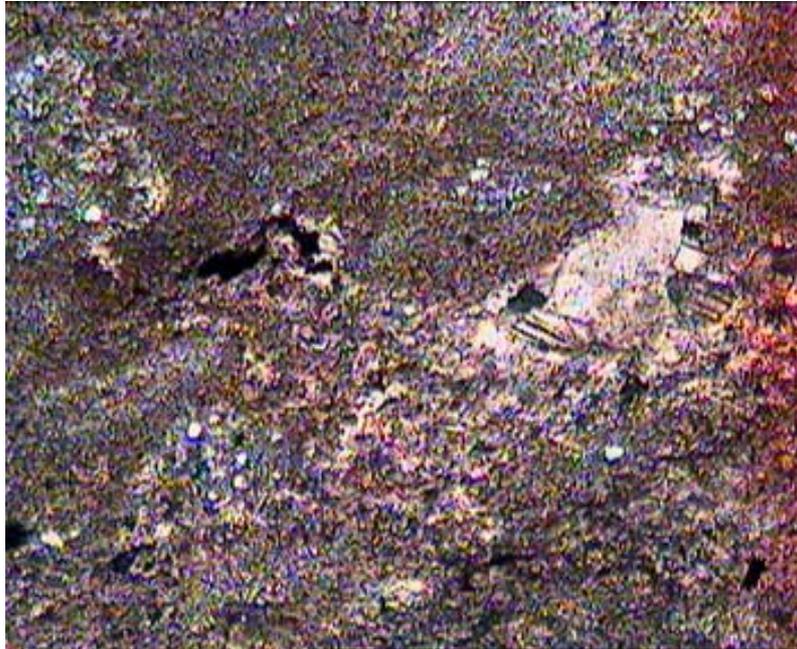
TM-2: Detalle de otra zona dónde se observa la presencia de yeso en una de las fisuras. 5x



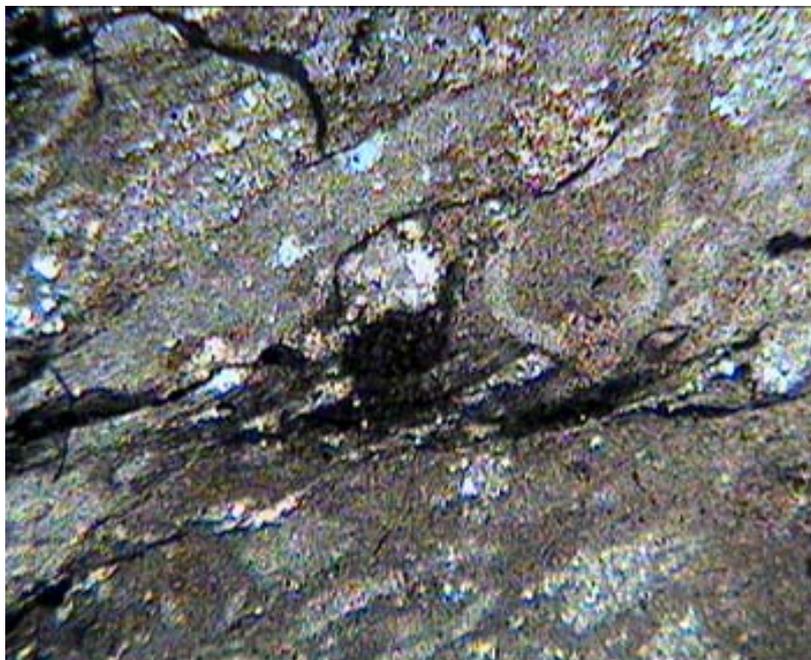
TM-3: Aspecto global de la roca dónde se observa la textura micrítica y la presencia de microfisuras de brechificación. 2,5x



TM-3: Detalle de otra zona dónde se observa el sellado de microfisuras con la presencia de cemento esparítico. 5x



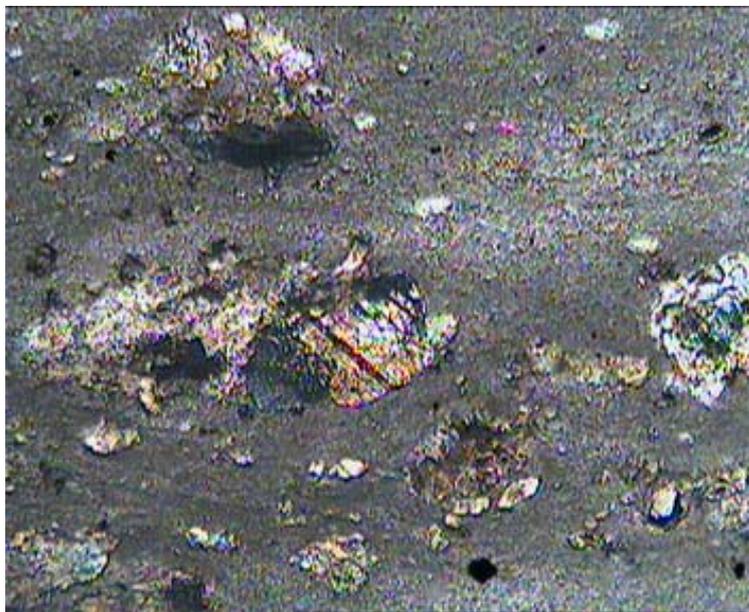
TM-4: Aspecto global de la textura de la roca con cristales de tipo esparítico y zonas de distinto grado de cristalinidad. 2,5x



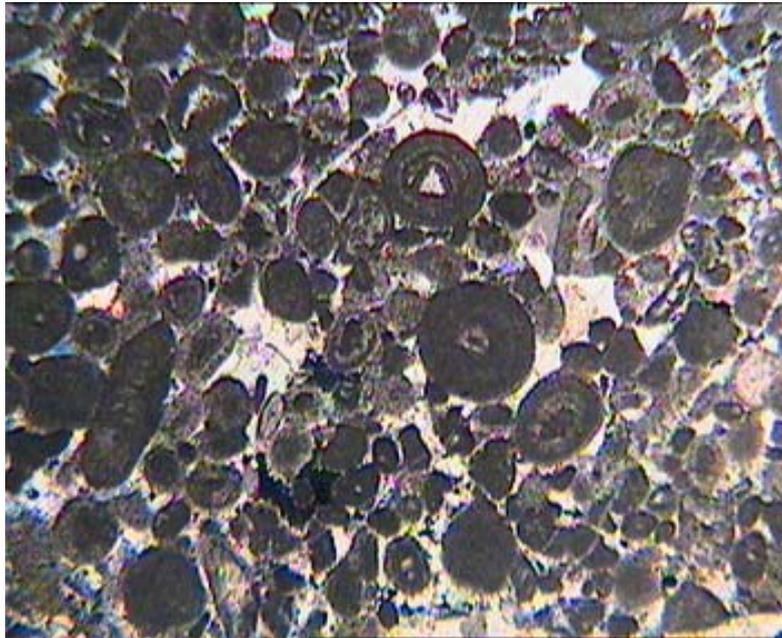
TM-4: Otra zona dónde se observan además de las zonas de distinta cristalinidad, la presencia de vetas ricas en Fe. 5x



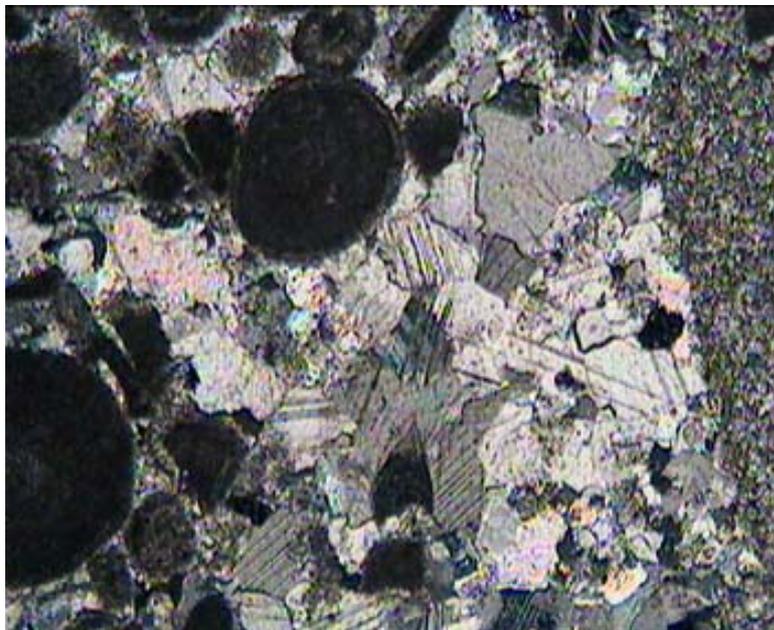
TM-8: Aspecto global dónde se observa la tendencia al bandeo de la roca y la textura microesparítica. 2,5x



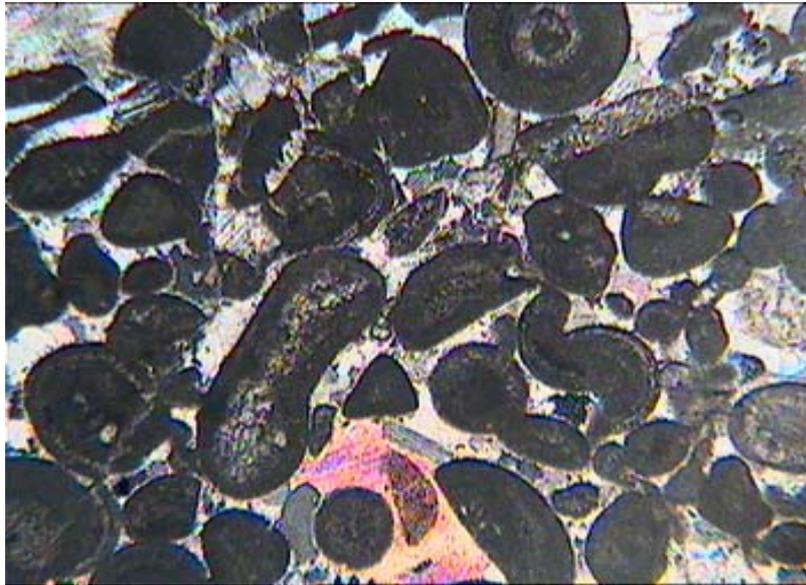
TM-8: Detalle de una zona dónde se observan los óxidos de Fe y zonas con cristalización en forma de blastos. 5x



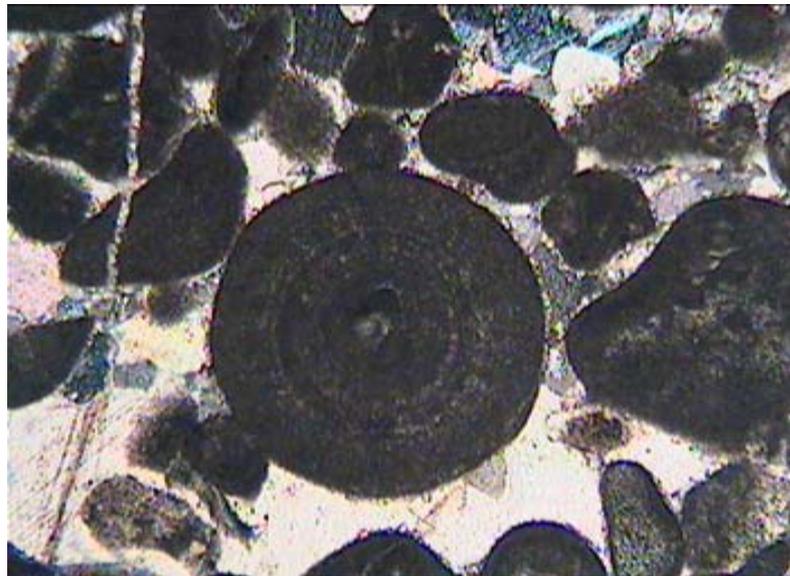
TM-9: Aspecto global de la roca. Se observa la abundancia de oolitos al igual que la TM-1 y la cementación esparítica. 2,5x



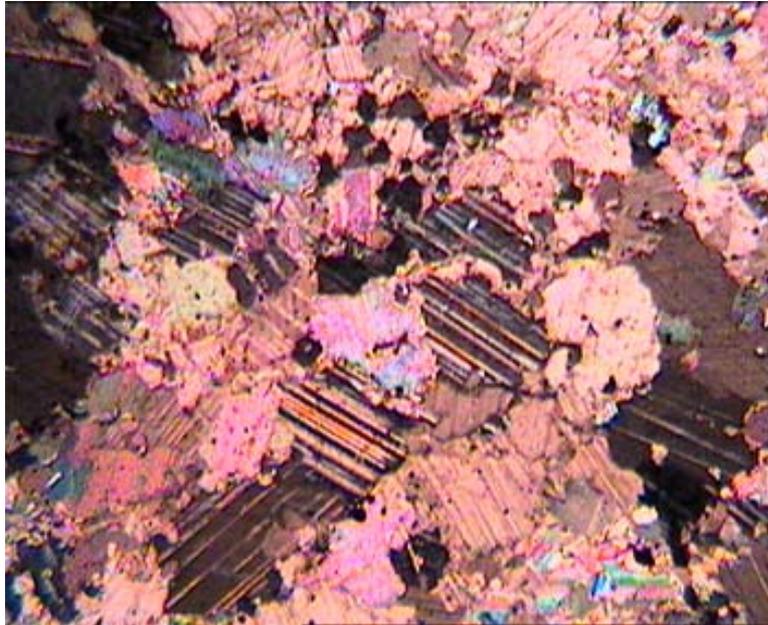
TM-9: Detalle de una zona dónde se observa la cementación esparítica en una apertura de fisuras. 5x



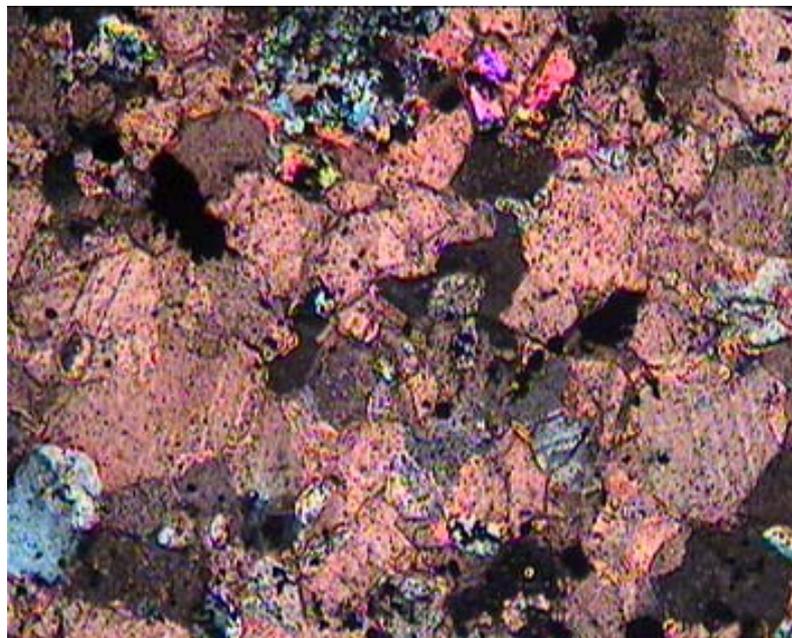
TM-10: Aspecto global de la roca. Se observa que la roca es de la misma naturaleza oolítica que las anterior. 2,5x



TM-10: Detalle de uno de los oolitos donde se observa su estructura concéntrica. Rodeándolo cemento esparítico. 5x



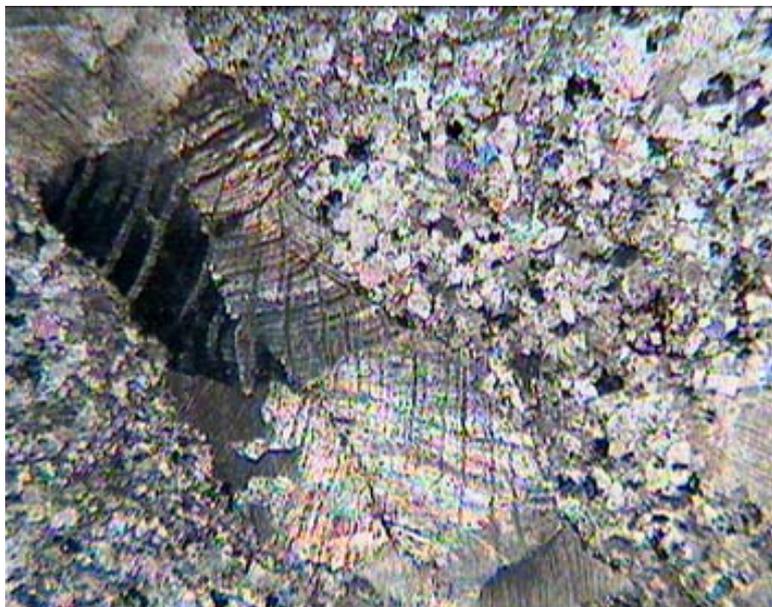
TM-11: Aspecto global de la roca dónde se observan los blastos de calcita y la textura porfídica. 2,5x



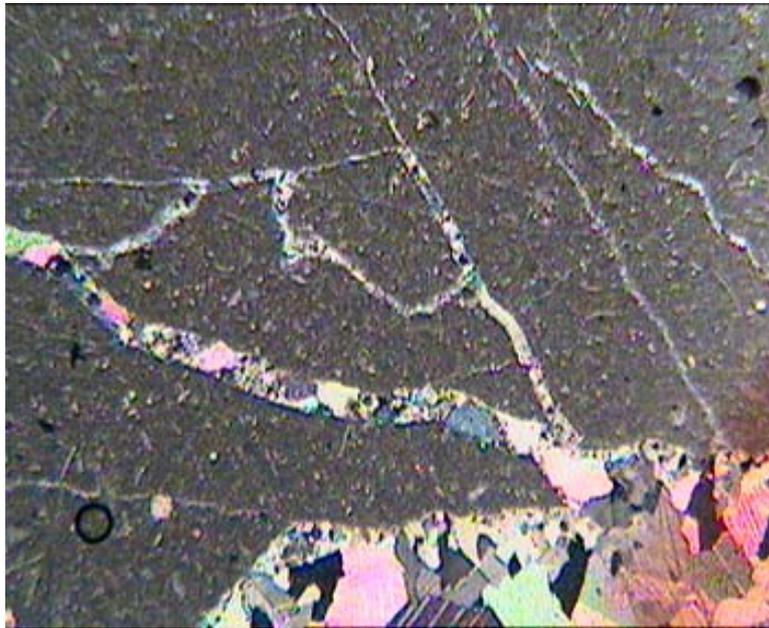
TM-11: Otra zona dónde observa la textura la roca. 5x



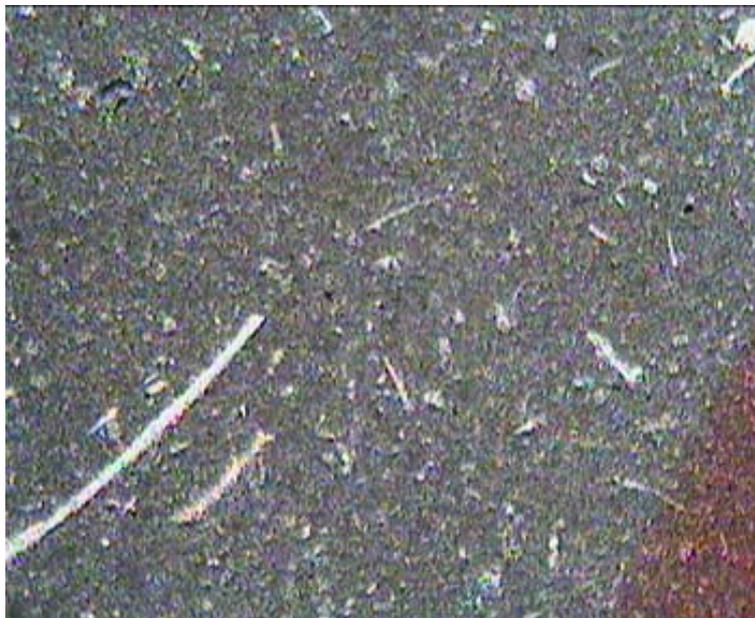
TM-12: Aspecto global de la roca. Se observa el tamaño de los blastos más fino y homogéneo. 2,5x



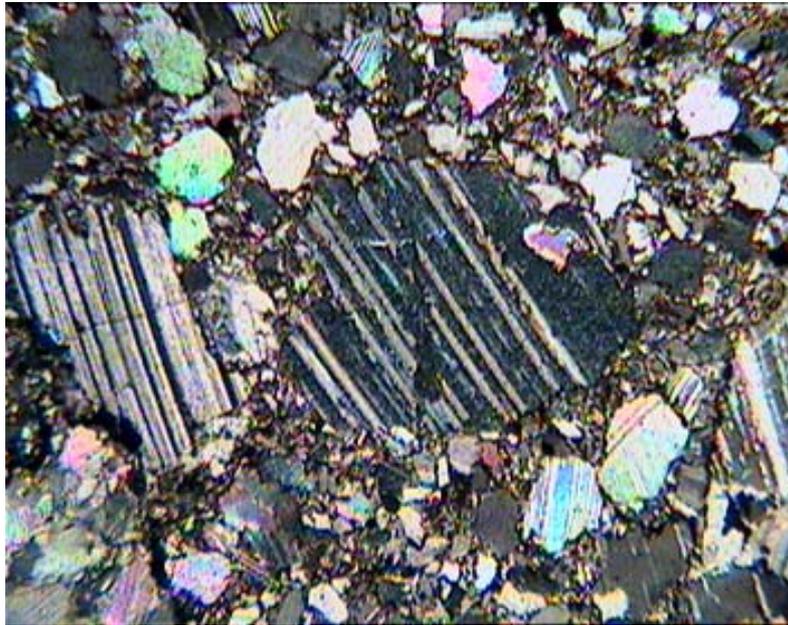
TM-12: Detalle de otra zona dónde se observan grandes recristalizaciones en fisuras. 5x



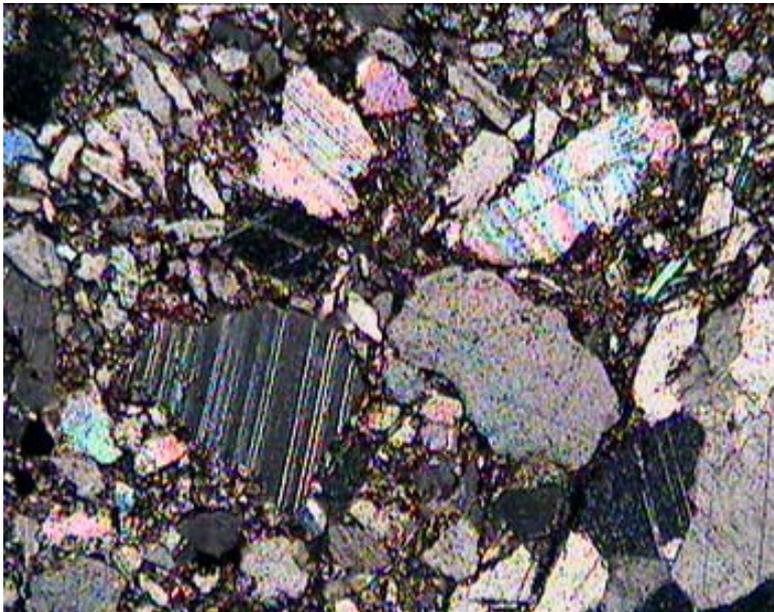
TM-13: Aspecto global de la roca, se observa una matriz micrítica y vetas con cristalización esparítica. 2,5x



TM-13: Detalle de una zona dónde se observan los restos bivalvos "pelos" y algunos de radiolarios. 5x



TM-14: Aspecto global del mármol dónde se observa la textura porfidoblástica. 2,5x



TM-14: Otro detalle dónde se observan los cristales de la matriz envueltos de una película de minerales ferruginosos. 5x

IV. CONCLUSIONES

Se han estudiado tres muestras de Opus Signinum que presentan diferentes características entre sí. Aunque los tres contienen como árido básicamente los fragmentos cerámicos, existen diferencias en su granulometría, naturaleza de las cerámicas, o en la existencia de otros tipos de áridos como en la muestra TM-7.

También existen diferencias entre ellos en la proporción de cal, su calidad y el estado de conservación entre las distintas muestras.

Las muestras de Opus Caementicium también presentan diferencias notables en cuanto a la calidad, estado de conservación, proporción de la cal y en la proporción de árido, que en todos ellos son procedentes de fragmentos de rocas de la geología local.

Por último mencionar, que se han caracterizado todas las muestras de piedra y se han identificado tres tipos diferentes de *Mármoles* metamórficos, perteneciendo el resto a muestras de rocas calizas. De las muestras de calizas tres de ellas corresponde a un mismo litotipo (*Ooesparita*), otras dos pertenecen a un mismo tipo de *Microesparita*, y el resto de muestras corresponden a otros tipos de *rocas ortoquímicas* y a una *Biomicrita*.

EQUIPO TÉCNICO:

Análisis Petrográfico

Jesús Espinosa Gaitán

Geólogo.

Empresa Pública de Gestión de Programas Culturales

Sevilla, 29 de Abril de 2005

Vº Bº JEFE DEL CENTRO DE INTERVENCIÓN
EN EL PATRIMONIO HISTÓRICO



Lorenzo Pérez del Campo