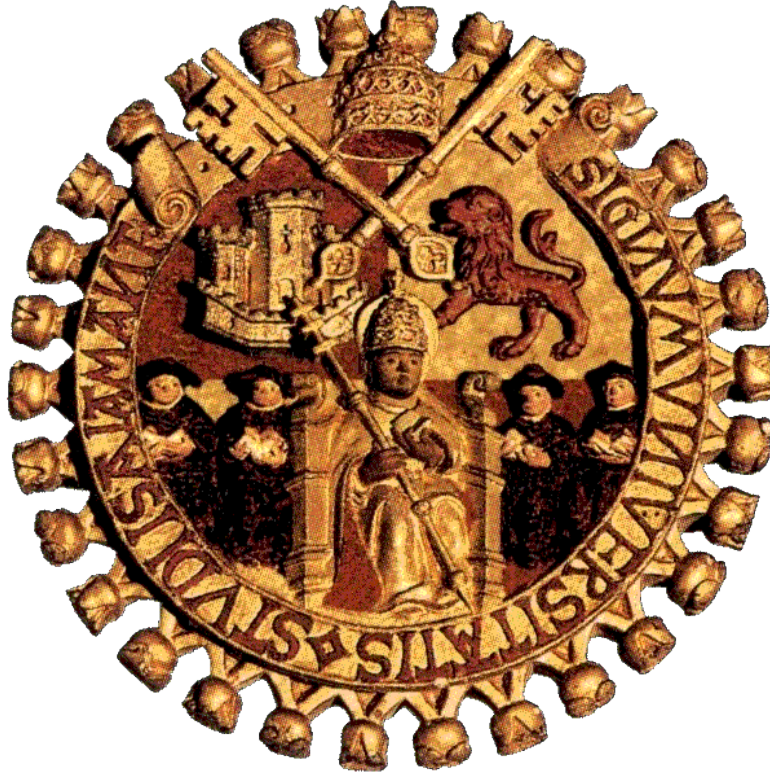


**UNIVERSIDAD DE SALAMANCA**

FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA  
INGENIERÍA GEOLÓGICA



TRABAJO FIN DE CARRERA  
**LA PIEDRA EN LOS MONUMENTOS DE LA  
CIUDAD DE TORO.  
GEOTURISMO.**

Por:

SUSANA MARTÍN ALFAGEME

Para la obtención del título de Ingeniero Geólogo

Tutores: JACINTA GARCÍA TALEGÓN y ADOLFO C. IÑIGO IÑIGO

2015

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción y objetivos	
1.2 Situación geográfica y geológica	
1.3 Monumentos a estudiar : Arte e historia	
1.4 Formas y agentes de alteración: Patologías en los materiales pétreos	
<b>2. MATERIALES Y METODOLOGÍA</b>	<b>27</b>
2.1 Materiales de conservación	
2.2 Metodología	
2.3 Caracterización Tecnológica de los materiales pétreos: Ensayos hídricos/Propiedades físicas	
<b>3. PIEDRA NATURAL EMPLEADA EN LOS MONUMENTOS DE LA CIUDAD DE TORO.</b>	<b>37</b>
3.1 Caliza del tipo Campaspero	
3.2 Arenisca del tipo Villamayor	
3.3 Granito Silicificado	
<b>4. ESTUDIO DE LOS DISTINTOS MONUMENTOS: MAPEADO DE LITOTIPOS Y DE PATOLOGÍAS</b>	<b>46</b>
4.1 Toro de Piedra o Verraco	
4.2 Puerta de Santa Catalina	
4.3 Alcázar	
4.4 Iglesia de San Lorenzo el Real	
4.5 Iglesia de San Salvador	
4.6 Iglesia del Santo Sepulcro	
4.7 Puente Románico	
4.8 Colegiata	
4.9 Monasterio de Santa Sofía	
4.10 Palacio de Bustamante	
4.11 Palacio de las Leyes	
4.12 Palacio de los Condes de Requena	
4.13 Iglesia de la Trinidad	
4.14 Iglesia de San Sebastián de los Caballeros	
4.15 Iglesia de Santa Catalina	
4.16 Iglesia de San Julián de los Caballeros	
4.17 Palacio de los Marqueses de Castrillo	
4.18 Monasterio de San José	
4.19 Real Monasterio de Santa Clara	
4.20 Puerta de Corredera	
4.21 Ermita de Nuestra Señora del Canto	
4.22 Iglesia de Santo Tomás Cantauriense	
4.23 Casa de la Nunciatura	



- 4.24 Palacio de los marqueses de Alcañices
- 4.25 Arco del postigo
- 4.26 Arco del reloj
- 4.27 Ayuntamiento
- 4.28 Plaza de Toros
- 4.29 Teatro Latorre

<b>5. GEOTURISMO: PROPUESTA DE ITINERARIO EN EL CONJUNTO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE TORO</b>	<b>169</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>183</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>186</b>



1.

---

# INTRODUCCIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La Piedra Natural es, quizás, el material de construcción más antiguo que se conoce, utilizado desde la era prehistórica, tanto como elemento constructivo, como decorativo.

El rico y extenso Patrimonio Artístico e Histórico y su situación geográfica, hacen de Toro un lugar privilegiado.

Los objetivos de este trabajo son:

- La identificación de cada una de las rocas empleadas, a lo largo de los siglos, para la construcción de los distintos monumentos, que componen el patrimonio artístico e histórico de la ciudad de Toro (Zamora).
- La determinación de las principales alteraciones (patologías) presentes en las rocas identificadas y la elaboración de documentación gráfica de dichas patologías dentro de cada construcción.
- La obtención de una georuta por los monumentos sitios en el conjunto histórico- monumental de la ciudad de Toro.

### 1.2. LA PIEDRA NATURAL: ROCA ORNAMENTAL/PIEDRA DE CANTERÍA.

El concepto Piedra Natural engloba toda roca que se pueda obtener en bloques o piezas de cierto tamaño que permitan su utilización o comercialización, y por tanto sus propiedades constitutivas permanecen constantes en sus etapas de transformación. Cuando la piedra se usa, mediante simple corte, en la edificación, se denomina roca de construcción. Si las rocas son trabajadas buscando un fin estético se suele hablar de roca ornamental. (*García de los Ríos Cobo y Báez Mezquita, 2001*).

Se define el concepto de Roca Ornamental como la piedra natural que ha sido seleccionada, desbastada o cortada en determinada forma o tamaño con o sin una o más superficies elaboradas mecánicamente.

Estos materiales, tradicionalmente, se han dividido, desde una óptica comercial, en dos grandes grupos: Piedras y Mármoles. En el primero irían incluidas todas las llamadas piedras de cantería o de corte, que fundamentalmente son las calizas, areniscas, cuarcitas y demás materiales rocosos que a lo largo de los siglos se han utilizado en la construcción y ornamentación, tras su tratamiento de forma artesanal.

En el grupo de los mármoles tienen cabida las rocas capaces de admitir el pulido y a su vez está constituido actualmente por dos grandes conjuntos, el de los propios mármoles y el de los granitos, que no obedecen fielmente a la definición de estas rocas al ir incluidas también otras rocas de composición distinta. Se trata de las también denominadas rocas dimensionadas, que se extraen en forma de grandes bloques. En el caso de los mármoles les acompañan serpentinas, dolomías y calizas recristalizadas y ónices, y en el de los granitos se incluyen también las granodioritas y otras rocas intermedias, rocas básicas, (gabros y otras), migmatitas, sienitas, etc

El otro importante grupo que queda es el de las pizarras, utilizadas tradicionalmente para cubiertas,

mampostería y enlosados, y que hoy en día también se están empleando para solados, recubrimientos y ornamentación.

De entre todos los materiales que durante siglos han sido utilizados en edificación, tanto popular o de ámbito doméstico cómo de carácter monumental, la piedra se alza como el más representativo de la región por su constante presencia.

La piedra es un material imprescindible y de gran valor en el ámbito de la arquitectura. Ya que las arquitecturas más humildes, encuentran la necesidad de construir un zócalo pétreo, para garantizar una resistencia a los agentes agresivos externos y las de mayor representatividad y más estilísticas, encuentran en la piedra su más claro exponente.

### **1.3. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA**



*Fig.1.1. Panorámica de las vistas de la vega de la ciudad de Toro; Puente Románico.*

#### **Situación geográfica de la ciudad de Toro**

El término municipal de Toro se localiza en el noroeste de la Península Ibérica en la submeseta norte a orillas del Río Duero, cuyo cauce atraviesa su término de este a oeste. La ciudad se sitúa en un cerro elevado sobre la vega del Duero. También recorren su término los ríos Guareña y Hornija, así como los arroyos Bajoz y Talanda.

La ciudad de Toro se levanta sobre una atalaya dominando el Duero, a 100 metros de altura. Situada al este de la provincia de Zamora, a solo 32 kilómetros. Dista 220 de Madrid, 62 kilómetros de Valladolid y 72 kilómetros de Salamanca.

Para llegar a Toro por carretera, desde las ciudades más próximas (Fig.1.2.):

Desde Zamora por la A-11, Autovía del Duero o por la N-122, Zaragoza – Portugal, en dirección este a una distancia de 32 Km.

Desde Valladolid por la A-11, Autovía del Duero o por la N-122, Zaragoza – Portugal, en dirección oeste a una distancia de 66 Km.

Desde Salamanca por la CL-519, en dirección norte a una distancia de 72 Km.



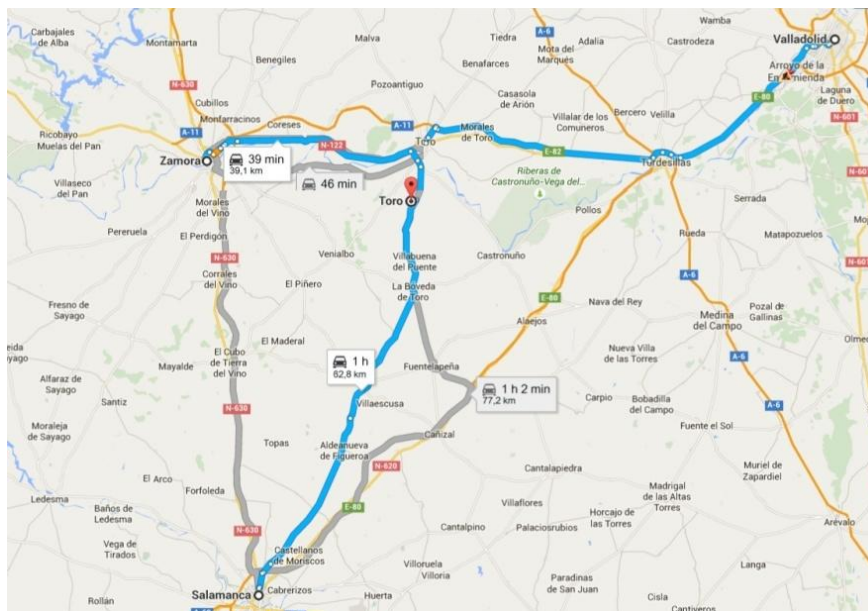


Fig.1.2. Mapa de carreteras de [www.google.es/maps](http://www.google.es/maps) modificación propia

Desde Madrid a una distancia de 220 km, por la A-6, Autovía del Noroeste, hasta Tordesillas, donde se enlaza con la A-11, Autovía del Duero, hasta la ciudad.

Para llegar a Zamora en tren desde Madrid podemos tomar el tren Alvia desde la estación de Chamartín en aproximadamente 2 horas y 15 minutos llegaríamos a Zamora (Fig.1.3.).

En el plazo de menos de un año este recorrido será realizado por un tren de alta velocidad (AVE) que permitirá conectar estas dos ciudades en 1 hora y 25 minutos.

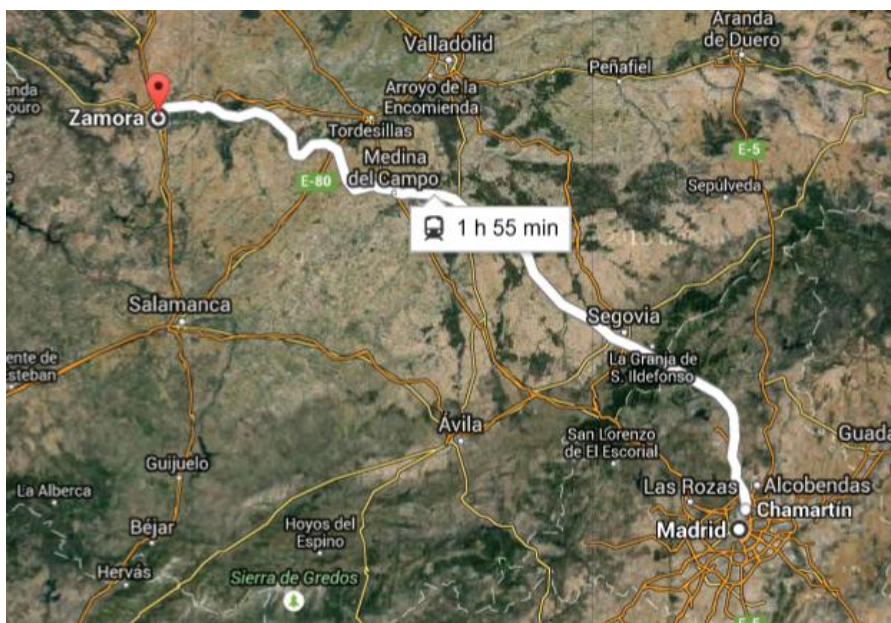


Fig.1.3. Trayecto Alvia Madrid –Zamora de [www.google.es/maps](http://www.google.es/maps)

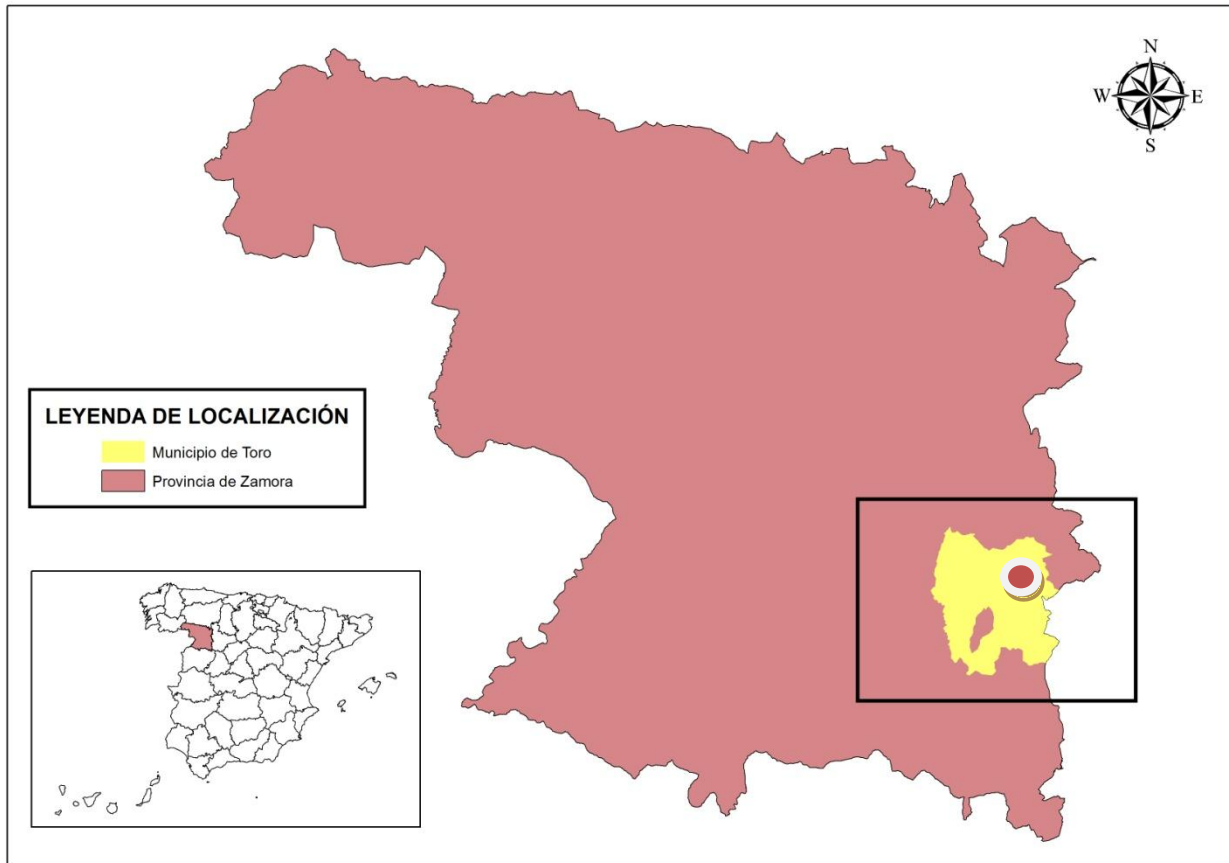


Fig. 1.4. Localización geográfica del municipio de Toro en la provincia de Zamora, Castilla y León, España.  
FUENTE: Creación propia.

### Situación Geológica, Hidrología y Geomorfología del área de estudio

Toro se encuentra en el borde occidental de la Cuenca Terciaria del Duero. Además de por el Duero, el municipio es atravesado por los afluentes Hornija y Bajoz, y por el Arroyo de Adalia, también afluente del Duero. El resto de la Red hidrográfica es esquelética y su forma depende de la litología y del relieve sobre el que discurre. Es dentrítica con cursos abarrancados sobre los materiales arenoso- conglomeráticos, esquelética e irregularmente reticulada sobre las arcillas de "Las Campiñas" y radial o paralela abarrancada en "Las Cuestas".

Desde el punto de vista geomorfológico, el municipio tiene una constitución típica de la Meseta Castellana, con dos superficies, la de "Los Páramos", aquí entre 815 y 825 m; y la de "Las Campiñas", entre 760 y 710 m., separadas por rampas abruptas o "cuestas". Cada una de estas tres unidades geomorfológicas tiene identidad litológica propia.

El municipio de Toro comprende en su totalidad materiales paleógenos, miocenos y cuaternarios, exclusivamente continentales.

Localización Geográfica de la Cuenca del Duero

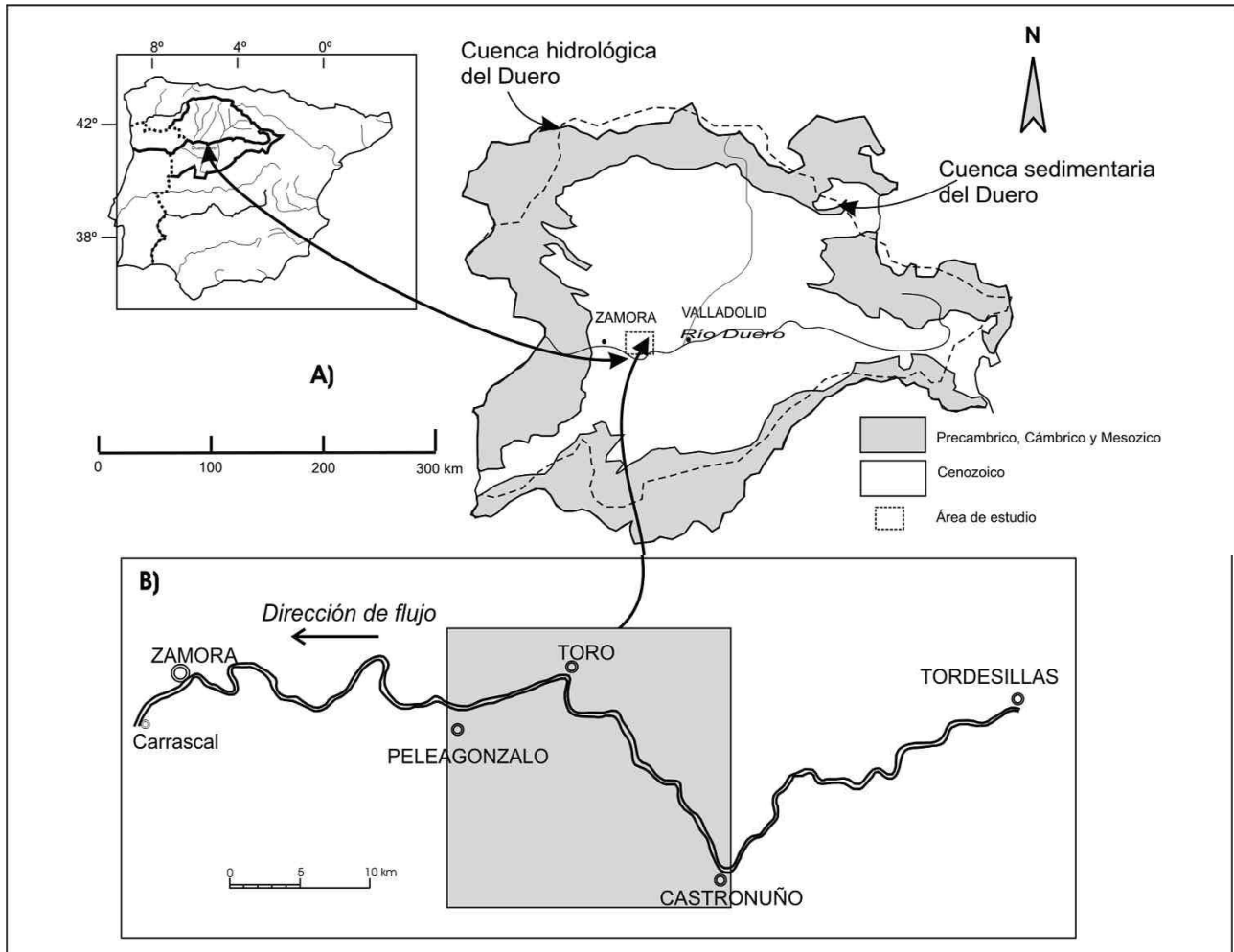


Fig. 1.5. A) Localización del área de estudio. B) Trazado del río Duero entre Tordesillas y Zamora( Sánchez del Corral Jiménez,2007)





Fig.1.6. Mapa geográfico de la ciudad Toro. Visor Iberpix del Instituto geográfico nacional



**Contexto Geológico de la Cuenca Terciaria del Duero**

Las Cuenca Terciarias son zonas deprimidas, tectónicamente inactivas que actúan como cuencas receptoras y están constituidas por materiales mesozoicos y terciarios de origen continental y que no fueron afectados por las deformaciones alpinas (Cuenca del Ebro, Duero y Tajo)

La Cuenca del Duero es la cuenca sedimentaria terciaria de mayor extensión de la Península Ibérica. Esta cuenca está separada de las demás cuencas terciarias por grandes relieves montañosos con composiciones variadas. Estos relieves se distribuyen de la siguiente forma: el Macizo Ibérico al oeste, la Cordillera Cantábrica al norte, la Cordillera Ibérica al este y el Sistema Central al sur

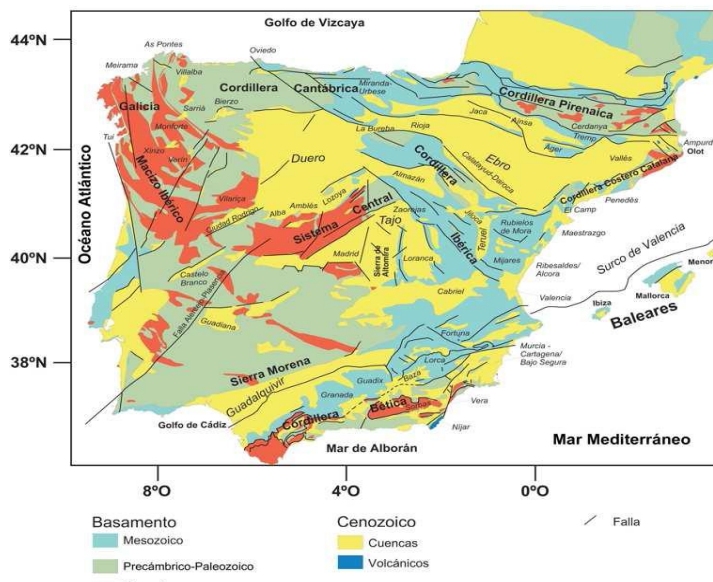


Fig.1.7. Ubicación de las Cuenca Cenozoicas en el contexto estructural de la Península Ibérica,(Vera,2004).

**AREAS FUENTE**

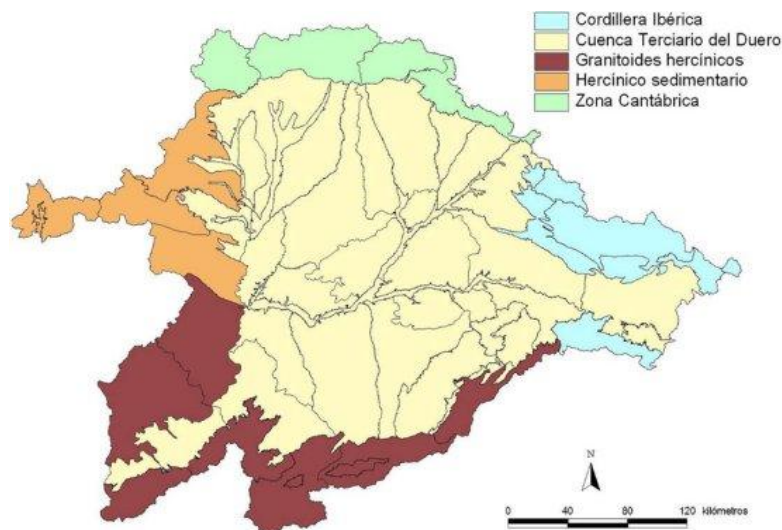


Fig. 1.8. Distribución de las áreas fuente en torno a la Cuenca del Duero.(Vera,2004)

**Introducción.****MACIZO IBERICO (IGME, 1980)**

Las rocas que constituyen el Macizo Ibérico se formaron durante el Precámbrico y el Paleozoico y fueron deformadas durante la Orogenia Varisca. La Orogenia Varisca se produjo al final del Paleozoico debido a la convergencia y posterior colisión de los continentes de Laurasia y Gondwana. El Orógeno Varisco fue erosionado con el paso del tiempo, conservando, en la actualidad, rocas principalmente ígneas y metamórficas.

El Macizo Ibérico se puede considerar dividido por varias zonas:

Zona Cantábrica,  
Zona Asturoccidental Leonesa,  
Zona Centro-Ibérica,  
Zona de Ossa Morena,  
Zona Subportuguesa

En el conjunto del Macizo Ibérico, los materiales carbonatados forman un nivel de poca potencia pero de gran continuidad lateral, distribuidos ampliamente en el Macizo. Estos materiales se pueden encontrar en las Formaciones de Tamames (Z.C.I), Vegadeo (Z.Astur- Occidental-Leonesa) y Láncara (Cantábrica).

Los dominios internos del Macizo Ibérico se caracterizan por la presencia de importantes extensiones de rocas de alto grado de metamorfismo originado en el Precámbrico y Paleozoico inferior, y con variada composición química.

Las vergencias en la parte septentrional del Macizo son hacia el noreste y en el meridional, hacia el sureste.

**CORDILLERA CANTÁBRICA (IGME, 1980)**

La Cordillera Cantábrica está constituida por materiales que pertenecen en parte al dominio varisco y en parte al alpino.

El dominio alpino está constituido por rocas y sedimentos poco compactados, generados durante el mesozoico y Terciario (aprox. 250 – 2 M.a) que fueron afectados por la Orogenia Alpina. Son materiales relativamente jóvenes, vinculados tectónicamente a esta orogenia.

La individualización de la cuenca comenzó durante el Paleoceno con las primeras manifestaciones de elevación del Sistema Central. Estas elevaciones tanto del Sistema Central como de las Cordilleras Ibérica y Cantábrica se produce durante el Terciario y son consecuencia de un nuevo episodio orogénico, la Orogenia Alpina.

La Cuenca del Duero se desarrolla en este contexto orogénico se fue rellenando durante el Cenozoico por materiales detríticos procedentes de estos relieves y materiales carbonatados y evaporíticos derivados del carácter endorreico de la cuenca.

Estos materiales guardan, por tanto, una relación zócalo-cobertera con las rocas de los dominios varisco y alpino. El relleno de esta cuenca estuvo condicionado por la composición litológica de las áreas fuente y por la tectónica, principalmente, además de la evolución climática.

**Introducción.**

La sedimentación se lleva a cabo mediante abanicos aluviales con canales inestables de baja sinuosidad y de geometría planar y lagos temporales, con formaciones arcósicas, detríticas calcáreas y carbonatadas.

**SISTEMA CENTRAL E IBÉRICO (IGME, 1980)**

El sistema Ibérico es un conjunto de sierras de la península Ibérica situado entre las cuencas del río Duero y del río Ebro, y entre la depresión del Tajo y la costa valenciana.

En el tramo central se diferencian dos ramas noroeste-sureste, la rama aragonesa y rama castellana.

Aunque no influye directamente en Toro debemos mencionar las sierras de Urbión y Cebollera al Noroeste de Soria. La Sierra Cebollera es un parque natural.

Se tratan de escarpadas montañas cuyas cimas han sido modeladas por una intensa erosión glacial, que ha dado lugar a un interesante conjunto lagunar, en el que destaca la famosa Laguna negra de Urbión. La Sierra de Cebollera tiene su origen en la Era Secundaria. En la Era Terciaria como consecuencia de la orogenia Alpina, esta cuenca comenzó a levantarse. Durante la Era Cuaternaria toda esta zona padeció los efectos de las glaciaciones. Los hielos cubrieron las zonas más elevadas, dejando en la actualidad huellas de la acción glacial, como son los hoyos (Hoyos de Iregua, Hoyo Mayor y Hoyo Pedroso).

**ESTRATIGRAFÍA:****PALEÓGENO (IGME, 1980)**

Se considera claramente paleógenas las Formaciones limo-arenosas que pueden verse en la margen derecha del Río Duero en la base del Puente Viejo de Toro. También es paleógena la serie arenosa situada inmediatamente encima de la anterior, aun con sus diferencias en compacidad y sedimentación. (Fig.9)

**SERIES DE GEROMA**

El Puente Viejo de Toro se encuentran sobre una capa de 2m. de arcillas ocres, 4m. de limos arenosos. Sobre ellos aflora la Serie denominada "Areniscas de Toro".

En los escarpes del Palacio de Montelarreina sobre el río Duero se observan materiales cuaternarios y coluviones. Al norte de este palacio, se ve claramente la paraconformidad Paleógeno-Mioceno, a 715m., y más hacia el este, desciende hasta 690 m. El paleorrelieve que determina está inclinado hacia el Este.

Al Este del arroyo de Adalia, por debajo de los 690 m., afloran las "Areniscas de Toro" en discontinuidad con los conglomerados rojos.

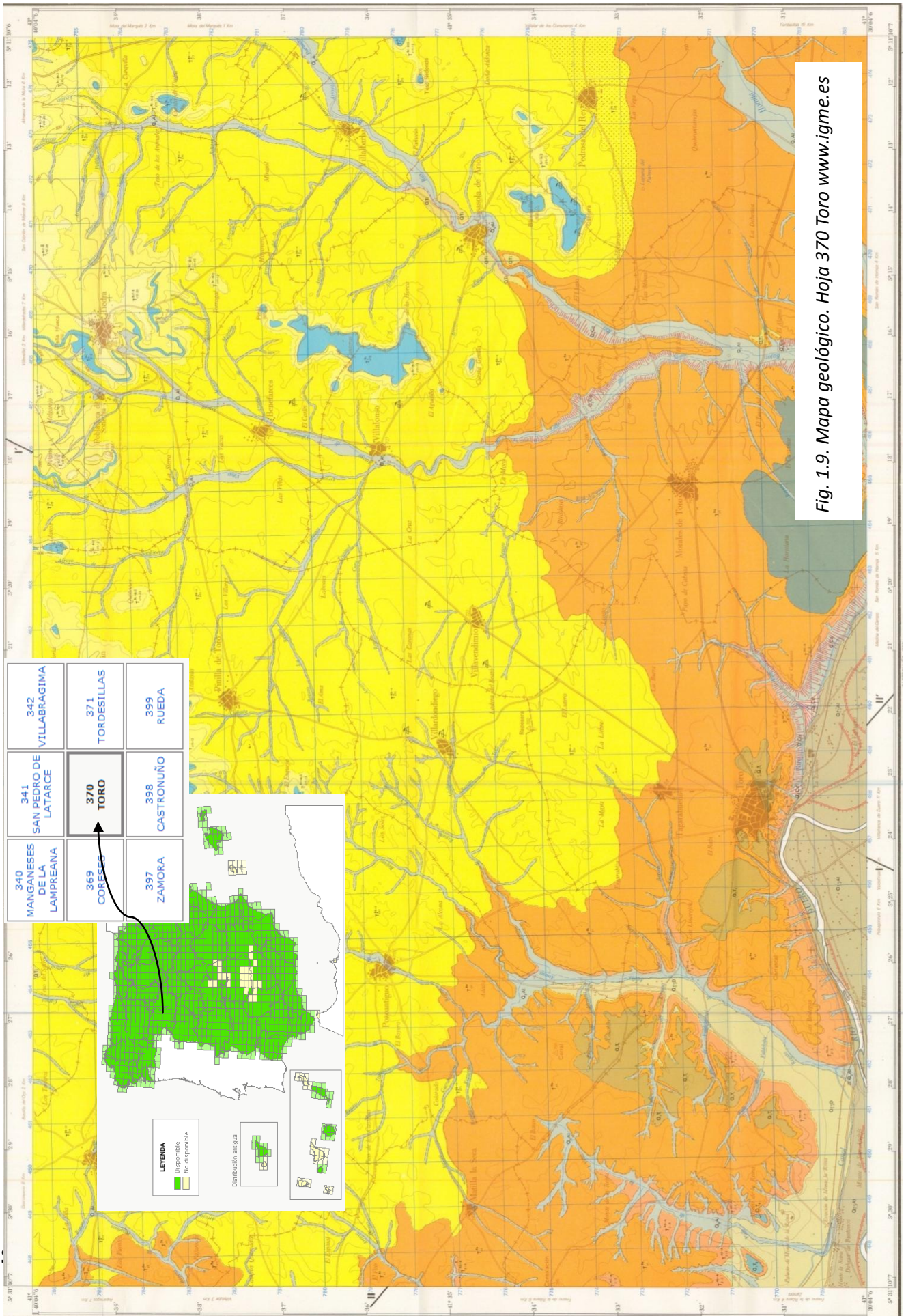
En la base de los escarpes de Toro se encuentran los limos arenosos de la Serie de Geroma.

**SERIES DE TORO**

"Las Areniscas de Toro " afloran en los escarpes de la ciudad de Toro, sobre el río Duero, entre los limos arenosos de la Serie de Geroma y los "Conglomerados Rojos de Toro". Se observan con una potencia de 45m. aproximadamente.

Las Areniscas de Toro son unas areniscas masivas, con cantos de diferentes tamaños de grano y con un color amarillento rojizo. Se pueden encontrar capas de limos arcillosos y arenosos, y conglomerados entre las areniscas. Además, en los conglomerados se pueden ver cambios laterales de facies, paleocauces y estratificaciones cruzadas.





## MIOCENO

En cuanto a la sedimentación, la distribución de los sedimentos presenta una zonación clásica de todas las cuencas terciarias de la Península Ibérica. En los bordes próximos a las áreas fuente, sedimentos típicamente conglomeráticos, que pasan a otros más finos hacia el centro de la cuenca. La cuenca hasta entonces endorreica culmina su relleno con depósitos lacustres, y la formación carbonatada "Calizas del Páramo".

De acuerdo con esto, consideramos cuatro litofacies: la "Facies Roja de Toro", la "Facies Tierra de Campos", la "Facies de Las Cuestas" y la "Facies de los Paramos"

La configuración geomorfológica actual se debe a la erosión de la cuenca durante el Mioceno y al correspondiente encajamiento de los ríos.

La geomorfología de la cuenca se caracteriza por una plataforma carbonatada ("Calizas de los Páramos") en el centro con los mayores relieves, la campiña ("Facies Tierra de Campos") unas laderas de transición ("Facies Cuestas"), que se denominan "Cuestas" y los valles.

### FACIES ROJA DE TORO

La formación "Facies Roja de Toro" se puede encontrar fundamentalmente al Norte del río Duero y en los escarpes de los ríos Bajoz y Hornija y en los del arroyo Adalia. Está datada en el Mioceno inferior

La "Facies Roja de Toro" está constituida por conglomerados de matriz rojiza, poco compactados. Se pueden encontrar en esta formación: areniscas, limos, lechos carbonatados y estratificaciones cruzadas entre los conglomerados.

Estos conglomerados rojos, así como las areniscas situadas por encima de ellas corresponderían (Corrochano, 1977) a un medio de abanico aluvial en las que las facies más próximas estarían formadas por los conglomerados cuarcíticos y las areniscas inferiores. Los conglomerados, de grandes cantos englobados en una matriz arcillosa, estarían originados por corrientes fangosas de tipo "debris flow". Las areniscas inferiores con cantos blandos, marcas de paleocanales y estratificaciones cruzadas planares, parecen indicar depósitos de canales que temporalmente se encajan en el abanico. Por último, las areniscas rojas situadas encima de lo anterior representarían facies más distales de los abanicos aluviales.

El Paleógeno se encuentra disconforme bajo esta formación. Sobre ella se sitúa, parece que disconforme, sobre la "Facies Tierra de Campos".

### FACIES TIERRA DE CAMPOS

La "Facies Tierra de Campos" está constituida por arcillas y limos con una variedad de tonos que abarca desde los grises a los pardos rojizos, algo carbonatados y que contienen unas areniscas de granos fino, que a veces presenta laminación paralela, intercaladas.

Debido a las plantaciones de cultivos y al relieve la observación directa de los materiales de esta formación es complicada.

Las "Facies de las Cuestas" y "Facies de los Páramos" no afloran en los alrededores de la ciudad de Toro.

## CUATERNARIO

El progresivo encajamiento de la red fluvial durante la apertura de la cuenca hacia el Atlántico favorece el desarrollo de varios sistemas de terrazas y otros depósitos coluviales y fluviales durante el Cuaternario.

El relieve de la comarca de Toro es suave y ondulado, con pequeñas elevaciones y pendientes escasamente pronunciadas. Los suelos son de color pardo o pardo-amarillento y de textura arenosa y el terreno de los viñedos puede llegar a ser profundo, de tierra suelta y con frecuencia pedregoso y pobre en materia orgánica, excepto en el caso de las terrazas bajas próximas al Duero.

Poseen una aceptable capacidad de retención hídrica y una fácil penetración del aire y la raíz de la planta. Cuatro ríos atraviesan la zona, siendo el más importante el Duero, atraviesa la zona de este a oeste, por los términos municipales de Villafranca de Duero, San Román de la Hornija, Toro y Peleagonzalo.

El río Guareña, afluente del anterior, cruza de Sur a Norte los términos municipales de Bóveda de Toro, Villabuena del Puente y Toro.

El Talanda, que discurre casi en paralelo al Guareña, cruzando Argujillo, San Miguel de la Ribera, El Piñero, Venialbo y Sanzoles.

El río Hornija por el N.E. desemboca en el Duero también pasando por Villaester y San Román de la Hornija.

### 1.4. FORMAS Y AGENTES DE ALTERACIÓN DE LAS ROCAS

Durante siglos la piedra ha sido el principal material en la construcción de nuestro patrimonio monumental debido a su alta durabilidad, en comparación con otros materiales. Esta durabilidad es debida sobre todo a las propiedades físicas intrínsecas de las rocas.

Las principales propiedades físicas que definen su utilización son el sistema poroso, el comportamiento hídrico y las propiedades mecánicas.

Sin embargo, a pesar de esta alta durabilidad, la acción de agentes externos produce en la roca distintas alteraciones y daños.

Los procesos de alteración que afectan a los materiales pétreos provocan cambios en el aspecto y naturaleza de los mismos, así como en sus propiedades y comportamiento. El grado de modificación es variable y depende de la interacción entre las características intrínsecas del material y las condiciones ambientales. El resultado es la aparición de formas de alteración, conocidas también como daños o lesiones. Estas formas adquieren una especial relevancia cuando se detectan en los materiales de edificación, ya que además de constituir indicadores del deterioro, en la mayoría de casos, y dependiendo de su intensidad, llevan asociada una percepción estética del edificio o monumento distinta de la original.

#### **Agentes de alteración**

Los distintos agentes que agreden y causan deterioro en la piedra son:

##### ***El agua:***

Bien sea de lluvia, marina o de capilaridad (absorción a través del suelo). El agua reacciona con el sustrato pétreo disolviendo sus componentes y actuando como vehículo de transporte.

##### ***El viento:***



**Introducción.**

Que transporta partículas de arena que golpean la piedra, desmoronándola al cabo del tiempo, agravándose en presencia de sales y humedad.

**La temperatura:**

Los cambios de temperatura, heladas... La congelación del agua o condensación del vapor de agua aumenta el volumen de la roca, las tensiones provocadas por el hielo sobre paredes internas y capilares de la roca pueden llegar a romperla y los ciclos de hielo-deshielo originan exfoliaciones. Los efectos provocados por el hielo dependen del volumen del mismo y de su lugar de formación.

**Los agentes atmosféricos:**

Los contaminantes atmosféricos como los óxidos de nitrógeno, carbono y azufre que proceden de la combustión de hidrocarburos, el gas metano emitido por los fertilizantes y la quema de bosques y los gases de combustión de residuos sólidos.

La presencia de partículas atmosféricas contaminantes produce una degradación en las rocas calizas, formándose costras de calcín y sulfín muy perjudiciales, originándose el llamado mal de la piedra.

**Los agentes biológicos:**

Los líquenes, musgos y hongos retienen humedad, favorecen la colonización y producen ácidos que modifican el color de la piedra. Se incluye la acción de algunas bacterias, como las autótrofas, que se desarrollan con la propia acción de la luz, las sulfobacterias que transforman compuestos silicatados en ácidos y oxidan el azufre a sulfato y las nitrificantes que producen nitritos y nitratos que al reaccionar con el carbonato cálcico de las rocas calcáreas pueden formar nitrato cálcico.

También los insectos y los roedores movilizan material y los ácidos (nítrico y fosfórico) presentes en los excrementos de las aves favorecen la degradación de la piedra.

**La alteración del material**

De tipo estructural: la pieza no se dispone en la misma posición que tenía originalmente en cantera por lo que no resiste.

**Terremotos**

**Acción del hombre** (puesta en práctica de técnicas poco probadas, utilización de materiales abrasivos...)

Los factores citados, ya sea de forma individual o en combinación con otros, originan mecanismos que producen distintas patologías que se pueden manifestar de distintas maneras, y que son indicadores de la alteración de la roca: a modo de desprendimientos, roturas, fisuras, oxidaciones, deficiencias ornamentales...; generando problemas estéticos de muy diversa índole e incluso pudiendo contribuir a la ruina de la obra.

Por lo tanto, el asesoramiento y conocimiento previo en el uso de un producto tan noble, bello y duradero como la piedra natural en el proceso constructivo actual, nos permite disfrutar de un material considerado casi eterno, pero que puede perder su valor funcional, artístico o estético debido a la alteración de sus características iniciales, producto en algunos casos de un proceso patológico predecible.

El proyecto COREMANS (2013 ) agrupa los distintos términos relacionados con los daños que afectan a los materiales pétreos según un criterio descriptivo, más fácil de establecer a priori, como es la pérdida o ganancia de materia en la superficie de la piedra.



Patologías de las rocas

Las patologías que vamos a encontrar en los distintos monumentos a estudio son las definidas en el glosario ICOMOS (2008)

<p><b>SUMMARY . SOMMAIRE</b></p> <p>BACKGROUND GLOSSARIES . GLOSSAIRES DE REFERENCE <sup>page 4</sup> GLOSSARY OVERVIEW . APERÇU GÉNÉRAL DU GLOSSAIRE <sup>page 6</sup></p>			
<p><b>GENERAL TERMS</b> TERMES GÉNÉRAUX</p> <p>&gt; <b>ALTERATION . ALTÉRATION</b>      <b>DAMAGE . DÉGRADATION</b>      <b>DECAY . DÉGRADATION</b></p>			
<p><b>DÉGRADATION . DÉGRADATION</b></p>		<p><b>DETERIORATION . DÉGRADATION</b></p>	
<p><b>WEATHERING . ALTÉRATION MÉTÉORIQUE</b> <sup>page 8</sup></p>			
<p><b>CRACK &amp; DEFORMATION</b> FISSURE &amp; DÉFORMATION</p> <p>&gt; <b>CRACK . FISSURE</b> <sup>page 10</sup>      <b>DEFORMATION . DÉFORMATION</b> <sup>page 12</sup></p>			
<p>Fracture . Fracture Star crack . Fissuration en étoile Hair crack . Microfissure Crazele . Craquellement Splitting . Clivage</p>			
<p><b>DETACHMENT</b> DÉTACHEMENT</p> <p>&gt; <b>BLISTERING . BOURSOUFLURE</b> <sup>page 14</sup>      <b>BURSTING . ECLATEMENT</b> <sup>page 16</sup>      <b>DELAMINATION . DÉLITAGE</b> <sup>page 18</sup></p>			
<p>Exfoliation . Exfoliation</p>			
<p><b>DISINTEGRATION . DÉSAGRÉGATION</b> <sup>page 20</sup></p>		<p><b>FRAGMENTATION . FRAGMENTATION</b> <sup>page 22</sup></p>	
<p><b>PEELING . PELAGE</b> <sup>page 24</sup></p>		<p><b>SCALING . DESQUAMATION</b> <sup>page 26</sup></p>	
<p>Crumbling . Émiettement Granular disintegration . Désagrégation granulaire Powdering, Chalking . Pulvérencence, Farinage Sanding . Désagrégation sableuse Sugaring . Désagrégation saccharoïde</p>		<p>Splintering . Fragmentation en esquilles Chipping . Epaufrure</p>	
<p>Flaking . Ecaillage Contour scaling . Contour scaling Spalling . Desquamation en plaque</p>			
<p><b>FEATURES INDUCED BY MATERIAL LOSS</b> FIGURES INDUITES PAR UNE PERTE DE MATIÈRE</p> <p>&gt; <b>ALVEOLIZATION . ALVÉOLISATION</b> <sup>page 28</sup>      <b>EROSION . ÉROSION</b> <sup>page 30</sup>      <b>MECHANICAL DAMAGE . DÉGÂT MÉCANIQUE</b> <sup>page 32</sup></p>			
<p>Coving . Creusement</p>		<p>Differential erosion . Erosion différentielle Loss . Perte : - of components . de constituants - of matrix . de matrice Rounding . Erosion en boule Roughening . Augmentation de rugosité</p>	
<p>Impact damage . Trace d'impact Cut . Incision Scratch . Rayure Abrasion . Abrasion Keying . Bûchage</p>			
<p><b>MICROKARST . MICROKARST</b> <sup>page 34</sup>      <b>MISSING PART . PARTIE MANQUANTE</b> <sup>page 36</sup>      <b>PERFORATION . PERFORATION</b> <sup>page 38</sup>      <b>PITTING . PITTING</b> <sup>page 40</sup></p>			
<p>Gap . Trou</p>			
<p><b>DISCOLORATION &amp; DEPOSIT</b> ALTÉRATION CHROMATIQUE ET DÉPÔT</p> <p>&gt; <b>CRUST . CROÛTE</b> <sup>page 42</sup>      <b>DEPOSIT . DÉPÔT</b> <sup>page 44</sup>      <b>DISCOLOURATION . ALTÉRATION CHROMATIQUE</b> <sup>page 46</sup>      <b>EFFLORESCENCE . EFFLORESCENCE</b> <sup>page 48</sup>      <b>ENCRUSTATION . ENCRÔTEMENT</b> <sup>page 50</sup></p>			
<p>Black crust . Crouête noire Salt crust . Crouête saline</p>		<p>Colouration . Coloration Bleaching . Décoloration Moist area . Assombrissement dû à l'humidité Staining . Tache</p>	
<p>Concrétion . Concrétion</p>			
<p><b>FILM . FILM</b> <sup>page 52</sup>      <b>GLOSSY ASPECT . ASPECT LUISANT</b> <sup>page 54</sup>      <b>GRAFFITI . GRAFFITI</b> <sup>page 56</sup>      <b>PATINA . PATINE</b> <sup>page 58</sup>      <b>SOILING . ENCRASSEMENT</b> <sup>page 60</sup>      <b>SUBFLORESCENCE . SUBFLORESCENCE</b> <sup>page 62</sup></p>			
<p>Iron rich patina . Patine ferrugineuse Oxalate patina . Patine d'oxalates</p>			
<p><b>BIOLOGICAL COLONIZATION</b> COLONISATION BIOLOGIQUE</p> <p>&gt; <b>BIOLOGICAL COLONIZATION . COLONISATION BIOLOGIQUE</b> <sup>page 64</sup>      <b>ALGA . ALGUE</b> <sup>page 66</sup></p>			
<p><b>LICHEN . LICHEN</b> <sup>page 68</sup>      <b>MOSS . MOUSSE</b> <sup>page 70</sup>      <b>MOULD . MOISSURE</b> <sup>page 72</sup>      <b>PLANT . PLANTE</b> <sup>page 74</sup></p>			
<p><b>INDEX . INDEX</b> <sup>page 76</sup>      <b>REFERENCES . RÉFÉRENCES</b> <sup>page 78</sup></p>			

Fig. 1.11. Esquema de patologías. ICOMOS International Scientific Committee for Stone, 2008

**Introducción.****Alteración:**

Cambio en el material que no implica necesariamente una degradación de sus características desde el punto de vista de la conservación.

**Degradación:**

Cualquier modificación química o propiedad física intrínseca de la piedra, que da lugar a una disminución del valor, calidad o funcionalidad de dicha roca.

**Alteración meteórica:**

Modificación de las propiedades fisicoquímicas de piedra por envejecimiento natural.

**CRACK, FISURA o FRACTURA**

Fisura individual, claramente visible a simple vista, resultante de la separación de una parte de otra.

**DEFORMACIÓN**

Cambio en la forma sin perder la integridad, lo que lleva a la flexión, pandeo o torsión de un bloque de piedra.

**BURSTING o ECLATEMENT**

Pérdida local del material superficial de la piedra, debido presiones internas, evidenciado en forma de cráter con bordes irregulares. A menudo es una consecuencia del incremento del volumen de forma natural de inclusiones minerales (arcillas, piritas, etc. ...) contenidas en la roca y localizadas cerca de la superficie

**LAMINACIÓN o DESPLACACIÓN**

Separación física en una o varias láminas la superficie de la piedra. El espesor y la forma de las capas o láminas son variables. Las capas pueden estar orientadas en cualquier dirección con respecto a la superficie de la piedra.

**DESINTEGRACIÓN**

Desprendimiento de granos individuales o agregados de granos

**FRAGMENTACIÓN**

Rotura total o parcial de una piedra, en porciones de dimensiones variables que son irregulares en cuanto a forma, espesor y volumen.

**PEELING**

Separación parcial o total de una capa delgada (de espesor milimétrico o inferior) con la aparición de una película o un revestimiento sobre la piedra.

**SCALING o DESCAMACIÓN**

Desprendimiento de la piedra como una escama o una pila de escamas, que no sigue ninguna estructura de la piedra y se separan de forma paralela a la superficie de la piedra. El espesor de una escama es generalmente de milimétrica a centimétrica y es insignificante en comparación con la dimensión de la superficie.

**ALVEOLIZACIÓN**

Formación, sobre la superficie de la piedra, de cavidades (alvéolos) que pueden ser interconectadas y pueden tener formas y tamaños variables (generalmente centimétricas, pero a veces métrica).

**EROSIÓN**

Pérdida de la superficie original, dando lugar a formas suavizadas.

**DAÑOS MECÁNICOS**

Pérdida del material debida a una acción mecánica (impacto, incisión o corte, abrasión...)

**MICROKARST**

Red de pequeñas depresiones interconectadas de escala milimétrica o centimétrica, a veces similar a una red hidrográfica. Debidas a una disolución parcial y / o selectiva de la superficie de piedra expuesta al agua de escorrentía.

**AUSENCIA PARCIAL o MISSING PART**

Ausencia de toda o parte de una piedra. Ésta alteración afecta generalmente a los elementos destacados y

***Introducción.***

particularmente expuestos de las esculturas (nariz, dedos de los pies, dedos de las manos...)

***PERFORACIÓN***

Perforación, simple o múltiple, de tamaño milimétrico a centimétrico, inducida por un animal o una herramienta que se extiende en profundidad. Siendo mayor la profundidad que el ancho.

***PITTING***

Cavidades poco profundas milimétricas o inferiores. Generalmente tienen una forma cilíndrica o cónica y no están interconectados.

***CRUST***

Acumulación de material en una o más capas formando una superficie consistente o costra. La costra puede contener depósitos exógenos en combinación con materiales derivados de la piedra. Con frecuencia de color oscuro pero también pueden ser claras, pueden tener un espesor uniforme, en cuyo caso reproducen fielmente los contornos de la piedra, o tener un espesor de alteración irregular en cuyo caso solo se obtiene una lectura superficial

***DEPOSICIÓN***

Acumulación superficial de materiales exógenos formando un espesor de capa inconsistente y variable.

***DECOLORACIÓN***

Modificación de uno o más de los parámetros que caracterizan el color de la piedra, el matiz, brillo, saturación.

***EFLORESCENCIA***

Racimos de cristales generalmente blancos, de apariencia polvorienta, aciculares (en forma de aguja) o filamentosos, situados en la superficie de la piedra. En general, no son consistentes y están constituidas por sales solubles.

***INCRUSTACION***

Capa superficial compacta, dura y adherente. La morfología de la superficie y el color son generalmente diferentes de las de la piedra.

***FILM***

Cubierta delgada de espesor homogéneo y normalmente uniforme, por lo general de naturaleza orgánica, a menudo transparente y que se ajusta a la superficie piedra.

***ASPECTO BRILLANTE***

Superficie que refleja total o parcialmente la luz. La superficie parece un espejo.

***GRAFFITI***

Forma de alteración superficial resultado de una incisión, arañazo o aplicación de pintura, tinta o material similar.

***PÁTINA***

Modificación cromática superficial, resultado de una alteración natural o artificial y en general no implica ninguna degradación de la superficie visible.

***ENSUCIAMIENTO***

Depósito de partículas finas exógenas (por ejemplo. Polvo hollín) dando un aspecto sucio a la superficie de la piedra.

***SUBFLORESCENCIA***

Cristales generalmente de sales blancas, algunas adheridas bajo la superficie de la piedra.

***COLONIZACIÓN BIOLÓGICA***

El término colonización biológica se aplica especialmente plantas y microorganismos tales como bacterias, cianobacterias, algas, hongos y líquenes (simbiosis de los tres últimos). Se aplica también a las estructuras hechas por los animales, tales como nidos.

### 1.3. MONUMENTOS OBJETO DE ESTUDIO: ARTE E HISTORIA

#### ***Alcázar***

Está situado en un paraje de gran belleza, a unos 100 metros sobre el nivel del Duero. Data del siglo X y formó parte del primer recinto amurallado siendo construido por impulso del infante D. García.

Las primeras referencias a esta fortaleza castellana se remontan al siglo X y XI, apuntándose a Fernando I como el monarca que lo mandó levantar, si bien de esta época apenas quedan restos. Posteriormente se hicieron importantes reformas en los siglos XIII y XIV, pero el edificio que hoy podemos contemplar es del siglo XV.

La fortaleza se levanta sobre una roca, adaptándose a las irregularidades del terreno, por lo que la parte más fortificada es la que se abre a la ciudad al ser la más accesible. Presenta planta romboidal, destacando tres torres -una heptagonal y las otras dos pentagonales- y la del Homenaje, con planta pentagonal. Los muros llegan a alcanzar una media de dos metros de anchura, rodeados por un foso. A través de un revellín con un arco apuntado se accede al interior, muy reformado en el siglo XVIII para adaptarse a los nuevos métodos de lucha. El castillo fue declarado Monumento Histórico Artístico en 1931 y albergará la sede de la Escuela de Enología.

Del edificio primitivo subsisten sólo unos muros exteriores de hormigón, cal y canto rodado. En su interior se dieron hechos históricos importantes como la alevosa muerte del infante Don Juan el Tuerto. El Alcázar fue también el último refugio de Juana la Beltraneja en estas tierras, aquí pierde su corona frente a su tía Isabel la Católica.

#### ***Arco del Postigo***

Fue uno de los postigos de la antigua muralla. Es muy peculiar por la capilla que tenía abierta sobre el arco, que se llamaba de Nuestra Sra. de la Antigua a fines de la Edad Media.

Sobre dicho arco de medio punto aparece un relieve bellísimo de la Anunciación.

#### ***Arco del Reloj***

Se yergue sobre la antigua Puerta del Mercado, del primer recinto amurallado. Se trata de una torre de planta cuadrada, esbelta, de cantería caliza, barroca, de gran sobriedad, del siglo XVIII.

Como algo anecdótico hay que resaltar la creencia, que se mueve entre la leyenda y la historia, de que su mortero se amasó con vino porque abundaba más que el agua en la ciudad.

#### ***Ayuntamiento***

La constitución del edificio actual se llevó a cabo en 1778, ya que el antiguo consistorio fue pasto de las llamas el 1 de enero de 1761. Redactó el proyecto el célebre arquitecto de la corte Ventura Rodríguez. El estilo del edificio es más barroco-clasicista que neoclásico.

En su interior es muy hermosa la escalera que se bifurca en dos tramos volados a partir del rellano medial. El salón principal armoniza con la fachada. En dicho salón se encuentra un crucifijo muy valioso, de marfil con cruz de carey y remates calados de plata, de estilo barroco.

**Introducción.*****Colegiata***

Su construcción se remonta al siglo XII. Forma parte de un grupo de templos románicos de transición, conocido bajo el nombre de los "Cimborrios del Duero".

Su planta es basilical de tres naves y crucero inscrito rematado por un cimborrio. Frente al resto de las edificaciones locales, la Colegiata es la que tiene un espíritu más internacional que conecta con las corrientes artísticas que fluyen del camino de Santiago.

Fue levantada en dos etapas diferentes. Una primera etapa en la que realizan las trazas, los muros, y portadas laterales y una segunda en la que se realiza la techumbre y el cimborrio. Un cimborrio con torretas adosadas y sostenido sobre cuatro pechinas desiguales.

La portada septentrional que sirve de entrada al templo constituye una de las mejores muestras del románico zamorano. Sus arquivoltas están decoradas con numerosos motivos vegetales y religiosos, destacando la arquivolta de Cristo como Juez Justiciero en torno a los 24 Ancianos. La torre, de planta cuadrada, conserva de la época románica sólo dos cuerpos inferiores.

La puerta de mediodía tiene un arco levemente apuntado con decoración exclusivamente geométrica y vegetal que nos recuerda al Cister.

Esta gran obra arquitectónica es rematada por el Pórtico de la Majestad al que accedemos desde el interior del templo. Se trata de un impresionante conjunto, esculpido en piedra que conserva su policromía original. En él se narra la vida de la Virgen, de Cristo y el juicio Final.

En la sacristía se encuentra un pequeño museo del cual destacamos piezas tan importantes como: el Cuadro de la Mosca, obra flamenca del siglo XVI, el Calvario de marfil y carey del siglo XVII y una interesante colección de orfebrería religiosa, pintura e imaginería.

Dentro del templo cabe destacar la Virgen Embarazada del siglo XII y el órgano barroco.

***Ermita de Nuestra Señora del Canto***

Se trata de un monumento de cruz latina, muy alargada, con cúpula semiesférica en el crucero. El crucero se reedificó de nuevo después de la Guerra de la Independencia.

La portada septentrional es de estilo barroco, pero discreto y sobrio. El retablo es barroco, del primer tercio del S. XVIII, probablemente de los talleres locales.

En su interior se rinde culto a la Virgen del Canto, patrona de la ciudad. Es una escultura del S. XII, labrada en piedra arenisca, policromada, que representa a la Virgen con su hijo en brazos. La imagen en su conjunto es de una extraordinaria belleza y muy venerada en la ciudad.

Ya en el S. XV aparece documentado el culto a esta imagen a la que llamaban "La Dueña", tal vez en esta época ya era patrona del alfoz de Toro. Se celebra su fiesta en la ciudad el 8 de septiembre, con un soberbio



desfile de trajes típicos de Toro y del Alfoz.

### ***Iglesia de la Trinidad***

Conserva restos arquitectónicos del tránsito del S. XII al S. XIII. Se reedificó en el S. XVI por medio del impulso de D. Diego de Ulloa, que creó una capilla con derecho a patronato para enterrar allí a sus descendientes, entre ellos el poeta Ulloa Pereira.

En su interior cabe resaltar el retablo del altar mayor así como numerosas esculturas y pinturas de gran interés.

### ***Iglesia de San Lorenzo el Real***

MUDÉJAR S.XII-XIII

El sobrenombre del Real le viene de los enterramientos de “los Castilla-Fonseca” descendientes bastardos de Pedro I el Cruel, enterrados en un soberbio sepulcro gótico.

El edificio está compuesto de una única nave que se levanta sobre un basamento de piedra. Fue construida entre siglos XII y XIII, es de estilo mudéjar y en su interior a parte de los restos de pinturas en el ábside, debemos destacar un retablo del S. XV, obra de Fernando Gallegos.

### ***Iglesia de Santa Catalina de Roncesvalles***

La iglesia de Santa Catalina de Toro fue construida con una mezcla de sillería de piedra y ladrillo. La portada principal tiene una galería porticada.

El interior: El altar mayor está presidido por un retablo de estilo barroco, procede del Santo Sepulcro, fue encargado por el prior Bailio el Santo Sepulcro de Pedro del Miraval. Fue construido por los imagineros entablados: Alonso Rodríguez y Alonso Entrala y el dorador Juan Hidalgo. Sobre el lateral se encuentran tres sepulcros góticos de caballeros.

En estos momentos esta desacralizada y es lugar donde se guardan los pasos de Semana Santa de la Cofradía de Jesús de Nazareno y Animas de la Campanilla.

La leyenda dice que el día 13 de abril de 1957 la iglesia sufrió un grave incendio por los cuatro costados, los cofrades se sintieron incapaces de entrar para salvar ninguno de los pasos que allí se guardaban, entre los que dentaba el Cristo de Marfil, aunque la desolación se apoderó de toda la ciudad por la pérdida de sus pasos más famosos “El Caballo de Longinos”, los hombres del pueblo fueron a un pinar y construyeron una simple cruz de madera y con ella se celebró la semana Santa de 1957.

### ***Iglesia de Santo Tomás Cantauriense***

Tiene sus orígenes en el S. XII, siendo reconstruida a finales del S. XVIII.

En su interior destacamos el magnífico retablo del altar mayor, perteneciente a la escuela de Berruguete y uno de los retablos laterales, llamado popularmente “el retablo de la Virgen de la Leche”.

### ***Iglesia del Santo Sepulcro***

MUDÉJAR S. XII

En sus orígenes perteneció a la Orden de Caballeros del Santo Sepulcro y a finales del siglo XV pasó a depender de la Orden de Malta, la comunidad de caballeros hospitalarios fue decreciendo a medida que las rentas del bailío descendían. Grandes artistas como los Ducete, los Gago, los Coca, etc. estuvieron vinculados a esta casa.

Este monumento destaca por su planta de tres naves, sus capiteles semicirculares y su portada gótico-mudéjar.

### ***Monasterio de San José***

El convento de San José de Toro se encuentra administrado bajo la orden de las Carmelitas Descalzas, fundado en el siglo XVI por Santa Teresa de Jesús. Fue construido en 1619 por el matrimonio Gómez de Lada e Isabel Vela hace posible -por su generosa donación- la nueva fundación de un Carmelo Descalzo femenino.

La fachada principal de la iglesia es de sillería con una portada renacentista que sujeta una hornacina con la figura de san José, encima un ventanal acompañado con dos escudos de la familia Gómez de Lada

El interior, la planta es de una sola nave formando la cruz latina, tiene una cabecera con un retablo barroco de talla dorada dedicado a la veneración de san José y dos más pequeños en los laterales. Hay una talla de la fundadora Teresa de Jesús, obra de Gregorio Fernández.

### ***Iglesia de San Julián de los Caballeros***

Su fundación es de las más remotas de la ciudad. El monumento actual data del S.XVI y su diseño se debe al famoso arquitecto Rodrigo Gil de Hontañón. El templo es de forma rectangular y está estructurado en tres naves de igual altura separadas por arcos formeros.

En su interior cabe destacar el retablo mayor, el púlpito procedente del Real Monasterio de San Ildefonso y el retablo colateral al lado de la Epístola, barroco del S.XVIII.

Contiene las tumbas de hijos ilustres de la ciudad: Antona García, heroína de la causa de Isabel la Católica, Celestino Samaniego y los Vivero, ascendientes de los marqueses de Valparaíso.

### ***Iglesia de San Salvador***

MUDÉJAR S.XII

Perteneció a la Orden Templaria, esto lo podemos ver en la puerta meridional donde campean dichas armas. Está levantada totalmente en ladrillo y tiene una planta basilical dividida en tres naves. Sus muros y bóvedas estuvieron enfocados y recubiertos de pinturas, en un documento de 1329 se nombra a esta iglesia

**Introducción.**

“San salvador el pintado”.

En la actualidad acoge un interesante museo de arte sacro. Fue declarada monumento nacional el 18 de mayo de 1929.

***Iglesia de San Sebastián de los Caballeros***

Fue parroquia al menos desde el S. XIII hasta finales del S. XIX. Está situada en la plaza de la Paja, uno de los espacios abiertos con fines comerciales en torno al primer recinto amurallado. Ante la ruina que debía padecer a principios del S. XVI Fray Diego de Deza, decidió reedificarla a su costa en el año 1516.

Es de planta rectangular, consta de una sola nave, con capilla mayor. Tiene bóvedas de crucería, de cuyas claves penden las armas del famoso obispo Deza, confidente y consejero de Cristóbal Colón. En la actualidad es museo de pintura gótico al albergar las pinturas murales del monasterio de Santa Clara.

***Monasterio de Santa Sofía***

Se asentó en la ciudad en el S. XIV, para adaptarse a la nueva ideología urbana de traer los viejos monasterios románicos a la ciudad. Parece ser que la propia reina María de Molina las facilita a las monjas su palacio para constituir el monasterio. Destacamos en su interior el torreón que es lo más antiguo del documentado palacio, así como el patio de la Cisterna, hermosísimo, que debe su nombre al aljibe descentrado que recoge sus guas pluviales. El patio está constituido por columnas con capiteles decorados con figuras y animales mitológicos. En la iglesia resalta especialmente la cúpula morisca.

***Casa de la Nunciatura***

Es una de las más representativas del conjunto histórico artístico de Toro. Se mantiene intacto el volumen del edificio y su fachada. Su herrería es más que notable: un balcón renacentista y dos rejías de red.

En su portada, de medio punto, campean el escudo pontificio ya que en ella vivió Alonso Manso, primer obispo de Puerto Rico y artífice de llevar la primera biblioteca al Nuevo Mundo. En 1773 perteneció a Cristóbal Manso regidor de la ciudad. En la actualidad pertenece a los descendientes vinculados a este apellido.

***Palacio de Bustamante***

Se vincula su fundación a Pedro I el Cruel y tenemos que remontar su origen a la primera mitad del siglo XV. Perteneció a la amiga de Santa Teresa de Jesús, D<sup>ña</sup> Guiomar de Ulloa como heredera del mayorazgo en 1513. De la estancia de la Santa en esta casa queda constancia en una lápida embutida en la pared del oratorio.

Su interior dispone de un patio central con pilares ochavados, así como del brocal gótico de su aljibe; los hermosos enchinarrados de su suelo diseñan grandes círculos con flores. La entrada principal tiene en la puerta buenas aldabas y grandes clavos floreados. La puerta de poniente está formada por un arco de medio punto con alfiz del siglo XVI. En ambas portadas y en las esquinas del edificio aparecen los escudos de los Bustamante.

### ***Palacio de las Leyes***

Fue palacio de la corona castellano-leonesa desde fecha no precisable en la Edad Media, quedando vinculado al mayorazgo de los Ulloa-Pereira.

Tras sus muros el 11 de enero de 1505 se leyeron las disposiciones testamentarias de Isabel la Católica, proclamando heredera de Castilla a su hija Juana y regente al rey Fernando.

En este palacio se promulgaron las 83 Leyes famosas que llevan el nombre de Toro, las cuales han servido de base a las recopilaciones posteriores hasta el actual Código Civil.

Sus piedras también fueron testigo del nacimiento en 1584 del poeta Luis Ulloa Pereira, amigo del Conde-Duque de Olivares y de Góngora.

Todo el palacio en su totalidad y sus magníficos salones con cubiertas mudéjares fueron pasto de las llamas el 15 de agosto de 1923.

En la actualidad solamente podemos disfrutar de su portada de estilo gótico. El conjunto de la portada está encuadrado dentro de una cornisa apoyada sobre alargadas columnas a manera de alfiz, aparecen motivos vegetales: tallos, hojas, frutos, entre los que campean el escudo de Castilla y de los Ulloa Sosa.

### ***Palacio de los Condes de Requena***

Fue una suntuosa mansión de los Condes de Requena. Es de estilo gótico, de finales del siglo XV. Ha sufrido diferentes vicisitudes a lo largo de su historia pasando a ser desde cuartel de milicias colegio de primera y segunda enseñanza dirigida por los Padres Escolapios.

De todo el palacio hay que destacar el patio central o claustro, en el que predominan las escenas de caza y también una curiosa escena de tauromaquia con el torero capeando al animal y un caballero dispuesto a alancearlo. Campean escudos de los Manuel, Ulloa, Carbajal y Manrique.

### ***Palacio de los Marqueses de Alcañices***

Tiene una grandiosa fachada de tres plantas. Las ventanas están protegidas por soberbias rejas reticulares de hierro forjado, en el segundo piso aparecen balcones de tipo renacentista, por encima discurre un hermoso paseador o galería de arcos carpaneles.

En su interior se celebró el 11 de enero de 1552 la boda de la princesa Juana, hija de Carlos I, con el príncipe heredero de Portugal, Don Juan Manuel. También este palacio fue la última morada del todopoderoso valido de Felipe IV, el Conde-Duque de Olivares, donde falleció.

El palacio ha sufrido en su interior múltiples reformas desapareciendo el patio central. En la actualidad es utilizado como centro de enseñanza de las hermanas del Amor de Dios y Casa Fundacional de la Orden.

### ***Palacio de los Marqueses de Castrillo***

Está situado en la calle de Corredera. Salvo la portada de sillería caliza, el resto de la fachada es de ladrillo. Data de la segunda mitad del siglo XVI y de la misma época es su herrería, constituida por un balcón de trazado gótico y dos de estilo Renacimiento. Su interior posee espléndidas puertas del siglo XVI y amplios salones con techumbres sobrias.

En la actualidad el palacio está dedicado a Casa de Cultura, destacando su magnífica biblioteca y sus salones de exposiciones.

### ***Plaza de Toros***

El 18 de julio de 2010, después de 25 años cerrada al público, abrió sus puertas de nuevo la plaza de toros de Toro. La plaza fue construida e inaugurada en 1828 y declarada Bien de Interés Cultural con la categoría de monumento en 2008. Es una de las plazas más bellas de España y por su albero han pasado muchas de las grandes figuras de la tauromaquia de todos los tiempos, desde que la inaugurara Francisco Montes "Paquiro".

### ***Puerta de Corredera***

Se construyó en 1602 con un fin puramente decorativo, en la abertura de las murallas de tierra, para recibir al rey Felipe III, limita, como todas las puertas de su época, a los arcos triunfales de la Roma imperial.

### ***Puerta de Santa Catalina***

La puerta de Santa Catalina del siglo X, cuyo nombre es debido a su cercanía a la iglesia de esta advocación, perteneció al segundo recinto amurallado. Por esta puerta pasó Pedro I el Cruel y Felipe II juró mantener los privilegios de esta ciudad.

### ***Puente Románico***

El puente data del S. XII, los llamamos romanos tal vez por asentarse sobre un puente romano anterior. Es de estilo románico tardío, con sillería y arcos doblados y apuntados.

### ***Real Monasterio de Santa Clara***

Fue fundado por Doña Berenguela, primogénita del rey Alfonso X el Sabio. Tiene un gran patio central con galería de ladrillo del siglo XVII, en su interior se encontraban los frescos que lucen actualmente en el museo de San Sebastián de los Caballeros. Su interior alberga obras de gran interés.

### ***Teatro Latorre***

Junto con la plaza de toros forma un conjunto muy especial en la arquitectura popular española. Es de tipo isabelino y se lo dedicaron al famoso actor toresano Carlos Latorre, a quien Zorrilla atribuyó buena parte del éxito de la obra de "Don Juan Tenorio".

**Introducción.**

Su patio es ultra semicircular y triple galería. La decoración del escenario es muy sobria, toda de madera. Restaurado hace unas décadas, acoge múltiples representaciones teatrales y espectáculos musicales durante todo el año.

***Toro de Piedra o Verraco***

Se encuentra a la entrada de la ciudad junto al Arco de Santa Catalina. Es una escultura de granito, de una sola pieza, toscamente labrada, que representa la figura de un toro, del cual se piensa que le viene el nombre a la ciudad. Sin duda, es obra de los primeros pueblos que se asentaron en la meseta ibérica antes de la dominación romana, ya que guarda un gran parecido con los famosos toros de Guisando de Ávila, o el ya conocido, toro de Salamanca.

Según algunos historiadores, este tipo de esculturas en forma de toro se colocaban como hitos importantes en los caminos o en las rutas de interés. Se creía que atraían la lluvia propiciando la fertilidad de los campos, pasando así, a ser un símbolo de fuerza y de fertilidad al tratarse de un verraco o semental, el símbolo del toro siempre ha aparecido ligado a la ciudad, ya que el primitivo escudo de armas constaba tan solo de un campo verde con la figura de un toro, sin la compañía del emblemático león que se añade en época posterior.



2.

---

## **METODOLOGÍA Y MATERIALES**



## 2. MATERIALES Y METODOLOGÍA

### 2.1. MATERIALES DE CONSERVACIÓN.

Para desarrollar este trabajo de investigación, como es evidente, no hemos obtenido muestras de los mismos monumentos, para realizar los ensayos de caracterización de las rocas que los componen. Por lo que dichos ensayos y pruebas han sido realizados con muestras, aparentemente similares.

Para los ensayos de laboratorio, las muestras se cortaron en probetas cúbicas de 5x5x5cm.

Hemos utilizado una caliza compacta grisácea, algo oquerosa, que contiene algunos gasterópodos.



*Fig.2.1. Probeta cúbica de caliza 5x5x5 cm*

Este tipo de piedra se encuentra formando parte de todos los monumentos de la ciudad de Toro, formando parte de los mismos (balaustradas, columnas molduras, sillares, recubrimientos de edificios, ornamentación...)

### 2.2. METODOLOGÍA

El estudio de los distintos monumentos consiste, por un lado, en la elaboración de cartografías de los distintos litotipos que los conforman y, por otro, la identificación de las patologías presentes en los mismos.

Como complemento hemos realizado la caracterización de la caliza, una de las rocas más abundantes en la ciudad. Para ello se han realizado ensayos hídricos y se han medido parámetros físicos.

La caracterización de la caliza de Campaspero, que hemos analizado en sustitución de la existente en Toro, comprende:

Ensayos hídricos: porosidad total, libre, coeficiente de absorción, densidad aparente, densidad real, capacidad de imbibición y capacidad de absorción por capilaridad.

Propiedades físicas: propiedades al mercurio, color y velocidad de propagación de ultrasonidos.

### 2.3. CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LOS MATERIALES PÉTREOS: ENSAYOS HÍDRICOS/PROPIEDADES FÍSICAS

#### 2.3.1. Ensayos hídricos.

Dentro de los ensayos hídricos hemos medido: porosidad total, libre, coeficiente de absorción, densidad aparente, densidad real, capacidad de imbibición y capacidad de absorción por capilaridad.

Para el estudio de las propiedades hídricas se utilizaron probetas cortadas en forma de cubo de 5x5x5 cm y se secaron en estufa a 60º C hasta pesada constante; es decir, hasta que la diferencia de valor de dos pesadas consecutivas, con un intervalo de 24 horas, sea menor a 1/1000.



*Fig 2.2. Material, estufa y báscula utilizadas para la realización de los ensayos hídricos*

#### **Porosidad total y libre y coeficiente de absorción (PT, PL Y CA).**

Para la obtención de estos parámetros se han utilizado las normativas: NF, 1973a y NF, 1973b.

Las probetas, previo secado hasta pesada constante (M1), se sitúan en un desecador en el que se crea el vacío mediante reducción progresiva de la presión hasta 20mm de Hg, manteniéndolo durante 24 horas, para eliminar el aire que contengan sus poros. A continuación se inundan lentamente con agua desionizada y desgasificada previamente durante 24 horas a vacío, manteniendo esta situación otras 24 horas. Posteriormente, se abre el desecador con las probetas sumergidas en agua, para que recupere la presión atmosférica y se deja 24 horas más.

Finalmente se pesan las probetas, una a una, primero sumergidas en agua (pesada hidrostática, M2) y después secando su superficie con una gamuza húmeda (pesada saturada en agua M3).

Se define la porosidad total accesible al agua (PT) como el volumen total de poros abiertos del material en relación con el volumen aparente, trabajando a la presión reducida de 20mm de Hg.

El resultado numérico porcentual viene dado por la fórmula:

$$PT = \frac{M3-M1}{x} \cdot 100; \text{ donde } x = M3 - M2$$

La porosidad libre en agua (PL) indica la proporción porcentual de la porosidad total que es accesible al agua a presión atmosférica tras inmersión durante un periodo de tiempo de 48 horas (NF, 1973b).

Las probetas, previo secado hasta pesada constante (M1) se colocan en un recipiente abierto y con rejilla al que se añade agua hasta alcanzar  $\frac{1}{4}$  de la altura de las probetas. Transcurrida una hora, se añade más agua hasta alcanzar  $\frac{1}{2}$  de la altura de las probetas. Transcurridas 22 horas desde el inicio del ensayo, se adiciona de nuevo agua hasta sumergir las probetas por completo.

A las 48 horas del comienzo del ensayo, se procede a extraer las probetas, se secan en gamuza húmeda y se pesan (M'1).

Su valor se obtiene dividiendo el volumen de poros accesibles al agua en 48 horas (M'1-M1) por el volumen aparente de la probeta (M3-M2):

$$PL = \frac{M'1-M1}{x} \cdot 100 ; \text{ donde } x = M3 - M2$$

El coeficiente de absorción (CA) se define como la relación ente el volumen de agua presente en los poros de un material después de la inmersión completa a presión atmosférica durante 48 horas y el volumen total de poros accesibles al agua a presión reducida de 20 mm de Hg en el mismo tiempo. El resultado es un porcentaje respecto al volumen total de poros y, por tanto, adimensional. Su ecuación es:

$$CA = \frac{M'1-M1}{x} \cdot 100 ; \text{ donde } x = M3 - M1$$

#### **Densidad Aparente y Real (DA Y DR).**

La densidad se define como la masa por unidad de volumen ( $\text{g/cm}^3$ ). Se han utilizado las mismas probetas anteriores para la obtención de estas densidades y se ha utilizado la norma RILEM-1-2 (1980): Bulk densities and real densities, según la cual:

- Densidad aparente: masa de material seco por unidad de volumen total, incluidos los poros.

$$DA = \frac{M1}{M3 - M2}$$

- Densidad real: masa de material seco por unidad de volumen de la parte sólida, es decir, sin incluir los poros.

$$DR = \frac{M1}{M1 - M2}$$

### **Capacidad de imbibición (CI).**

Se define como la cantidad máxima de agua absorbida por un material mediante inmersión total en agua desionizada a presión y temperatura ambiente, expresada como porcentaje respecto a la masa de la probeta seca después de realizar al ensayo.

El ensayo se realizó según la norma del NORMAL, 7 (1981). Las probetas se sitúan en un recipiente con rejilla y se añade agua desionizada hasta superar en 2 cm la altura de las probetas. A intervalos de tiempos fijados, se extraen las probetas, se seca su superficie con una gamuza húmeda, se pesan y se vuelven a sumergir en el plazo más breve posible.

Los primeros intervalos de tiempo deben ser cortos, para conocer en la medida de lo posible la cinética de imbibición. Transcurrido el primer día, los intervalos son de 24 horas y se mantiene el ensayo hasta que la diferencia entre dos pesadas consecutivas sean igual o inferior a 1%.

En el caso que no se alcance la estabilidad en la absorción de agua en un tiempo razonable y/o se produzca la aparición de procesos secundarios como el crecimiento de microorganismos, es recomendable interrumpir la prueba. En este caso, la cantidad de agua máxima absorbida será la correspondiente a 11 días del comienzo de la prueba.

### **Cinética de Absorción de Agua por Capilaridad (CAC).**

Se define como la cantidad de agua absorbida por unidad de superficie en un tiempo t, a presión y temperatura ambientales.

El ensayo de laboratorio se realizó según la norma de NORMAL, 11 (1985) utilizando las probetas mencionadas anteriormente. El procedimiento es el siguiente: las probetas se sitúan sobre soporte poroso o plataforma perforada, con un papel de filtro Whatman número 4 ó 41, que separa la probeta del soporte poroso. A continuación, se añade agua desionizada hasta lograr la completa imbibición del lecho poroso, pero sin que el nivel de agua alcance directamente la probeta. El recipiente o urna de capilaridad debe estar tapado, para evitar pérdidas de agua por evaporación y el agua desionizada debe estar en continua renovación, no estanca, sino que debe formar un flujo que simule al que se produce de forma natural.

A determinados lapsos de tiempo, las probetas se extraen, se seca la cara expuesta al agua en una gamuza húmeda y se pesan; inmediatamente se vuelven a introducir en la urna de capilaridad. El primer día las pesadas se realizan a lapsos de tiempo cortos, pero a partir del

primer día del ensayo, los intervalos pasan a ser de 24 horas. El ensayo se lleva a cabo hasta que la cantidad de agua absorbida entre dos pesadas sucesivas separadas 24 horas sea igual o inferior a 1%, momento en el cual la curva de capilaridad alcanza el valor asintótico (Fig.2.4). En ocasiones, la absorción de agua por capilaridad es lenta y tarda mucho tiempo en alcanzarse la estabilidad, pudiendo aparecer microorganismos en el agua; si tal hecho ocurre conviene interrumpir la prueba y tomar los datos de los 11 primeros días

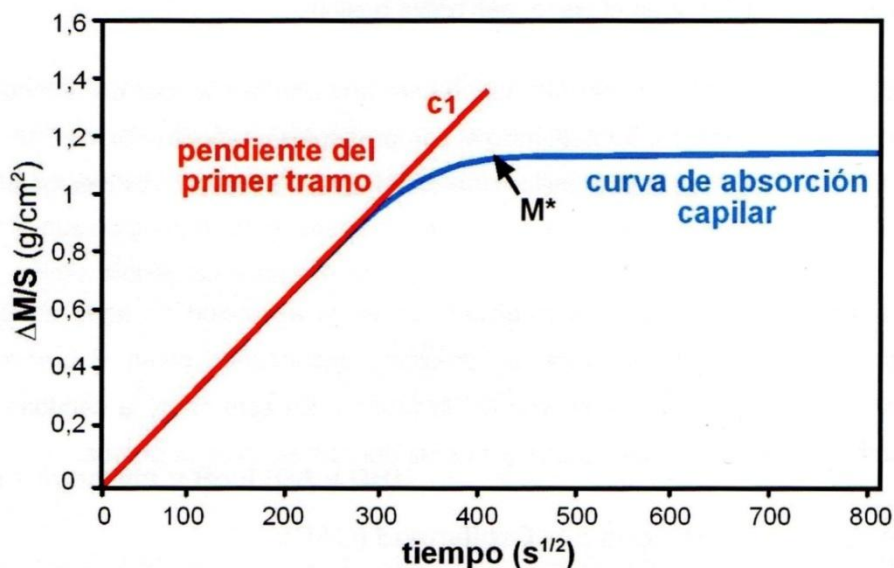


Fig.2.4. Curva de absorción capilar y pendiente del primer tramo

La cantidad de agua absorbida por las probetas ( $M$ ) por unidad de superficie (g/cm<sup>2</sup>) en un determinado tiempo viene dada por la fórmula:

$$M = \frac{m_i - m_0}{S}$$

Donde  $m_i$  es masa de la probeta a un tiempo  $t_i$  (expresada en gramos);  $m_0$  es la masa de la probeta seca, para  $t_i$  igual a cero (expresada en gramos) y  $S$  es la superficie de la probeta en contacto con el soporte poroso (expresada en cm<sup>2</sup>) con un error del 5%.

### 2.3.2. Propiedades físicas.

Dentro de las propiedades físicas hemos determinado: propiedades al mercurio, color y velocidad de propagación de ultrasonidos.

#### Propiedades al mercurio.

Con la técnica de porosimetría de mercurio se determina la porosidad, su distribución y la superficie específica, accesibles al mercurio.

El mercurio es un metal líquido, que no moja, tiende a formar una envoltura alrededor de los sólidos con los que entra en contacto, debido a su elevada tensión superficial. Para poder



acceder a los poros de un material, el mercurio ha de estar sometido a una presión. Ésta es inversamente proporcional al radio de acceso de dichos poro. La relación entre la presión y el tamaño de poro viene determinada por la ecuación de Washburn (Washburn, 1921):

$$Pr = -2\gamma \cos \theta \quad P = \frac{0,736}{r}$$

Donde  $\gamma$  es la presión superficial de Hg a (480 N/m<sup>2</sup>),  $\theta$  es el ángulo de contacto de Hg ( $\theta = 140^\circ$ );  $P$  es la presión expresada en MPa y  $r$  es el radio del poro en  $\mu\text{m}$

Las muestras, en torno a 1cm<sup>3</sup>, de las variedades pétreas de cantera, sometidas a porosimetría de Hg deben ser representativas del conjunto de la roca, y estar limpias y secas para introducirlas en el portamuestras del porosímetro de Hg. El equipo utilizado es de la casa Quantachrome, modelo Poremaster 60 (Fig. 2.4.).



Fig.2.6.Porosímetro de mercurio.

La técnica consiste en inyectar mercurio dentro de la muestra, incrementando progresivamente la presión (curva de intrusión). Una vez alcanzado el punto de máxima presión, ésta se disminuye, obligando al mercurio a retirarse (curva de extrusión) como se muestra en la Fig. 2.7. (solo de forma explicativa). El incremento de presión es uniforme, mientras que los cambios de volumen del Hg intruído es de la cantidad de los poros de acceso con un determinado radio.

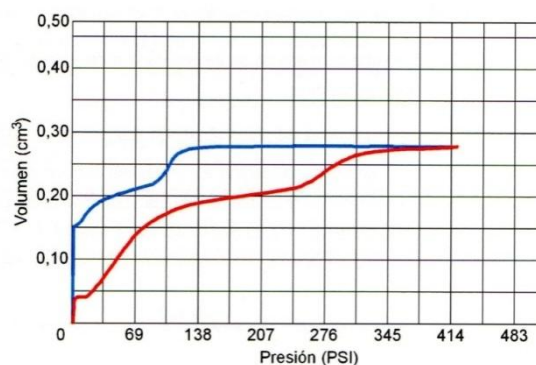


Fig.2.7.Curvas de intrusión del mercurio en rojo y de extrusión en azul en un material poroso.

La porosidad de total es función de la presión máxima que alcanza el porosímetro, sin que la muestra se rompa. La porosidad libre viene dada por la curva de extrusión; ésta indica el volumen de poros que se han vaciado al disminuir la presión. La diferencia entre las curvas de intrusión y extrusión refleja la dificultad que tiene el Hg para abandonar los poros de tipo “cuello de botella”: parte del Hg queda atrapado en los poros, denominándose porosidad atrapada.

Posteriormente se procede a una segunda inyección, denominada de Pellerin (Iñigo, 1995), utilizando la misma muestra inyectada, sometiéndola a la misma presión para minimizar los errores del método. Se obtiene una nueva curva que difiere de la primera en la porosidad atrapada. Tras este ensayo se obtiene, con la primera inyección, los valores de porosidad total, superficie específica y la distribución en histograma de los tamaños de poros y, con la segunda inyección, la porosidad atrapada.

En los histogramas obtenidos mediante porosimetría de mercurio se considera que por debajo de  $7,5\mu$  de radio hablamos de “microporosidad” y por encima de “macroporosidad”. La predominancia de una u otra, condiciona en gran medida el comportamiento de un fluido en el interior de una roca y está estrechamente relacionado con la alterabilidad/durabilidad de la roca.

#### **Color.**

Esta propiedad es de gran importancia cuando las rocas son utilizadas como materiales de construcción. Los cambios que se producen cuando se someten a envejecimientos acelerados o tratamientos consolidación y/o hidrofugación, se deben controlar (García-Talegón et. al., 1998).

El color se ha medido en 3 probetas de cantera.

La medida se realiza en cinco de las seis caras de la probeta (*Fig. 2.9.*), despreciándose la cara dónde se sitúa su nomenclatura; determinándose las coordenadas cromáticas ( $L^*, a^*, b^*$ ) y el parámetro de color  $E^*$ , que se calcula a partir de dichas coordenadas. El número de datos total es superior a 3000. La ecuación de  $E^*$  es:

$$E^* = \sqrt{(L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2}$$

Para su determinación se dispone de un colorímetro para sólidos MINOLTA, modelo CR-310; el cabezal de este equipo (*Fig. 2.8.*) está formado por: A: lámpara de xenón de luz pulsada, B: deflector, C: placa difusora, D: cable de fibra óptica para el control de la iluminación y E: cable de fibra óptica.

El color viene definido por tres dimensiones: tono, croma (saturación) y claridad, es decir, tres coordenadas de valores:  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  (*Fig.2.9.*). Estos valores numéricos se muestran en la pantalla LCD del equipo, se imprimen y/o son exportados a un ordenador.

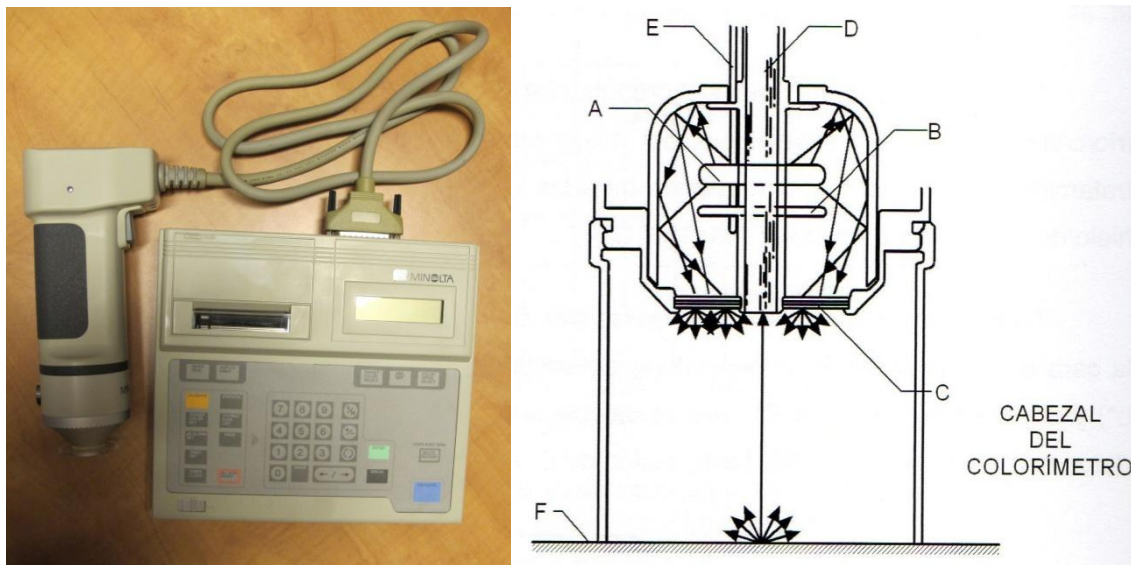


Fig.2.8. Colorímetro de sólidos utilizado y esquema del cabezal del mismo.

El sistema de coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  es el recomendado por la CIE (1976) por representar con mayor fidelidad la sensibilidad humana del color.  $L^*$  es la variable de luminosidad que va de negro a blanco (de 0 a 100);  $a^*$  y  $b^*$  las variables cromáticas de tal forma que  $a^*$  se refiere a la gama que va del rojo (valores positivos) al verde (valores negativos), y  $b^*$  se refiere a la gama que va del amarillo (valores positivos) al azul (valores negativos). Los valores de  $a^*$  y  $b^*$  cercanos a cero representan tonos grises, mientras que cuanto más alto es su valor absoluto más "saturado" es el color que representan.

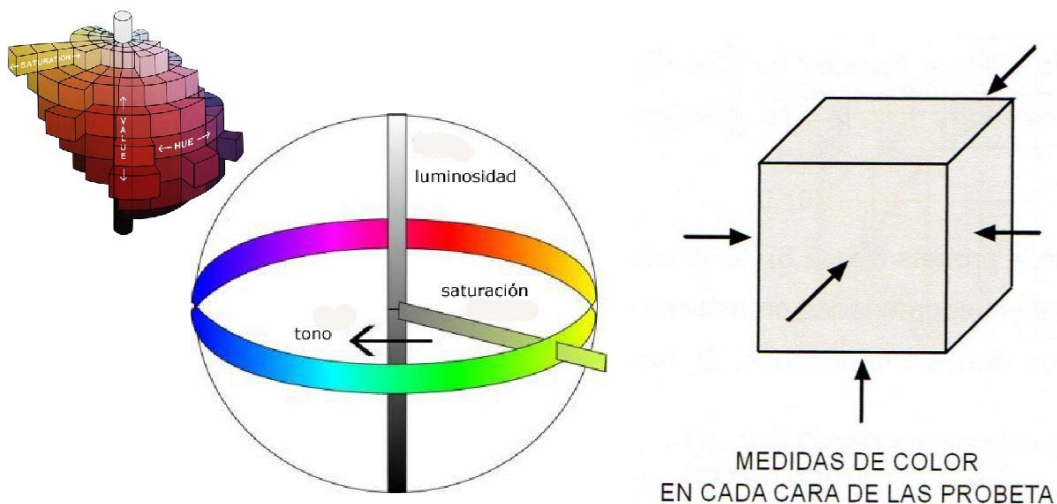


Fig.2.9. Sistema de color Munsell (commons.Wikimedia.org y mysite.pratt.edu modificado por mí) y direcciones en las que se mide el color.

### Velocidad de propagación de ultrasonidos.

Los ultrasonidos son ondas elásticas con frecuencias superiores a los 20.000Hz (zona audible del espectro acústico). El procedimiento del ensayo es tan simple como: un tren de ondas

primario sale del emisor y llega al receptor, que recoge la señal tras su propagación a través de la probeta. Esta propagación está condicionada por la densidad y propiedades elásticas de la piedra. Posteriormente se relaciona con la calidad y resistencia del material (homogeneidad, poros, fisuras, etc.).

El equipo empleado ha sido un ULTRASONIC TEST BPV, fabricado por STEINKAMP (Fig. 2.10). La velocidad de ultrasonidos se mide en las tres direcciones de la probeta y se calcula a partir del tiempo que la ondas ultrasónicas tardan en atravesar la probeta:

$$V = \frac{d}{t}$$

Donde d es la longitud o distancia que recorre la onda en cm y t es el tiempo que tarda en hacerlo en  $\mu$ s. Se expresa en m/s (S.I.). Para cada una de las probetas, se toman tres medidas en las tres direcciones del espacio:  $V_x$ ,  $V_y$  y  $V_z$  (Fig. 2.10); se han tomado medidas de la velocidad de propagación de ultrasonidos en 3 probetas de cantera, obteniendo un total de 27 datos.

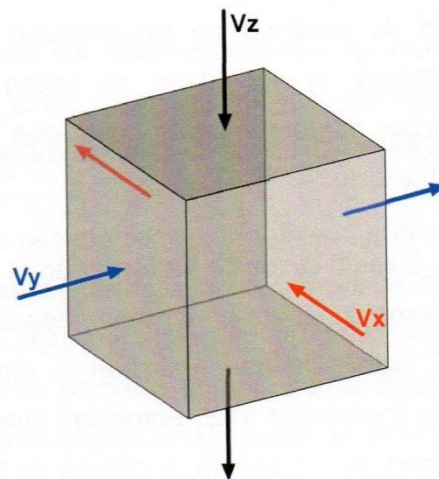


Fig.2.10.Medidor de la velocidad de propagación de ultrasonidos utilizado y direcciones en las que se toman las velocidades  $V_x, V_y$  y  $V_z$ .





3.

---

**PIEDRA NATURAL EMPLEADA EN LOS  
MONUMENTOS DE LA CIUDAD DE TORO**



### 3. PIEDRA NATURAL EMPLEADA EN LOS MONUMENTOS DE LA CIUDAD DE TORO

#### **Varietades de piedras localizadas en los monumentos.**

La Piedra Natural es aquella roca que tras etapas de transformación, sus propiedades constitutivas permanecen constantes. Se extraen en piezas o bloques de diversos tamaños para su comercialización y utilización.

#### **Características.**

-*ARENISCAS*: Según la UNE-EN 12670.

Científicamente, roca sedimentaria compuesta por granos de cuarzo, feldespato, mica y pequeños fragmentos de rocas más antiguas con un cemento que puede ser silicatado, carbonatado, arcilloso de óxidos de hierro o mezcla de varios. Podemos clasificar según Folk 1959 las areniscas según la naturaleza de sus minerales: Cuarzo arenitas ó Arenisca silícea: Granos de sílice, Arenisca arcósica: Granos de feldespato.

La cementación de los granos puede ser silícea, carbonatada o mixta. Recomendable para cantería las cuarzo arenitas de cementación silícea.

-*CALIZAS*: Según la UNE-EN 12670.

Roca sedimentaria compuesta fundamentalmente de calcita y Carbonato amorfo  $\text{CaCO}_3$ . Presentan texturas granulosas de grano muy fino y densidades desde porosas a muy densas.

-*LOS GRANITOS*: Según la UNE-EN 12670.

Científicamente: Roca plutónica con feldespato alcalino, cuarzo, pequeñas cantidades de plagioclasa, mica y otros minerales accesorios.

-*LAS PIZARRAS*: Según la UNE-EN 12670.

Científicamente: roca metamórfica de bajo grado y de grano fino que posee una fisilidad bien desarrollada paralela a los planos de la pizarrosidad.

-*LOS MÁRMOLES*: Según la UNE-EN 12670.

Técnicamente, el mármol es una piedra de origen calizo (calcita), cuyo componente principal es el carbonato de calcio vítreo-cristalizado, formado en un largo proceso geológico que lo hace muy compacto.

#### **La Piedra Natural utilizada en la arquitectura de la ciudad de Toro.**

El conjunto de rocas que a continuación se muestra y describe, está formado principalmente por rocas sedimentarias donde podemos encontrar areniscas y calizas. Así también, en las

metamórficas se han utilizado pizarras y mármoles (siendo estas las menos abundantes). Mientras que en el grupo de las ígneas se han utilizado los granitos.

### 3.1. CALIZA DEL TIPO “CAMPASPERO”.

El tipo de caliza, que encontramos, es una caliza compacta blanca, grisácea, algo oquerosa, de edad Turolense y situada en el centro de la Cuenca del Duero.

Esta roca se clasifica como una micrita fosilífera (Dismicrita) (Mudstone) que contiene algunos gasterópodos y characeas. Su origen es sedimentario se localizaría en zonas marginales de sistemas lacustres carbonatados muy someros, sometidos a drásticos cambios de nivel de agua.

Los valores de las propiedades hídricas, se han obtenido siguiendo la metodología de caracterización del capítulo 2 del presente trabajo, se muestran en la tabla 3.1.

Tabla.3.1. Datos medios obtenidos de los ensayos hídricos de la caliza tipo “Campaspero”

PT(%)	PL (%)	CA (%)	DR (Kg/m <sup>3</sup> )	DA (Kg/m <sup>3</sup> )	CAC (g cm <sup>-2</sup> s <sup>-1/2</sup> )	CI (%)
12	10	90	2,68	2,37	0,68 10 <sup>-3</sup>	6

Porosidades Total y Libre (PT y PL); Coeficiente de Absorción (CA); Densidades Real y Aparente (DR y DA) ; Coeficiente de Absorción Capilar (CAC), Capacidad de imbibición (CI)

Los valores de la densidad, son valores normales un poco más que la densidad del cuarzo que es 2.6 g/cm<sup>3</sup>

Tiene un alto coeficiente de absorción, lo que nos indica que tiene la porosidad directamente interconectada con la superficie de las probetas y es fácil la absorción de agua. Los valores de porosidad son intermedios entre granitos y la piedra de Villamayor al igual que los coeficientes de absorción capilar e imbibición.

Los valores de las propiedades obtenidas por porosimetría de mercurio se exponen en la tabla 3.2.

Tabla.3.2. Datos medios obtenidos de ensayos físicos de la caliza tipo “Campaspero”

Porosimetría de Hg				Coordenadas cromáticas			Ultrasonidos (m s <sup>-1</sup> )		
PT(%)	PL (%)	PA (%)	SE(m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	L*	a*	b*	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>
7	4	3	3,83	78,40	-0,84	6,05	3509	3687	3539

Propiedades físicas. Porosidades Total, Libre y Atrapada (PT, PL y PA); Superficie Específica (SE); Coordenadas cromáticas (L\*, a\*, b\*); Velocidades de propagación de ultrasonidos (V<sub>x</sub>, V<sub>y</sub> y V<sub>z</sub>)

Los valores de la coordenada cromática L\* son altos y los de la a\* son muy bajos debido a su color blanquecino, casi no presenta coloración.

La porosidad total y libre determinada por porosimetría de mercurio guarda relación con la determinada en las propiedades hídricas.

### 3.2. ARENISCA DEL TIPO VILLAMAYOR.

Las areniscas que se han utilizado en los monumentos de la ciudad de Toro, se pueden clasificar como una arenisca limosa de grano fino y otra arcósica de grano fino-grueso, de tonos jaspeados ocre y rojizos que recuerdan mucho a la Arenisca de Villamayor. De hecho la similitud con ésta es tal, que para los trabajos actuales de restauración de los monumentos de la ciudad de Toro, ha sido utilizada la Arenisca de Villamayor.

Su composición mineralógica es: cuarzo, feldespato y mica

Se encuentra en la edificación de fachadas mediante placas gruesas y sillares, con terminación superficial raspada, pero sobretodo en la elaboración de elementos más trabajados de las partes nobles de las fachadas como en los capiteles, arquivoltas, dinteles, jambas y fustes de las portadas románicas.

La Piedra de Villamayor (PV) es una piedra arcósica, conocida por varios nombres (García-Talegón, J. et al, 2015).

Piedra de Villamayor (PV), porque las canteras se encuentran en Villamayor de Armuña (un pueblo de Salamanca, España)

Piedra Dorada (PD) debido a su pátina, que da la piedra de un color ocre / dorado

Piedra Franca, es el nombre por el que se la conoce a nivel local y en los documentos históricos.

La alta capacidad de absorción de agua, junto con su red porosa y la composición mineralógica, hace de la Piedra de Villamayor, una piedra que es fácilmente realizable y de esculpir cuando está húmeda.

*Fig.3.3. Datos medios de tres variedades de Arenisca de Villamayor (García-Talegón, et al, 2015).*

	PT(%)	PL (%)	DR (Kg/m <sup>3</sup> )	DA (Kg/m <sup>3</sup> )	CAC (g cm <sup>-2</sup> s <sup>-1/2</sup> )
VAC	30	26	2,65	1,86	85 10 <sup>-3</sup>
VF	32	25	2,66	1,80	76 10 <sup>-3</sup>
VR	37	26	2,66	1,66	70 10 <sup>-3</sup>

Porosidades Total y Libre (PT y PL);; Densidades Real y Aparente (DR y DA); y Coeficiente de Absorción Capilar (CAC)

Sus propiedades hídricas, porosidades y coeficientes de absorción capilar muy altos, hacen que se aun material inadecuado para su uso en las bases de los edificios históricos, puede presentar importantes patologías a causa defenómenos relacionados con la absorción capilar.

Su fuerte porosidad hace que sea una piedra de inadecuada en ciertos contextos.

Sin embargo, en zonas soleadas en las que pueda secarse rápidamente, este problema no es tan malo como podría esperarse, pero en zonas donde la humedad es permanente la piedra sufre arenización y rugosidad.

### **3.3.GRANITO SILICIFICADO.**

El granito silicificado se ha utilizado en monumentos de la ciudad de Toro, como en la construcción de la portada de la ermita de Nuestra señora del Canto o en la fachada del convento de San José.

Se incluye en el presente capítulo, la explicación de la génesis de esta variedad de Piedra Natural.

Los restos de un potente manto de alteración desarrollado sobre el zócalo hercínico es uno de los rasgos más conspicuos de la geología del borde SO de la Cuenca del Duero. La naturaleza de esta alteración ha sido objeto de numerosos trabajos desde distintos puntos de vista, poniéndose de manifiesto un proceso de enriquecimiento en sílice hacia techo de los perfiles, con formación de ópalo CT (cristobalita-tridimita), diversos tipos de minerales arcillosos (p.ej. caolinita, esmectitas) y de alunita, como más característicos (véase entre otros, Jiménez Fuentes et al., 1983; Blanco y Cantano, 1983; Madruga, 1991; Molina et al., 1997a, 1997b; Manchado et al., 2008; Blanco et al. 2008).

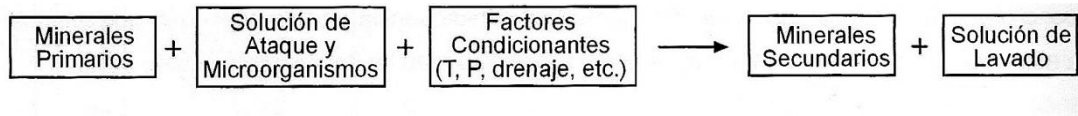
En la provincia de Zamora estos niveles de silicificación aparecen a lo largo de una banda de dirección N-S en el contacto entre la cobertura sedimentaria y el basamento hercínico, afectando tanto a las formaciones conglomeráticas de la base de la cobertera como a los granitos de basamento. Existe una cierta discrepancia sobre la edad de los sedimentos de la cobertera; por un lado, la datación con K/Ar sobre la alunita autigénica arroja una edad de 66 a 57 Ma (Blanco et al., 1982), y por otro lado, las correlaciones con áreas cercanas de Portugal sugieren una edad Campaniense-Maastrichtense, y por tanto, ligeramente más vieja (Armenteros et al., 2002).

Desde un punto de vista litológico, los niveles silicificados constituyen una roca relativamente dura que origina resaltes y relieves residuales muy llamativos, con cierto parangón con las silcretas descritas en Australia (Hutton et al., 1972, Twidale y Milnes, 1983; Thiry y Milnes, 1991; Rayot, 1994).

#### **Concepto de alteración supergénica: Silicificación.**

La **meteorización** es un fenómeno producido por los agentes exógenos sobre los materiales de la superficie terrestre. En él intervienen un gran número de variables que se agrupa en físicas, químicas y biológicas.

Pedró (1983) concibe la **alteración supergénica** como un sistema complejo de agresión, que, con el tiempo, conduce a la transformación más o menos profunda de la roca de partida en otro material secundario (producto), según la ecuación:



El efecto final de la alteración supergénica es el desarrollo de un manto de alteración superficial, que se define como un ente tridimensional limitado por superficies irregulares; una superior constituida por la topografía y una inferior dónde se sitúa el frente de alteración que puede avanzar afectando incluso a los materiales que forman la roca madre.

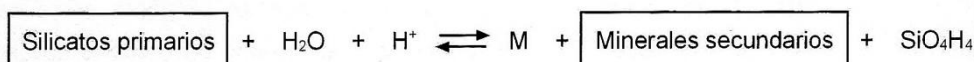
Los sedimentos paleógenos son detríticos, fundamentalmente gruesos, constituidos por gravas (conglomerados), arenas (areniscas) y fangos, petrológica y mineralógicamente bastante maduros; el componente mayoritario es el cuarzo (superior al 80%) y la caolinita. Se presentan organizados en barras superpuestas de entre 1 y 2 m de potencia, granodecrecientes, aunque la serie general sea granocreciente.

Además de sedimentos detríticos, existe otro grupo de minerales que se han constituido en la propia cuenca a partir de la carga soluble que arrastra la escorrentía y son los minerales de neoformación generados en procesos post-deposicionales entre los que se encuentran la destrucción de caolinita detrítica, las micas y feldspatos y, en menor medida el cuarzo y la formación de las micas de carácter alumínico.

Para Thiry (1981, 1993), las acumulaciones superficiales de sílice que aparecen en las series sedimentarias y en paisajes actuales se agrupan en acumulaciones de origen:

- **Edáfico:** presentan estructuras características con destrucción de las heredadas de la roca madre.
- **Freático:** respetan en gran medida las estructuras heredadas.
- Asociadas a **medios evaporíticos:** caracterizadas por una mineralogía asociada a la sílice.

El proceso fundamental de la alteración supergénica de los silicatos es la hidrólisis debido a una alcalinización del medio. La ecuación simplificada de este proceso es:



Donde M (producto de alteración) son iones solubles más o menos complejos ( $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{CO}_3\text{H}^-$ , etc.) y los minerales secundarios (óxidos, arcillas, filosilicatos 2:1, 1:1; etc.) no siempre aparecen. (Hinojal Hernández, R., 2009)



La reacción consume  $H^+$  y libera sílice y bases, de manera que se tiende a una alcalinización del medio. La presencia de factores acidificantes ( $CO_2$ , materia orgánica, etc.) facilita el desplazamiento de la reacción a la derecha. La hidrólisis de silicatos es la disolución de una sal de un ácido débil (ácido silícico) y puede ser de dos tipos:

- **Disolución incongruente:** los minerales secundarios que se originan presentan algunas estructuras cristalinas heredadas de los primarios, por tanto son minerales de **transformación**.
- **Disolución congruente:** no se originan minerales secundarios con estructuras heredadas ya que todos los solutos se encuentran en disolución. Si las condiciones de alteración lo permiten pueden aparecer minerales nuevos, cuyas estructuras son independientes de las de los primarios, y se habla de **neoformación**.

En muchos casos, esta alterabilidad varía en función de la dirección espacial considerada, debido a la forma, tamaño y número de huecos que quedan entre la estructura cristalina (tetraedros de sílice) de silicato en tres direcciones del espacio.

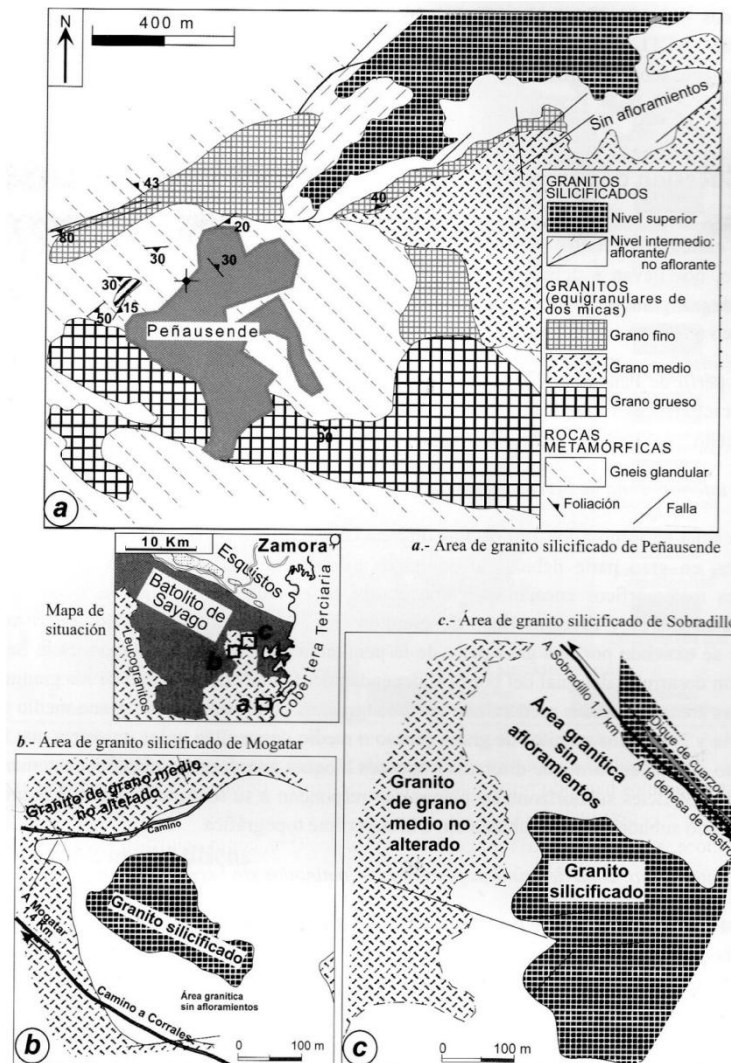


Fig. 3.1. Localización del Granito Silicificado en la zona de Zamora. (López Moro et al, 2012).

El granito utilizado para la construcción en los monumentos de Toro tiene características similares a los de Ávila, cuyos datos se presentan a continuación: (tabla 3.5.)

*Tabla.3.5. Datos medios de propiedades hídricas de tres variedades de Granito de Ávila. Granito Ocre (G.O.); Granito Rojo (G.R.); y Granito Blanco (G.B.). (García- Talegón et al, 1994).*

	PT(%)	CA(%)	DR (Kg/m <sup>3</sup> )	DA (Kg/m <sup>3</sup> )	CAC (g cm <sup>-2</sup> s <sup>-1/2</sup> )	CI (%)
G.O.	28	74	2,47	1,77	1,40 10 <sup>-3</sup>	13
G.R.	20	67	2,48	1,98	0,80 10 <sup>-3</sup>	8
G.B.	21	60	2,37	1,87	0,70 10 <sup>-3</sup>	8

Propiedades hídricas. Porosidades Total y Libre (PT y PL); Densidades Real y Aparente (DR y DA); Coeficiente de Absorción Capilar (CAC) y Capacidad de imbibición (CI)

Poseen unas porosidades altas, que dan lugar a CAC y CI elevados, pero con menor cantidad de porosidad libre conectada directamente con la superficie (60 < CA < 74) que en la caliza de Campaspero (CA = 90).

*3.5. Tabla de datos medios obtenida de los ensayos físicos tres variedades de Granito de Ávila. Granito Ocre (G.O.); Granito Rojo (G.R.); y Granito Blanco (G.B.). (García- Talegón et al, 1994).*

	Porosimetría de Hg				Ultrasonidos (m s <sup>-1</sup> )		
	PT(%)	PL (%)	PA (%)	SE(m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>
G.O.	20	11	8	18.09	2585	2633	2497
G.R.	17	10	7	8.04	3156	3180	3344
G.B.	13	9	4	7.51	2985	3412	3350

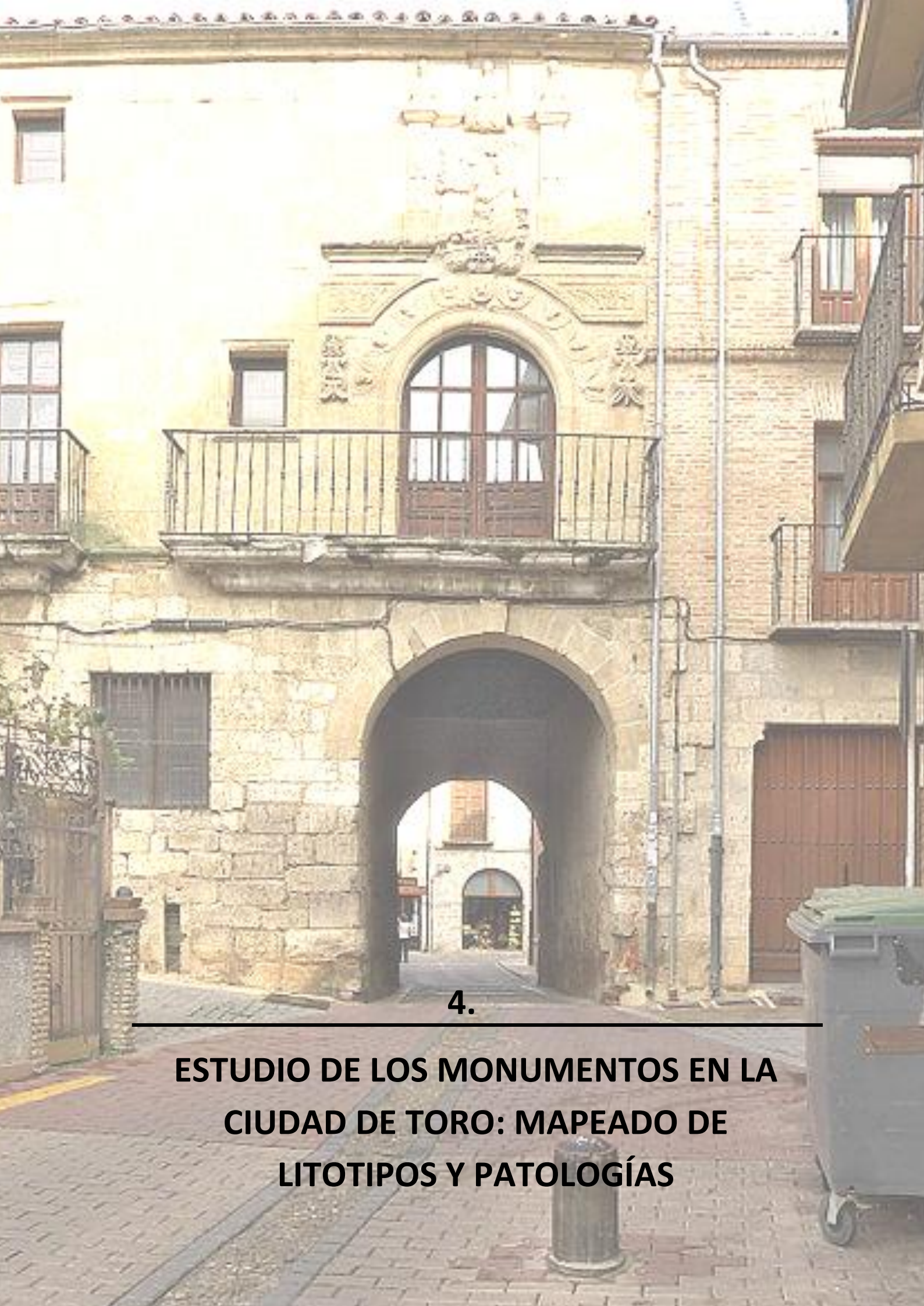
Propiedades físicas. Porosidades Total, Libre y Atrapada (PT, PL y PA); Superficie Específica (SE); Velocidades de propagación de ultrasonidos (V<sub>x</sub>, V<sub>y</sub> y V<sub>z</sub>)

La porosidad total y libre determinada por porosimetría de mercurio guarda relación con la determinada en las propiedades hídricas.

**LA PIZARRA** es una roca metamórfica de origen sedimentario de grano fino y colores oscuros. De color gris oscuro-negro del Ordovícico.

**LOS MÁRMOLES**, al igual que las calizas, de las que derivan, son rocas conformadas principalmente por carbonato cálcico, que han sufrido procesos de recristalización. Esto les proporciona una gran dureza y permite, mediante el pulido, la obtención de un perfecto brillo.

Estas dos no son tan importantes ni abundantes como las otras, de hecho solamente aparecen en uno de los monumentos como elemento decorativo y en una columna de los soportales de la Plaza Mayor respectivamente.



4.

---

**ESTUDIO DE LOS MONUMENTOS EN LA  
CIUDAD DE TORO: MAPEADO DE  
LITOTIPOS Y PATOLOGÍAS**



#### 4. ESTUDIO DE LOS DISTINTOS MONUMENTOS: MAPEADO DE LITOTIPOS Y PATOLOGÍAS

En el presente capítulo de Trabajo Fin de Carrera, se va a desarrollar el estudio de los monumentos de la ciudad de Toro, desde el punto de vista de los materiales pétreos utilizados, así como su estado de conservación. Para ello, lo que primero debemos conocer es, dónde poder encontrar el monumento en sí, por eso se presenta la situación del monumento en el mapa, que facilita su localización dentro de la ciudad.

Así también, en el presente capítulo, se han realizado mapeados tanto de los materiales pétreos utilizados en su construcción, y sustituciones realizadas en restauraciones posteriores, como mapeados de las principales patologías estudiadas en cada uno de los monumentos de la ciudad de Toro. Se ha realizado un estudio fotográfico de los monumentos, con el objeto de seleccionar las fotografías correspondientes a cada litotipo y a cada una de las patologías observadas. Los monumentos se presentan a continuación mediante: mapa de situación; mapa de litotipos ; y mapa de patologías.

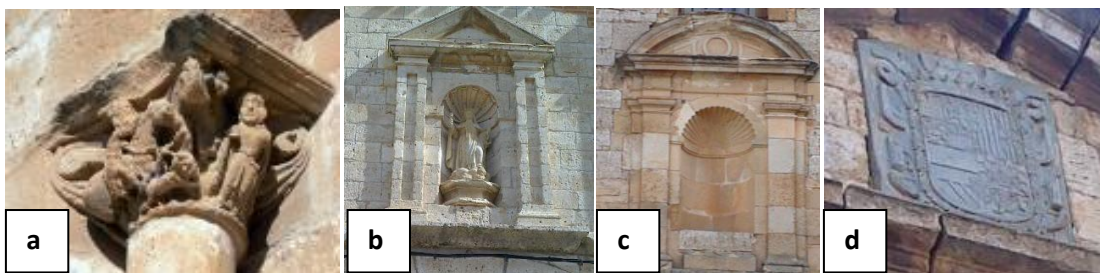


Fig.4.1. Ornamentación en los materiales pétreos. a) Capitel en arenisca de la Colegiata. b) Hornacina en caliza del convento de Santa Clara. c) Hornacina en granito silicificado en el convento de San José. d) Escudo en pizarra de la puerta de Corredera.

#### 4.1. TORO DE PIEDRA O VERRACO

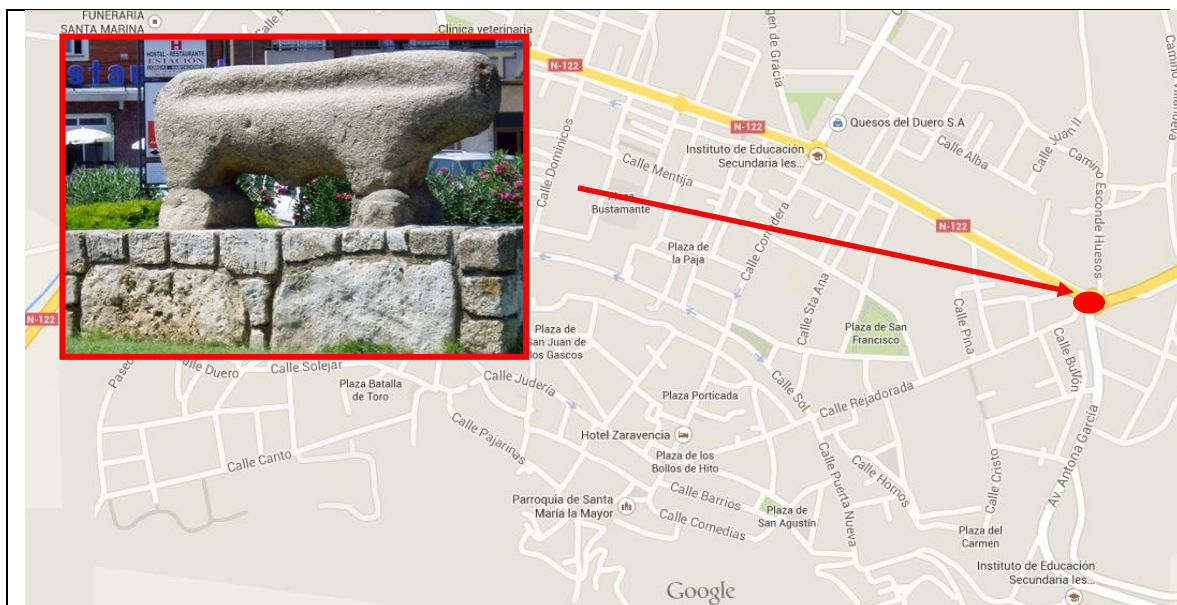


Fig. 4.2. Localización del monumento en el municipio de Toro



LITOTIPOS

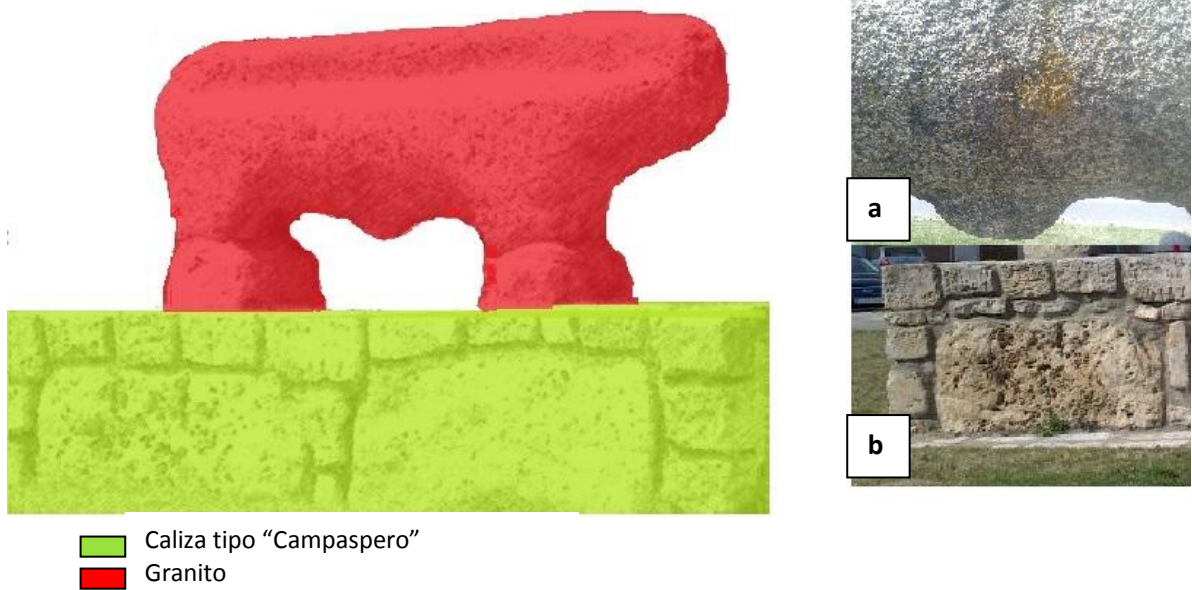


Fig.4.3. Verraco o Toro de piedra. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) Detalle en granito. b) Detalle en caliza.

El Toro de piedra está realizado en un único bloque de granito y colocado sobre un pedestal de caliza muy oquerosa de un color muy similar al del mismo granito

PATOLOGÍAS

Alzado Este



Fig. 4.4. Alzado Este Verraco o Toro de piedra. Patologías presentes en el monumento.



Fig.4.5. Detalle de las patologías.1) Hendidura en el granito. 2) Perforación en el lateral. 3) Líquenes en el granito

### Alzado Oeste

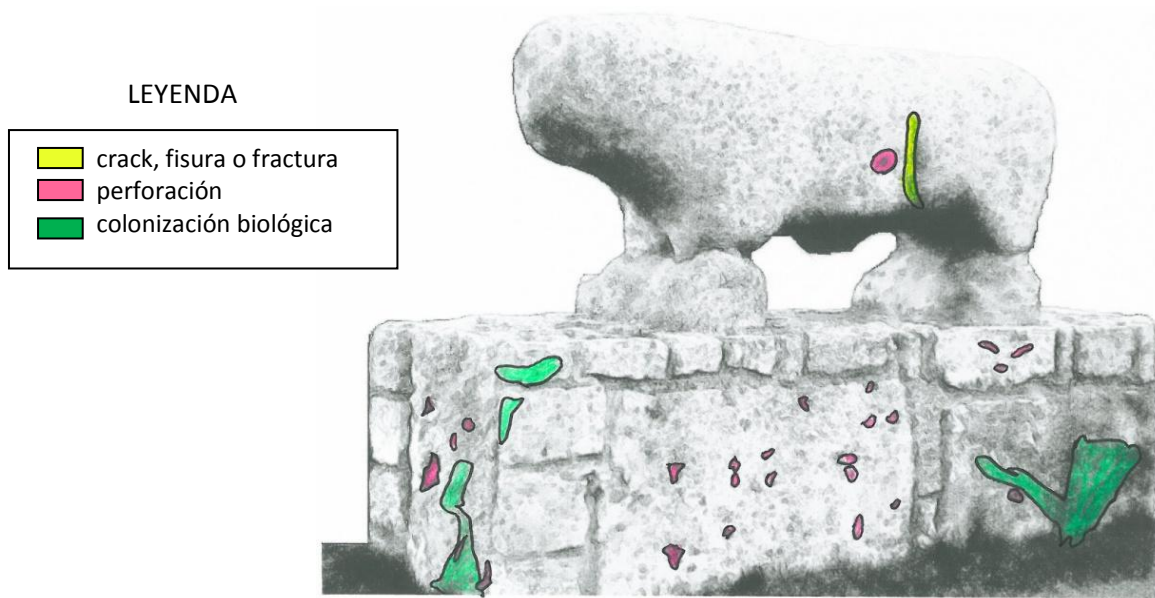


Fig.4.6. Alzado Oeste Verraco o Toro de piedra. Patologías presentes en el monumento.



Fig. 4.7. Detalle de las patologías 1) Fisura y perforación 2) Líquenes en la caliza

Esta pieza presenta muy pocas patologías ya que está realizada en un material muy resistente y duradero como es el granito.



#### 4.2. ARCO DE SANTA CATALINA

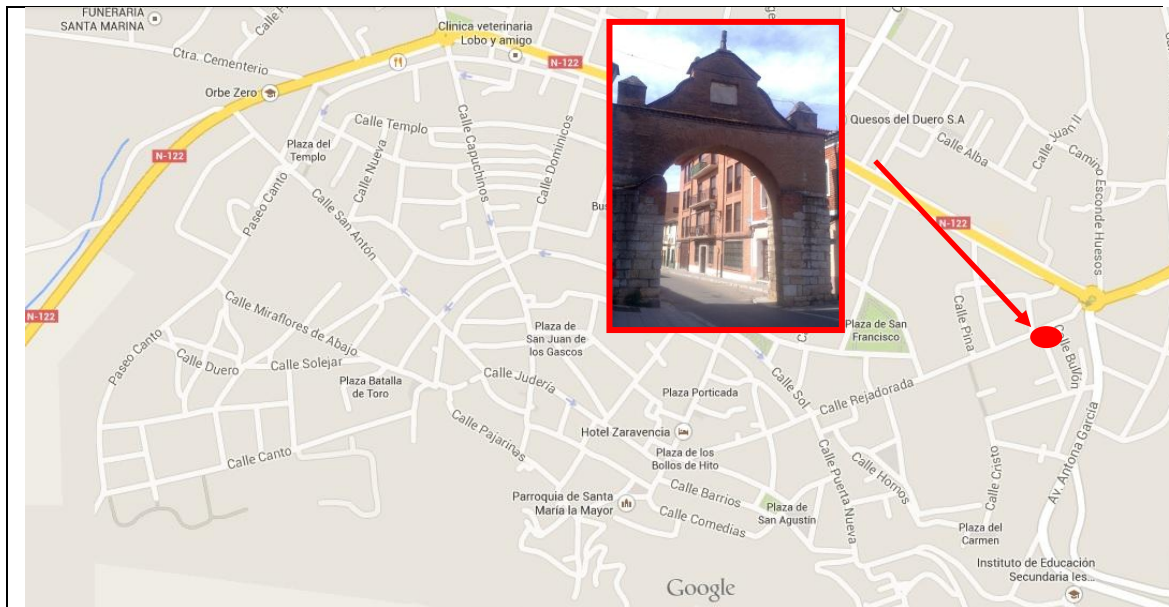


Fig.4.8.. Localización del monumento en el municipio de Toro

#### LITOTIPOS

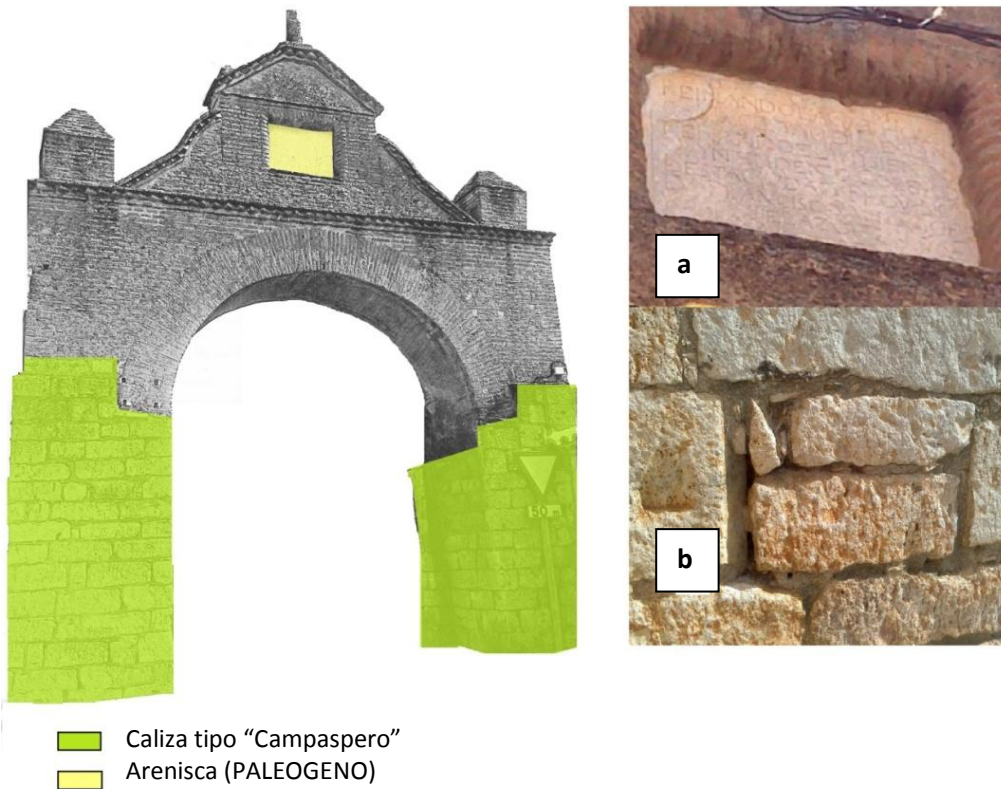


Fig.4.9. Puerta Oeste Arco de Santa Catalina. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) Grabado en arenisca. b) Detalle del arco en caliza

La mitad superior de este arco está realizada en ladrillo decorada con una pieza de arenisca de grano medio en color beige ( fig.4.9.a) y la mitad inferior en caliza bioclástica oquerosa en tonos beige y ocres (fig.4.9. b)

La puerta Este del mismo monumento, en cuanto al tipo de piedras que lo forman es exactamente el mismo incluida la decoración del grabado en arenisca.

### PATOLOGÍAS

#### Puerta Este

#### LEYENDA





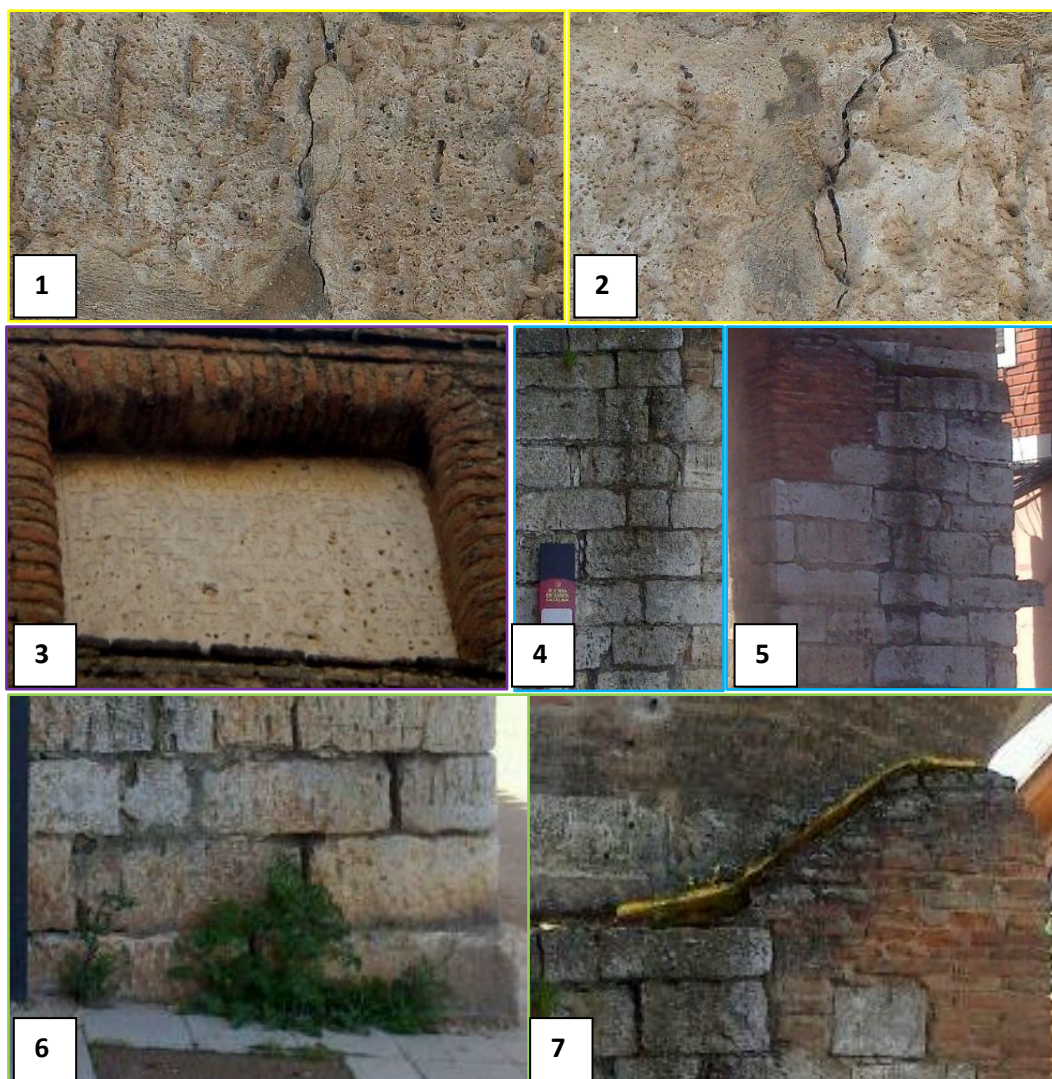
	crack, fisura o fractura
	daño mecánico
	ensuciamiento
	colonización biológica



Fig. 4.10. Puerta Este Arco de Santa Catalina. Patologías presentes en el monumento





*Fig.4.11. Muestra de las patologías*

Las figuras 4.11. 1 y 4.11.2 muestran ambas, fisuras en la caliza también se pueden apreciar las perforaciones típicas de la caliza. Estas muestras se localizan la 1) en el lado derecho del arco y la 2) en el lado izquierdo.

La figura 4.11.3 muestra en detalle el grabado en la arenisca. Que según el glosario *ICOMOS International Scientific Committee for Stone (ISCS) 2008* se puede considerar en sí un daño mecánico. También se pueden observar pequeñas perforaciones en esta misma imagen.

Las figuras 4.11.4 y 4.11.5 se observa pátina por ensuciamiento en los dos laterales de la puerta Este del Arco de Santa catalina

Las figuras 4.11.6. y 4.11.7. se observa colonización biológica.






En el caso de la muestra 4.11.6 observamos vegetación desarrollada en la base de la caliza. También pueden observarse las fisuras y oquedades de la caliza.



En la 4.11.7 queremos destacar el musgo que se desarrolla en la parte superior de las columnas en concreto aquí vemos la columna izquierda. Además del musgo que va desde la caliza hasta por encima del ladrillo. También podemos ver cómo se desarrolla una pátina biológica (verdín) sobre la caliza de la parte izquierda.

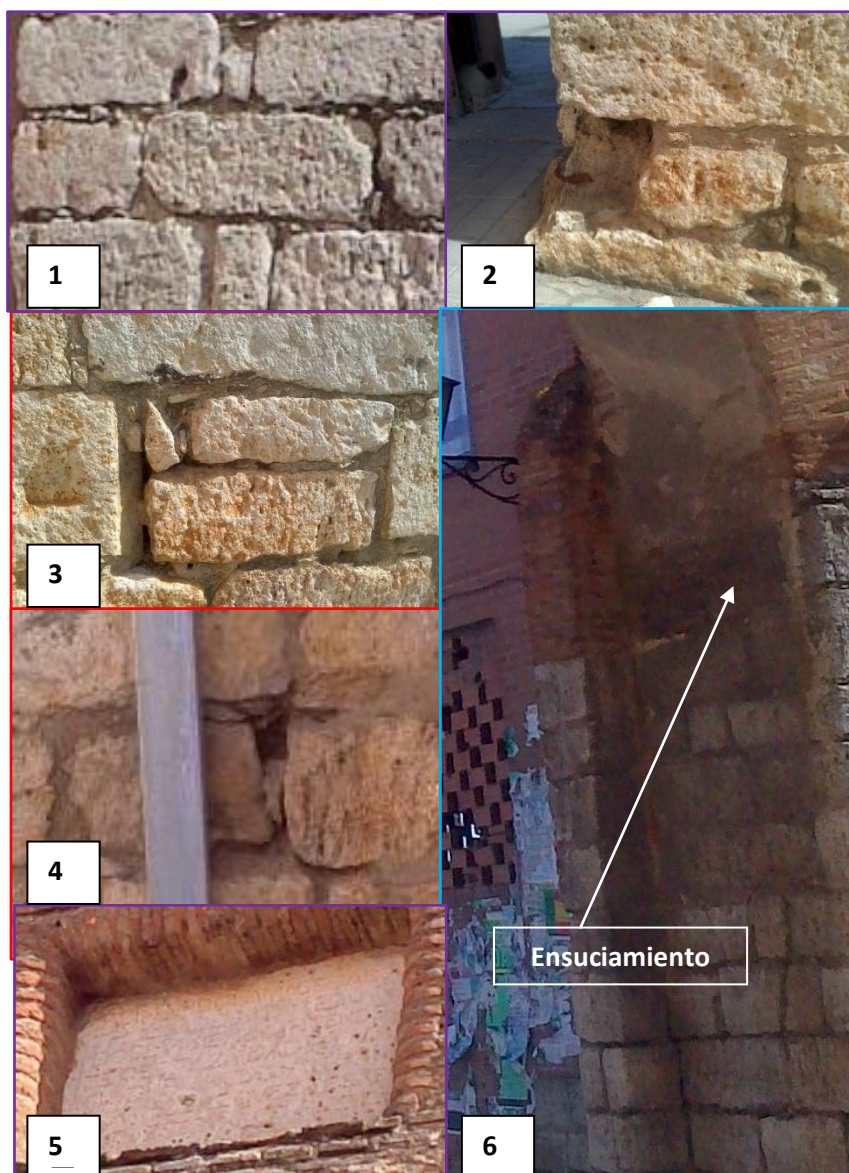
**Puerta Oeste**

LEYENDA

	crack, fisura o fractura
	fragmentación
	erosión
	daño mecánicos
	ensuciamiento



*Fig. 4.12. Puerta Oeste Arco de Santa Catalina. Patologías presentes en el monumento*



*Fig. 4.13. Muestra de las patologías.*

La figura 4.13.1. muestra dos sillares situados en la parte inferior de la columna izquierda del lado Oeste de la puerta. Estos sillares tienen los bordes ligeramente redondeados, también pueden apreciarse las fisuras y perforaciones en los mismos.

La figura. 4.13.2. muestra la pérdida por completo de un sillar en la parte inferior izquierda de la estructura. Además los sillares adyacentes están ligeramente redondeados.

En las figuras 4.13.3 y 4.13.4 se muestran unas fragmentaciones en la caliza, ambos en la columna derecha. Y la pátina de ensuciamiento existente bajo el arco la recogemos en la figura 4.13.6.

Como ya se ha expuesto al hablar de la figura 4.11.3, en este caso en la figura 4.13.5. observamos el grabado de la parte oeste

### 4.3. ALCÁZAR

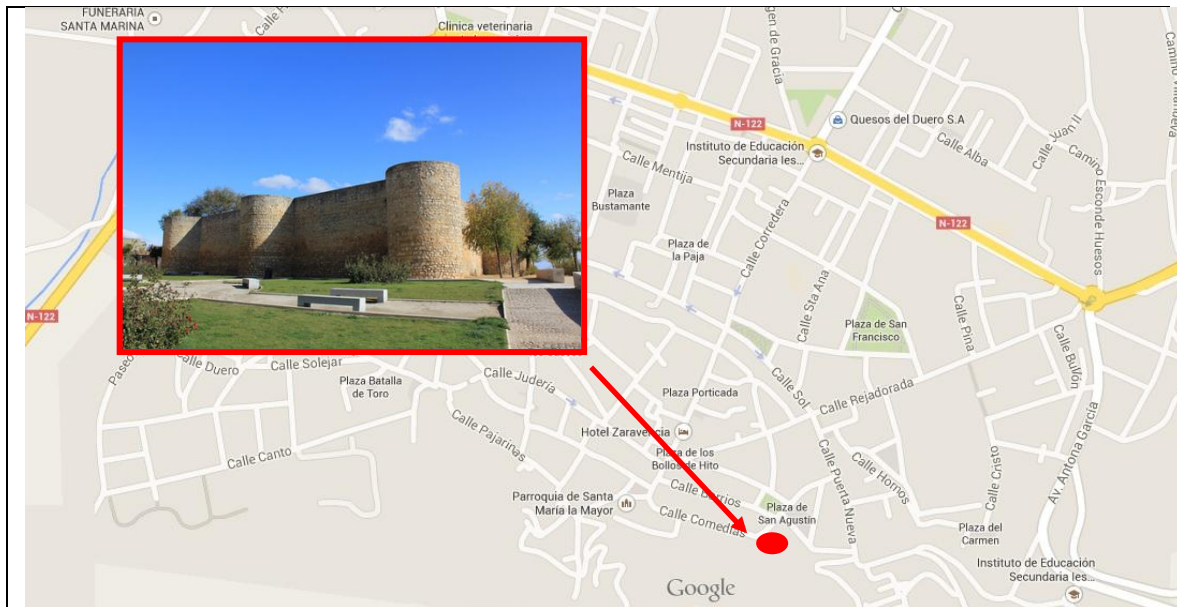
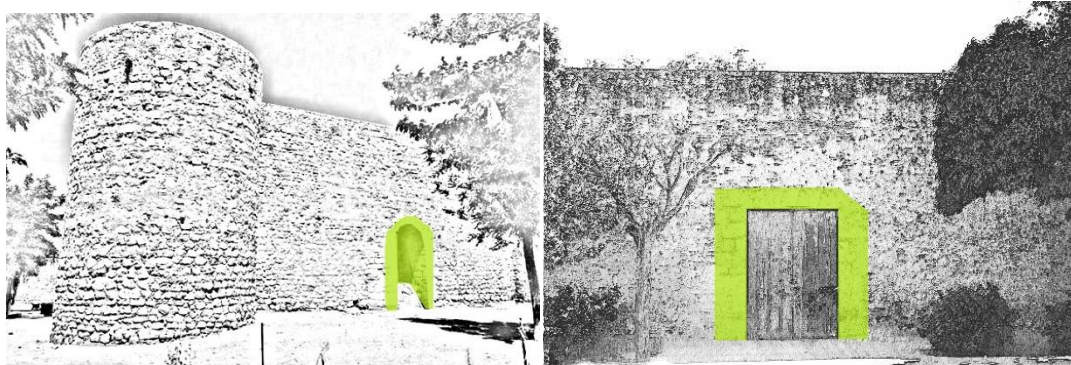


Fig. 4.14. Localización del monumento en el municipio de Toro

#### Alzados Este y Norte

#### LITOTIPOS



■ Caliza tipo "Campaspero"

Fig. 4.15. Alzados Este y Norte del alcázar. Litotipos utilizados en su construcción y restauración.

Los muros exteriores que forman el alcázar de la ciudad de Toro están compuestos de hormigón, cal y canto rodado d caliza la mayoría.

Los litotipos que han sido utilizados en su construcción y restauración son los mismos en todos los alzados, norte, sur, este y oeste.

Caben destacar las antiguas puertas, algunas tapiadas, las cuales están realizadas en piedra caliza tal y como muestra la figura (fig.4.15)



PATOLOGÍAS

Alzado Este

LEYENDA

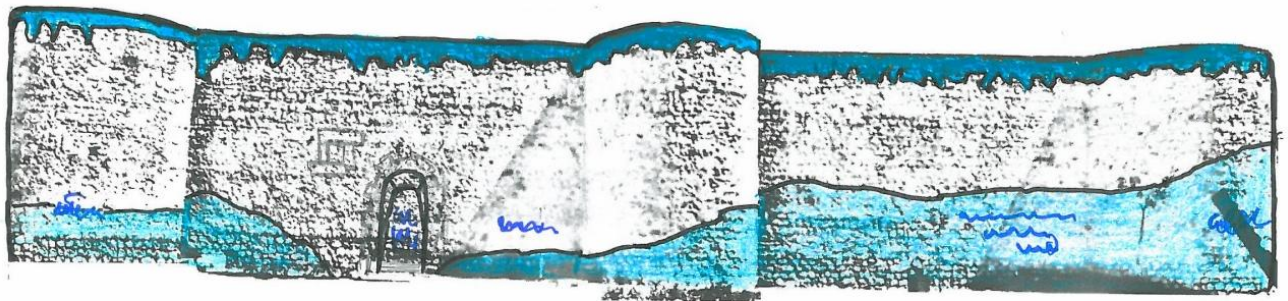
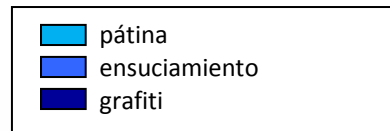


Fig. 4.16. Alzados Este del alcázar. Patologías presentes en el monumento.



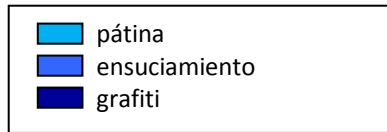
Fig. 4.17. Muestra de las patologías.

Las imágenes de la figura 4.17.1 y 4.17.2. muestran una serie de grafitis.

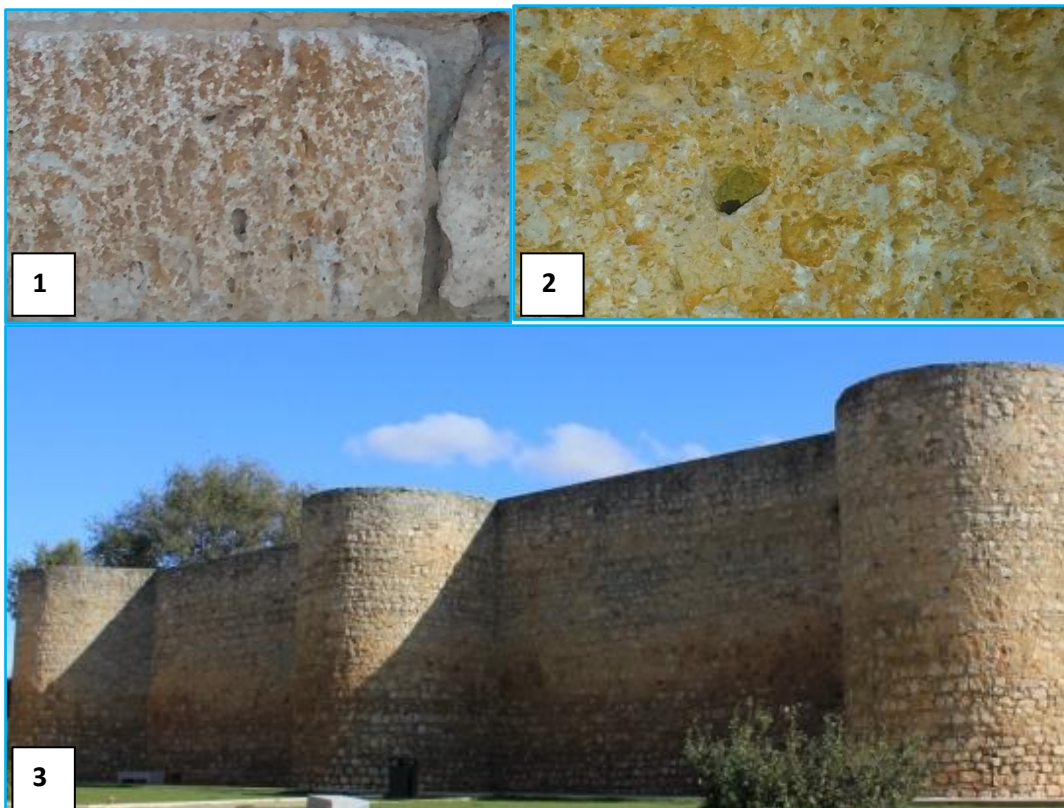
En la figura 4.17.3. podemos observar claramente el contraste de las pátinas, tanto la pátina ocre de la parte inferior y la pátina oscura de ensuciamiento en la parte superior.

**Alzado Oeste**

LEYENDA



*Fig.4.18. Alzados Oeste del alcázar. Patologías presentes en el monumento.*



*Fig. 4.19. Muestra de las patologías.*

En las imágenes superiores 4.19.1 y 4.19.2. vemos en detalle la pátina sobre las rocas. En estas también se pueden ver pequeñas fisuras y perforaciones.

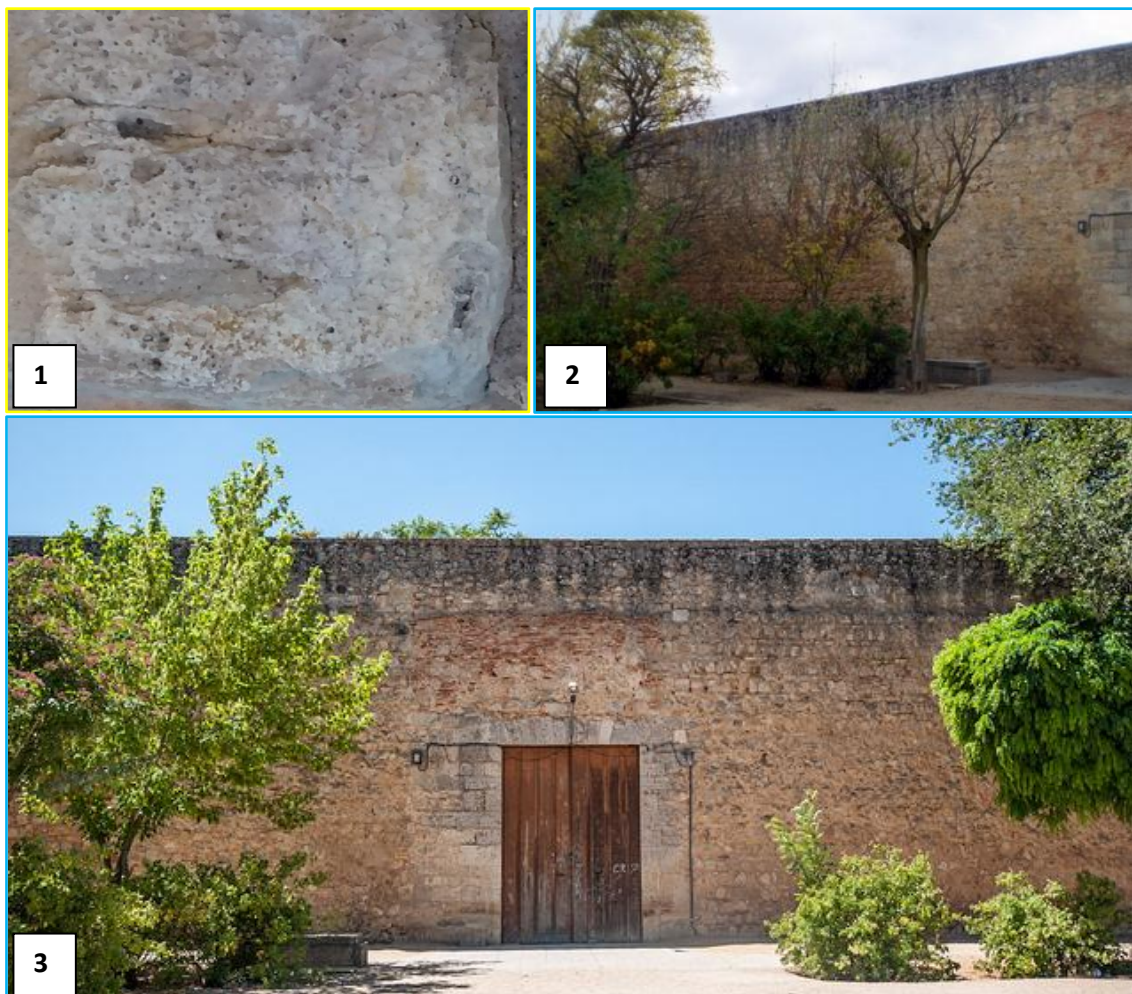


En la imagen inferior 4.19.3. podemos ver la pátina ocre inferior y la pátina de ensuciamiento por la humedad en la parte superior de la estructura.

**Alzado Norte**



*Fig.4.20. Alzados Norte del alcázar. Patologías presentes en el monumento*



*Fig. 4.21. Muestra de las patologías.*

La figura 4.21.1 muestra las fisuras y las perforaciones en una caliza de la estructura.



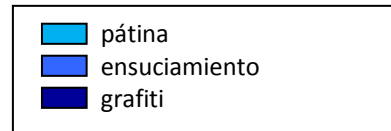
La pátina ocre aparece muy destacada en la figura 4.21.2.

La ya mencionada pátina de ensuciamiento por humedad es muy evidente sobre la portada Norte (fig.4.21.3).

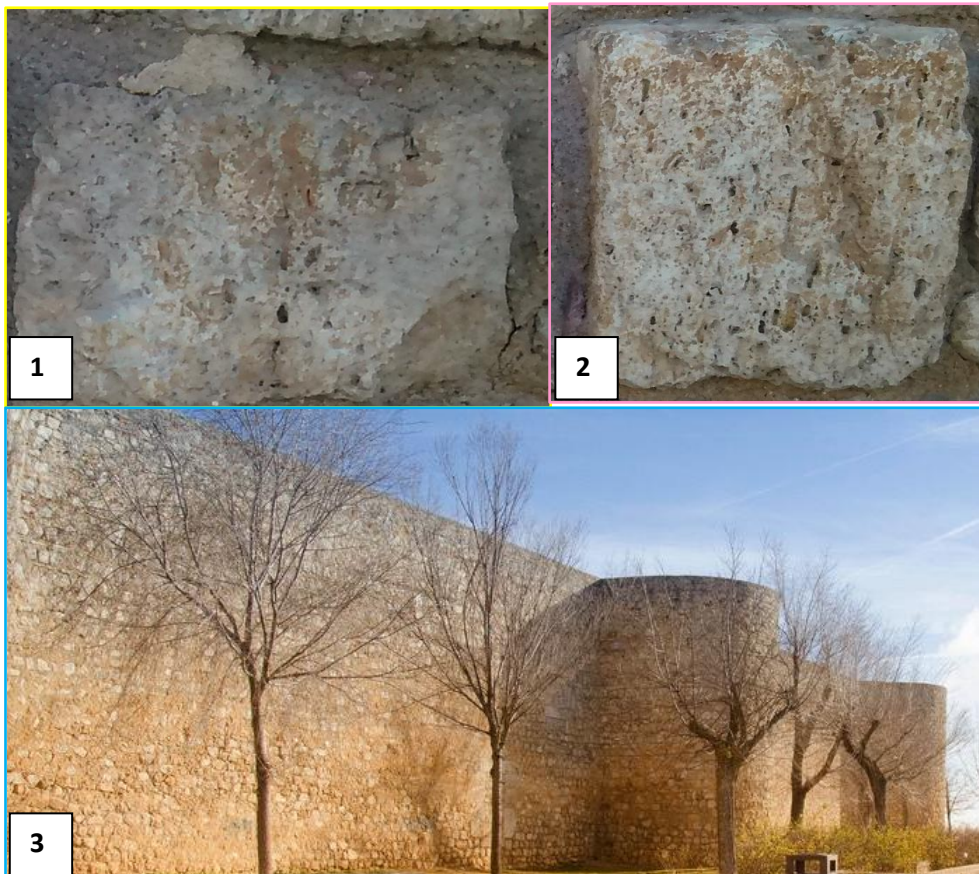
De hecho en este alzado, es de entre los cuatro en el que mejor se aprecia el ensuciamiento por humedad.

**Alzado Sur**

LEYENDA



*Fig. 4.22. Alzados Sur del alcázar. Patologías presentes en el monumento.*



*Fig.4.23 .Muestra de las patologías.*

La figura 4.23.1 y 4.23.2. muestra las fisuras y las perforaciones en una caliza de la estructura.

La pátina ocre aparece como en las figuras 4.19.3 y 4.21.2 en la figura 4.23.3. Pero en este alzado, alzado Sur la pátina ocre no es tan intensa como en los anteriores.

#### 4.4. IGLESIA DE SAN LORENZO EL REAL

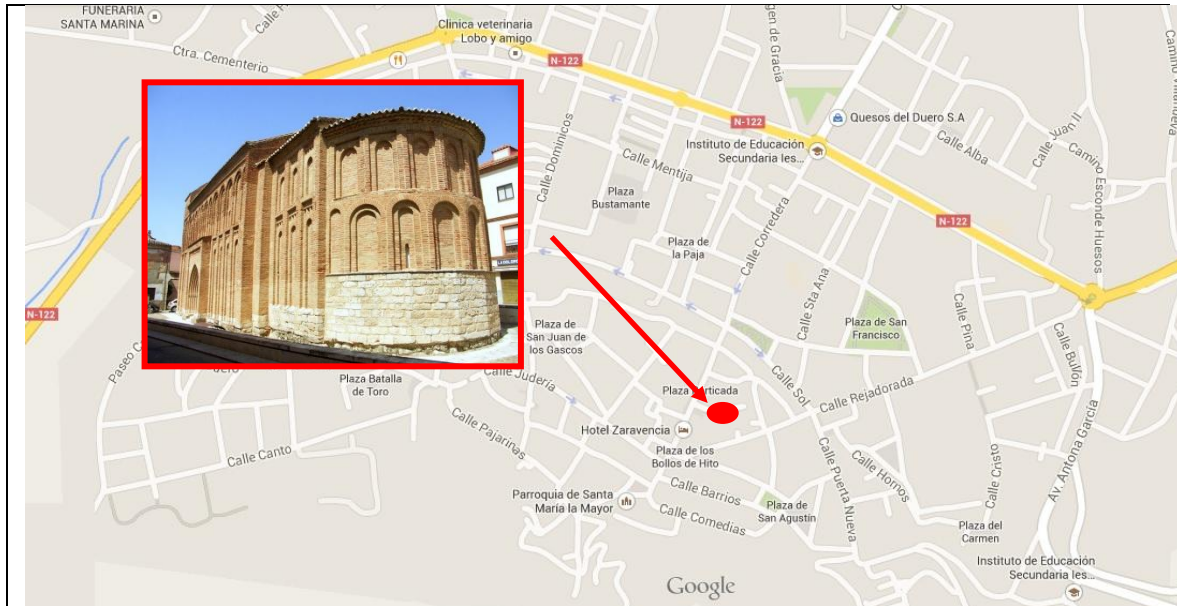
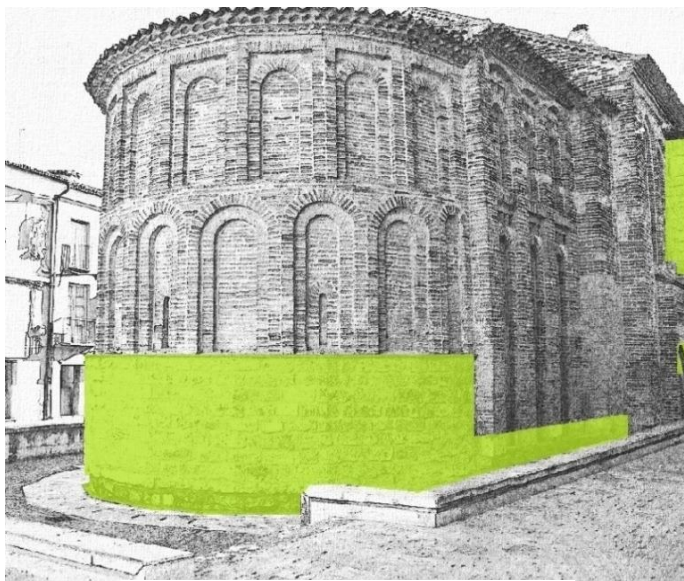


Fig. 4.24. Localización del monumento en el municipio de Toro

#### LITOTIPOS



■ Caliza tipo "Campaspero"

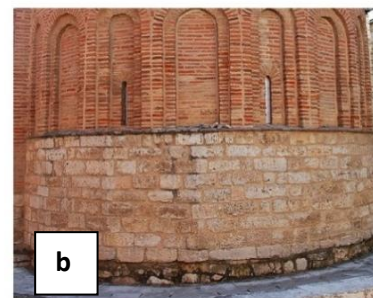


Fig 4.25. Alzado Noreste San Lorenzo. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) Detalle de la caliza del zócalo, b) Zócalo en caliza

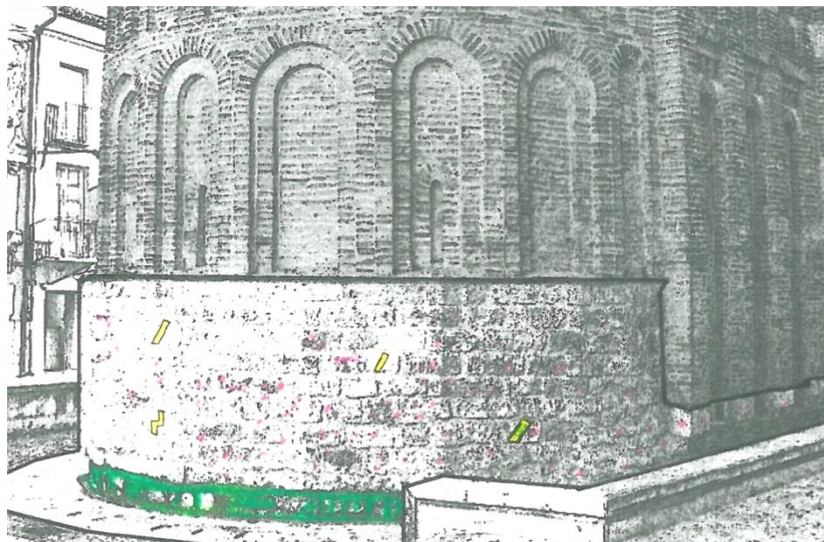
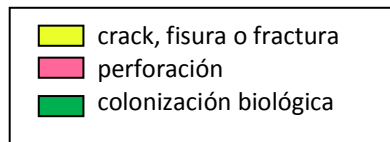


En cuanto a la iglesia de San Lorenzo el Real, como construcción mudéjar que es, está construida prácticamente por completo con ladrillo a excepción del zócalo (fig .4.25. b) y algún pequeño detalle como se observa en la fig.4.25. realizados en caliza ocre (fig .4.25. a)

Posteriormente se realizaron otros detalles como bancos y decoración del enlosado en otro tipo de caliza menos oquerosa y de color grisáceo que contrastan con el monumento en sí

#### PATOLOGÍAS

#### LEYENDA



*Fig.4.26. Alzado Noreste San Lorenzo. Patologías presentes en el monumento.*



*Fig.4.27 .Muestra de las patologías.*

Los tres tipos de patologías que aparecen en la iglesia están expuestos en la figura.4.27.

En este monumento solamente aparecen patologías en el zócalo de caliza. Dentro de esta se desarrollan fisuras como la mostrada en la figura 4.27.1.

La caliza muestra perforaciones que se pueden ver en las tres imágenes de la figura 4.27. aunque en la que se ven más claramente es en la central. Por último en la base del zócalo hay una pátina biológica formada por líquenes que se dan sobre la caliza.

#### 4.5. IGLESIA DE SAN SALVADOR

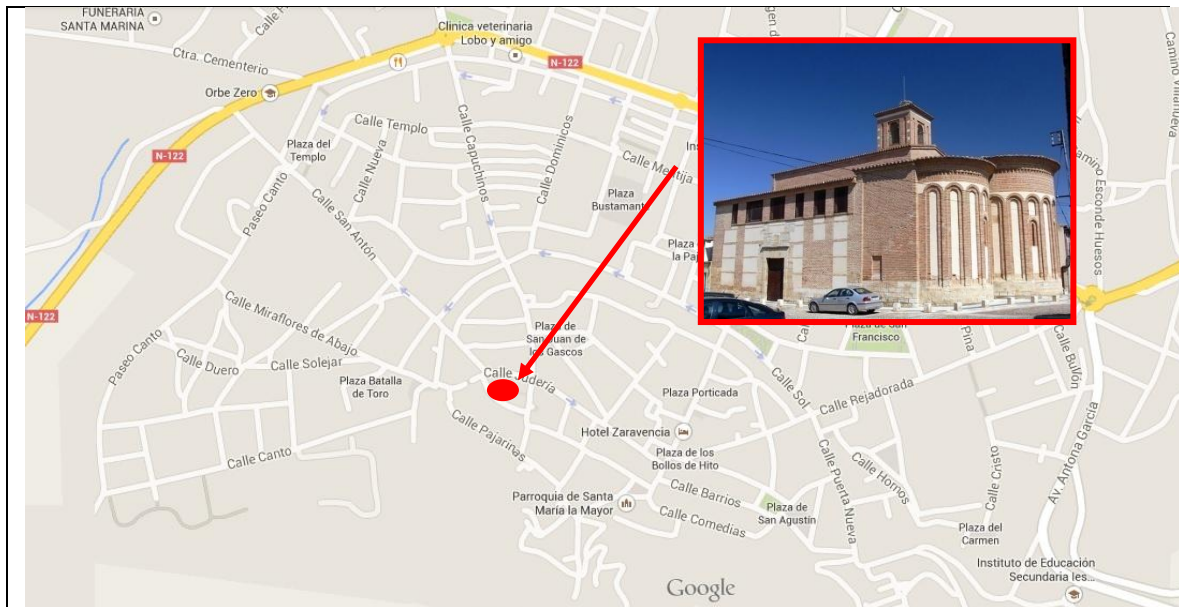
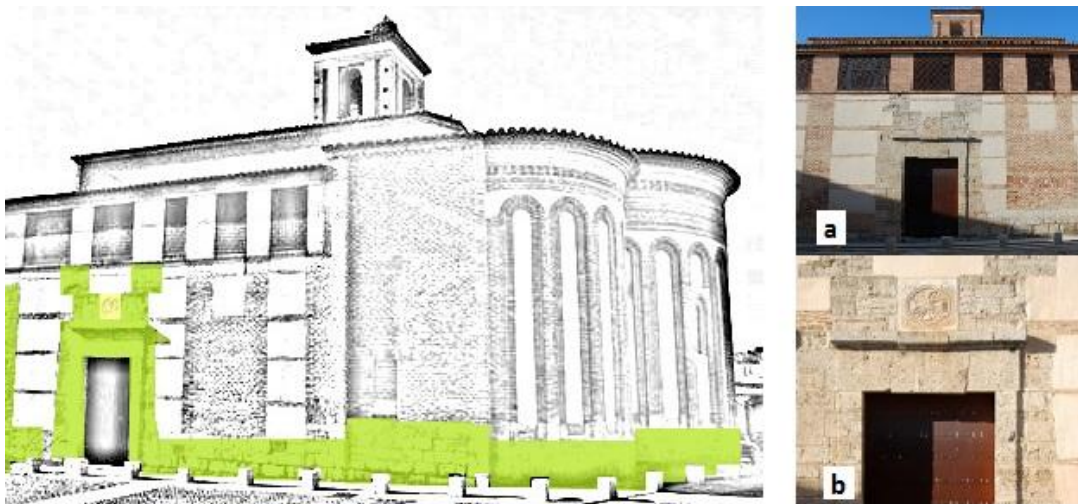


Fig. 4.28. Localización del monumento en el municipio de Toro

#### LITOTIPOS



- Caliza tipo "Campaspero"
- Arenisca (PALEOGENO)

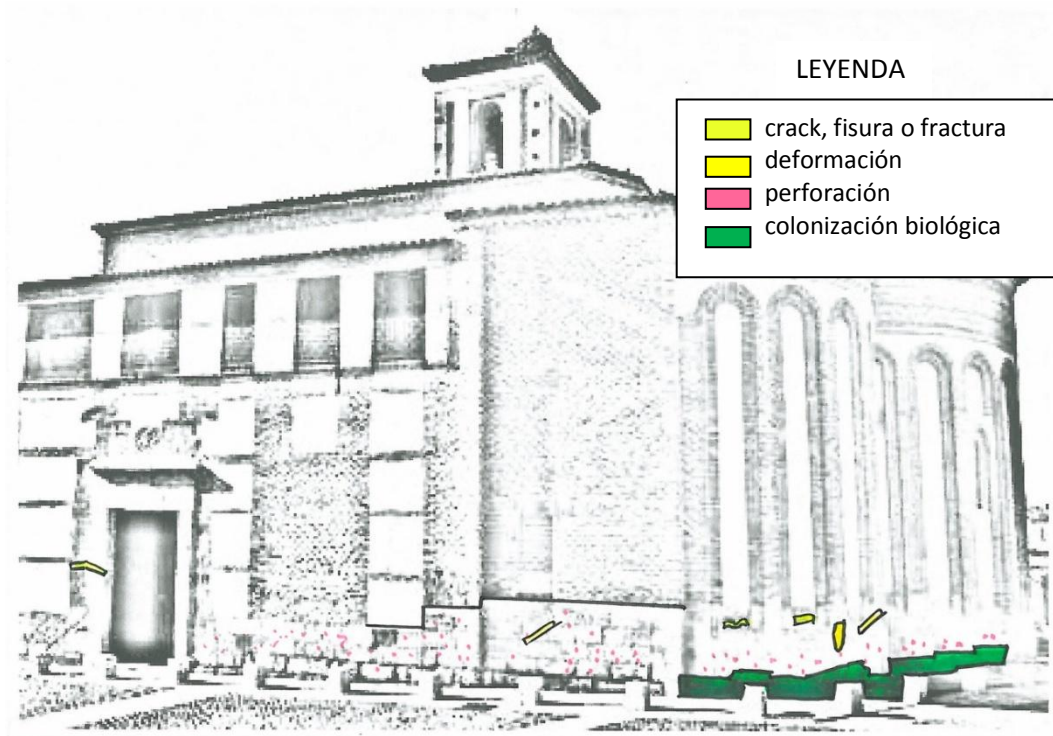
Fig.4.29. Alzado Sureste San Salvador. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) Portada principal con zócalo en caliza b) Detalle en arenisca sobre la puerta de caliza

Al igual que la Iglesia de San Lorenzo el Real y que el Santo Sepulcro esta iglesia está construida principalmente en ladrillo exceptuando el zócalo y la puerta que están realizados en caliza algo oquerosa en tonos beige (fig.4.29.a y b)

Se ha de destacar en el centro de la parte superior de la puerta un grabado o detalle en arenisca color crema de grano medio (fig.4.29 . b) que marca la diferencia frente a otros monumentos



PATOLOGÍAS



*Fig. 4.30. Alzado Sureste San Salvador. Patologías presentes en el monumento*



*Fig.4.31..Muestra de las patologías.*

Las patologías que esta iglesia presenta no son de gran relevancia de hecho son muy similares a las de San Salvador.

Las más abundantes son las oquedades o perforaciones y pequeñas fisuras propias de la caliza. También hay algunas de mayor longitud como la que aparece en la figura 4.31.1.

La más evidente es la aparición de líquenes que recubren una gran extensión de la parte inferior del zócalo en lado Este del monumento.(fig.4.31.3)

También en el zócalo de la zona Este aparece una acanaladura centimétrica. (fig.4.31.2)

4.6. IGLESIA DEL SANTO SEPULCRO



Fig. 4.32. Localización del monumento en el municipio de Toro

LITOTIPOS

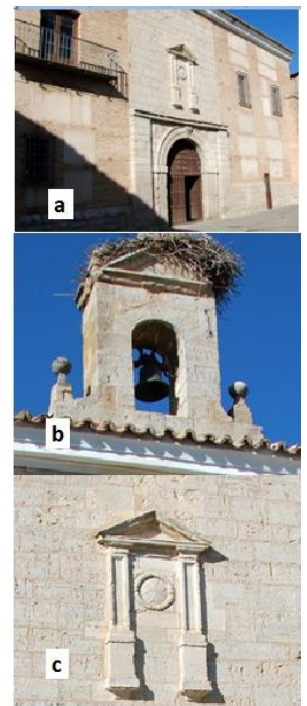


Fig 4.33. Alzado Sur iglesia del Santo Sepulcro. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) Fachada del Santo Sepulcro b) Campanario en caliza c) Detalle sobre la portada principal









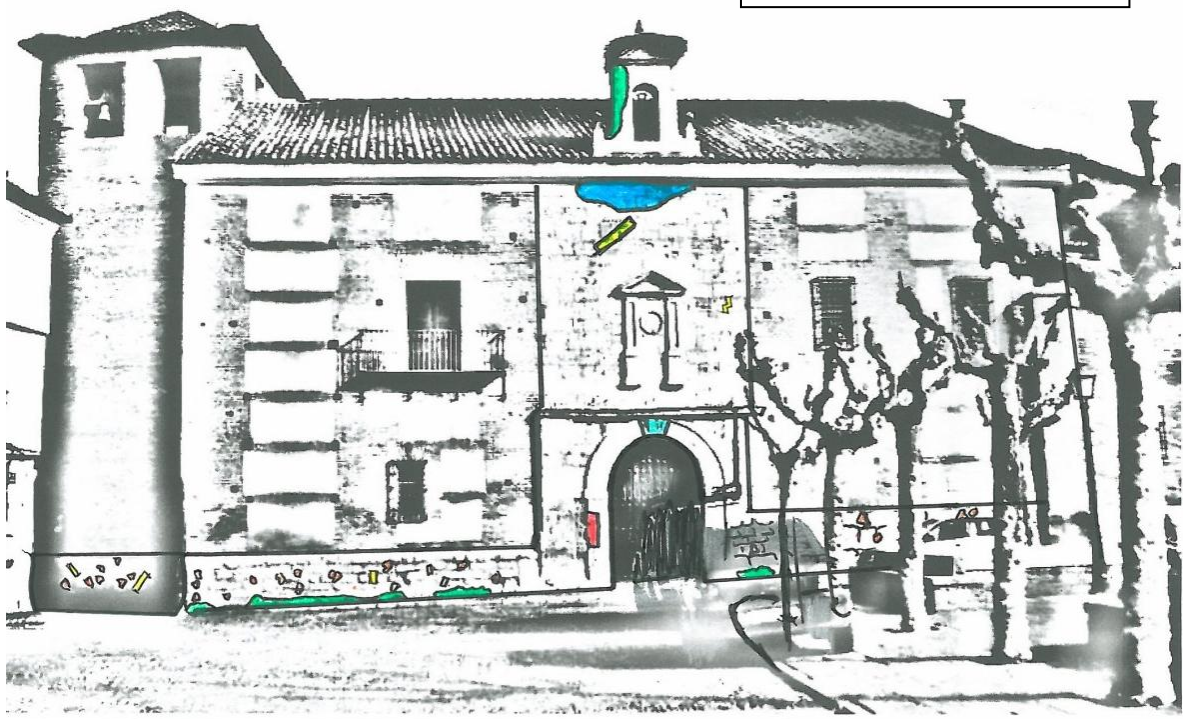
La iglesia del Santo Sepulcro está realizada en ladrillo y en caliza bioclástica algo oquerosa en tonos crema .

Esta caliza se encuentra formando todo el zócalo por completo, la potada principal incluidas decoraciones y el campanario.

#### PATOLOGÍAS

#### LEYENDA

	crack, fisura o fractura
	fragmentación
	perforaciones
	decoloraciones
	ensuciamiento
	colonización biológica



*Fig. 4.34. Alzado Sur iglesia del Santo Sepulcro. Patologías presentes en el monumento.*

En cuanto a patologías se refiere la iglesia del Santo sepulcro es poco más variada que las dos anteriores. Como ya es habitual aparecen las pequeñas fisuras y perforaciones en las calzas, también hay fisuras algo más prolongadas que atraviesan los sillares por completo.

En concreto la que se muestra en la imagen 4.35.1. está situada en la parte derecha del zócalo.

Al lado izquierdo de la entrada la ornamentación se ha fragmenta en dos puntos, uno encima del otro (fig.4.35.2).

Sobre la puerta hay una decoloración de la roca en tonos verdosos producida por disolución de elementos de cobre (fig.4.35.3). El ensuciamiento por humedad bajo el campanario (fig. 4.35.4) no es muy acusado

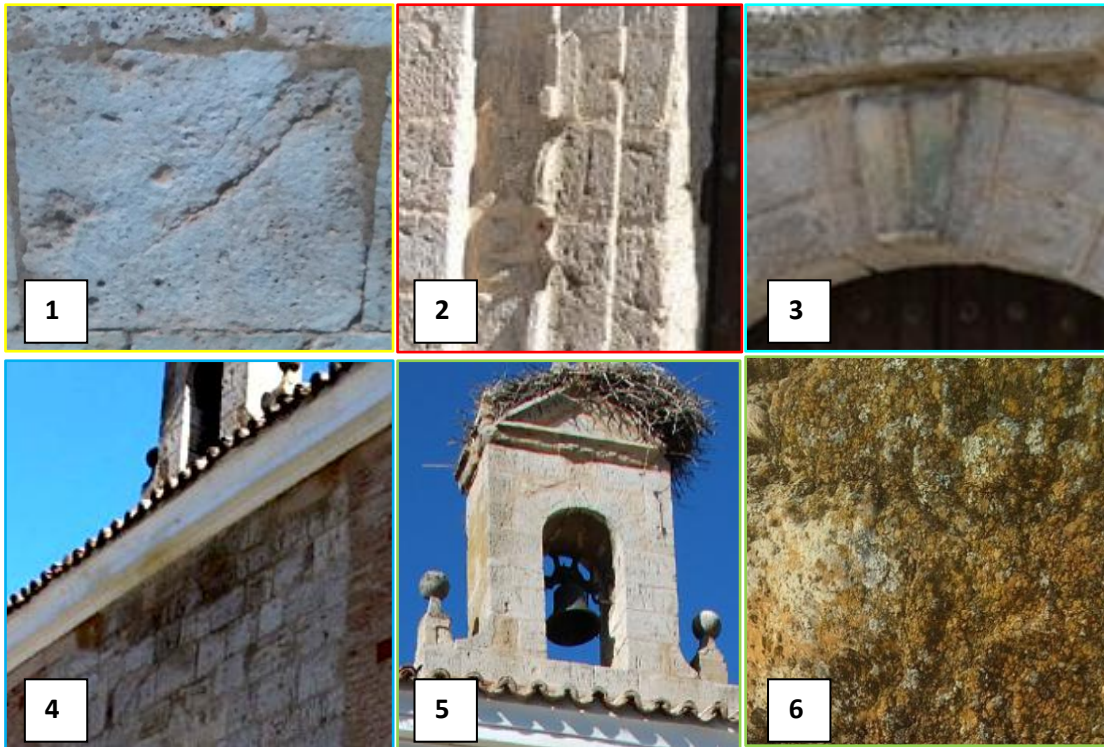


Fig.4.35. Muestra de las patologías.

#### 4.7. PUENTE ROMÁNICO

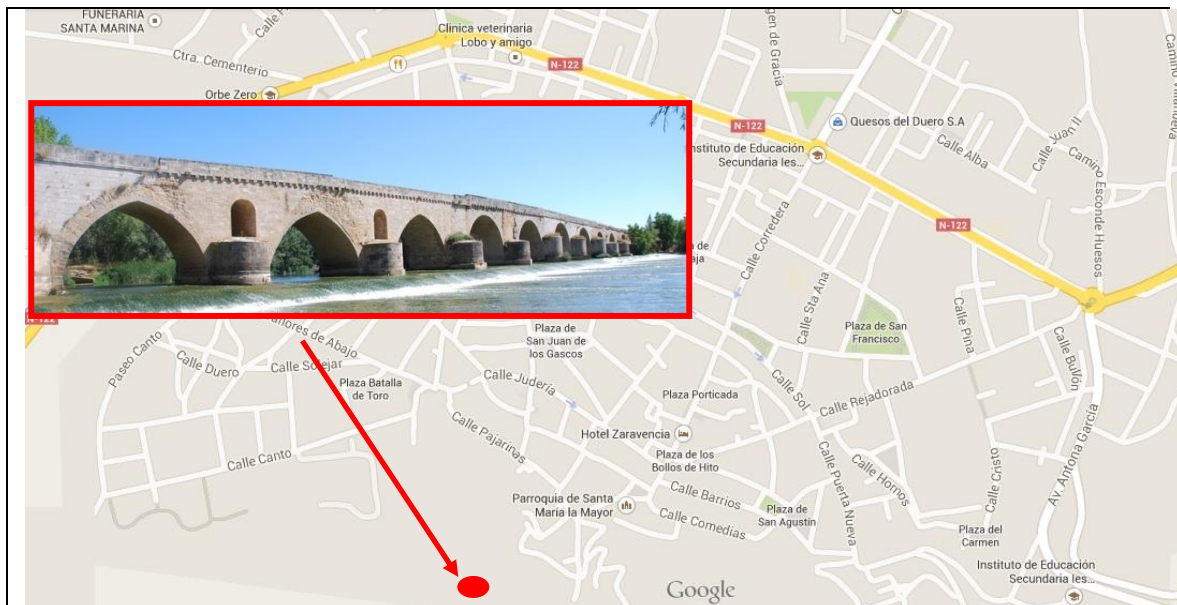


Fig. 4.36. Localización del monumento en el municipio de Toro



LITOTIPOS



Fig 4.37. Alzado Oeste puente románico. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) Esquema que destaca la caliza. b) Contraste de arenisca y caliza en el mismo ojo.

Al estar construido y reconstruido en distintas épocas la estructura del puente que está realizada en su mayoría en arenisca, en lugar de la caliza típica del páramo, que es blanca y trabaja bien con el agua, tiene partes de caliza no originales.

PATOLOGÍAS

Aguas arriba

LEYENDA

crack, fisura o fractura
laminación o desplazación
desintegración
fragmentación
descamación
erosión
perforaciones
decoloraciones
grafiti
pátina
ensuciamiento
colonización biológica

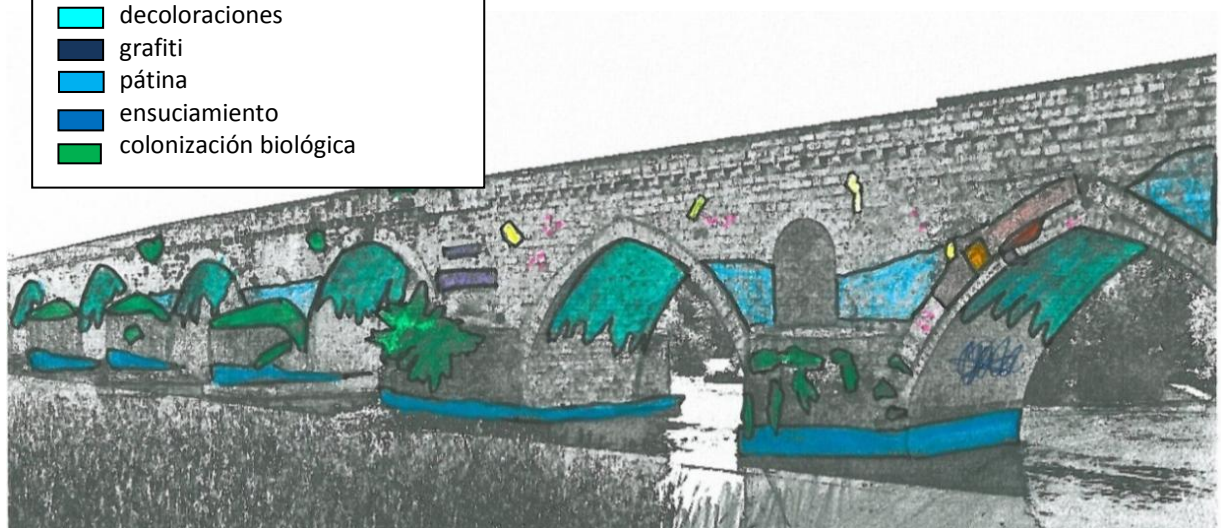


Fig.4.38. Alzado este puente románico. Patologías presentes en el monumento.



Como gran parte del puente permanece sumergido durante largos periodos de tiempo, tanto la cantidad de patologías como la gravedad de las mismas es mucho más elevada que en la mayor parte del resto de los demás movimientos.

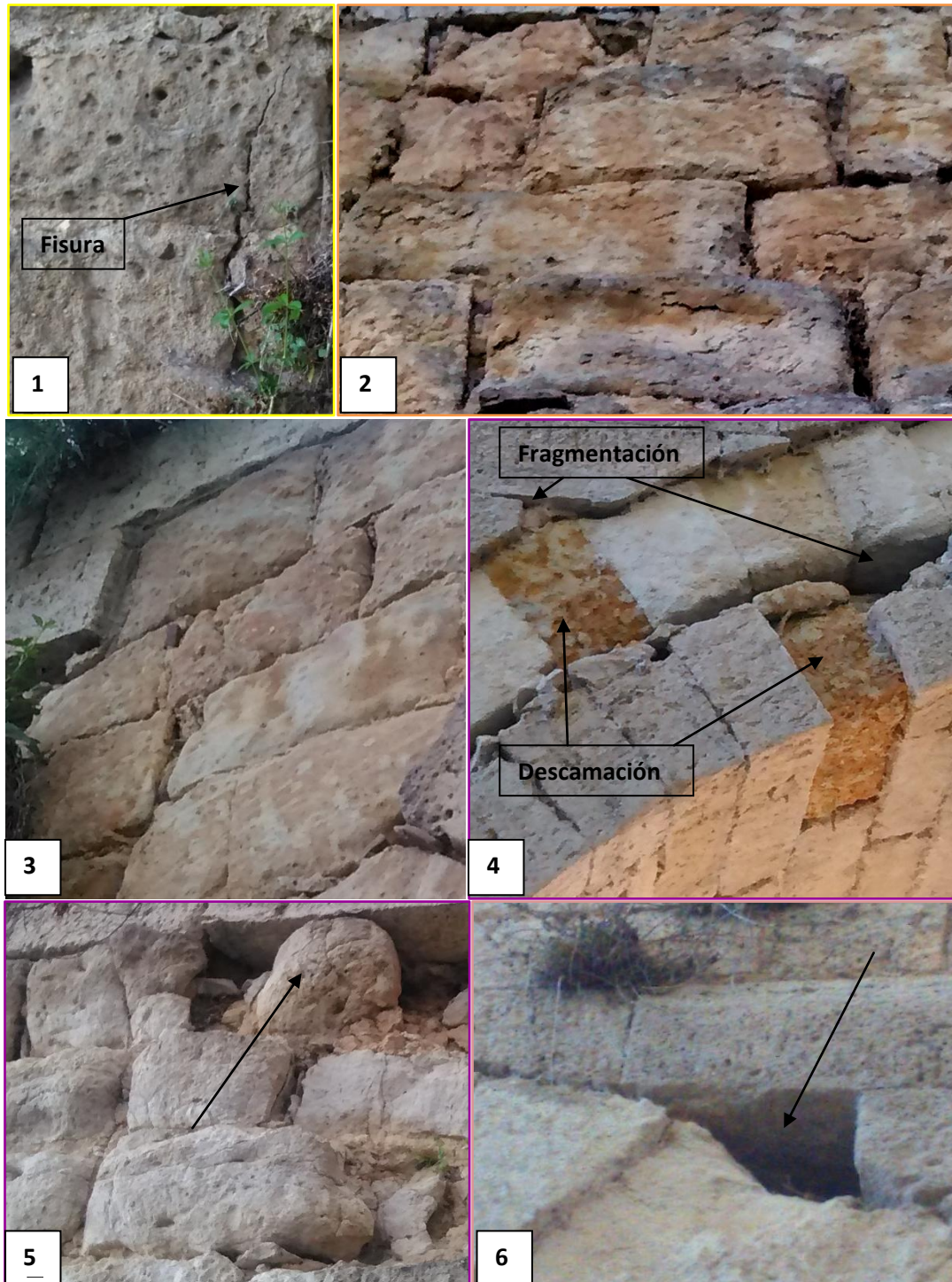


Fig.4.39. Muestra de las patologías.

En la figura 4.39.1. queremos destacar una de las múltiples fisuras que aparecen en el puente. Aunque si nos fijamos bien también podemos observar vegetación sobre la roca en la esquina inferior derecha y las pequeñas perforaciones de la roca.

Tanto en el primer como en el último ojo del puente, se aprecia la desplazación en los sillares. La desplazación de la imagen 4.39.2. se sitúa en el último ojo.

Nombrando como primer ojo (1) el que se encuentra más al norte, más próximo a la localidad y como último (24) el que se encuentra más al sur.

La arenización de las rocas (fig.4.39.3) se produce en varias zonas a lo largo del puente.

La imagen 4.39.4. muestra varias cosas en primer lugar vemos descamación en dos de los sillares, concretamente los que son de un color ocre

La imagen 4.39.5 muestra como la erosión ha redondeado los sillares de hecho hay uno tan sumamente redondeado que destaca sobre los demás. Esta imagen es un claro ejemplo de la intensidad del erosionado en esta zona. Esta imagen está recogida del ojo 24.

También encontramos ausencia parcial o missing part (fig, 4.39.6) ya que cuando la corriente en el río Duero es excesivamente fuerte puede llegar a arrastrar grandes bloques de piedra.

La imagen 4.40.1. muestra un sillar con perforaciones centimétricas

Tanto el primer como el último ojo del puente suele estar completamente vacíos durante gran parte del año, por lo que daños antrópicos como los grafitis se dan más en estos (fig.4.40.2. y 4.40.5)

En la imagen 4.40.6. podemos apreciar de forma bastante clara la pátina ocre que aparece a lo largo del puente en la parte central de la pared de este.

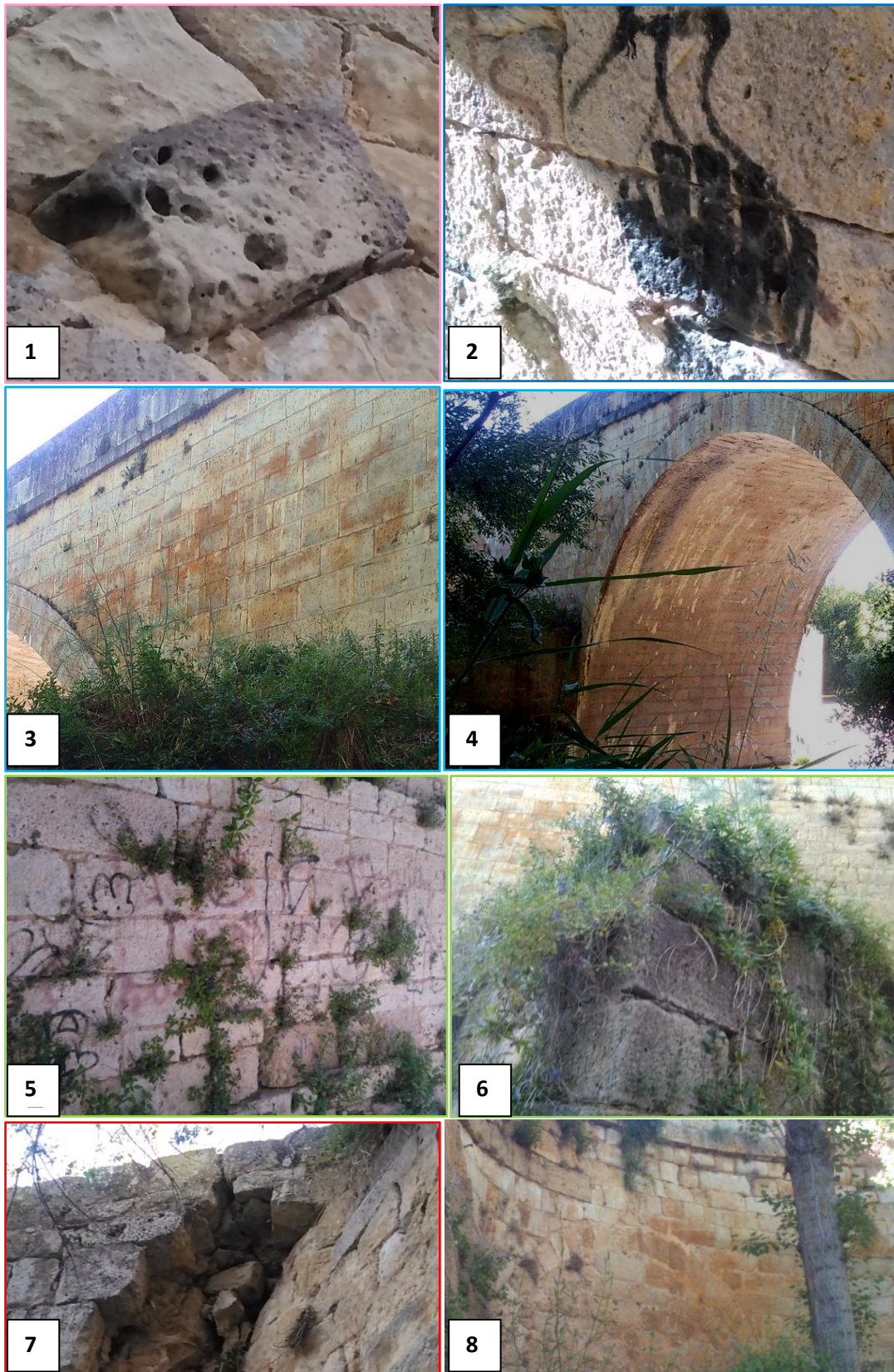
Bajo cada ojo se observa una decoloración de la arenisca (fig.4.40.4). Como es lógico, por estar en contacto con el río aparece mucha vegetación sobre la arenisca. En las imágenes 4.40.5 y 4.40.6 vemos varias muestras de ello.

En la imagen 4.40.7. encontramos ausencia parcial de elementos. En concreto vemos la ausencia de varios sillares que han sufrido un desprendimiento.

A la derecha de la imagen también puede verse la degradación de la arenisca.

En la imagen 4.40.8. se muestra un antiguo ojo del puente, actualmente ciego. En el que se puede apreciar la pátina sobre la arenisca, además de colonización biológica en la parte superior e izquierda de la imagen.





*Fig.4.40. Muestra de las patologías.*



Aguas abajo

LEYENDA









	crack, fisura o fractura
	laminación o desplazación
	desintegración
	fragmentación
	erosión
	decoloraciones
	patina
	colonización biológica



Fig.4.41. Alzado Oeste puente románico. Patologías presentes en el monumento

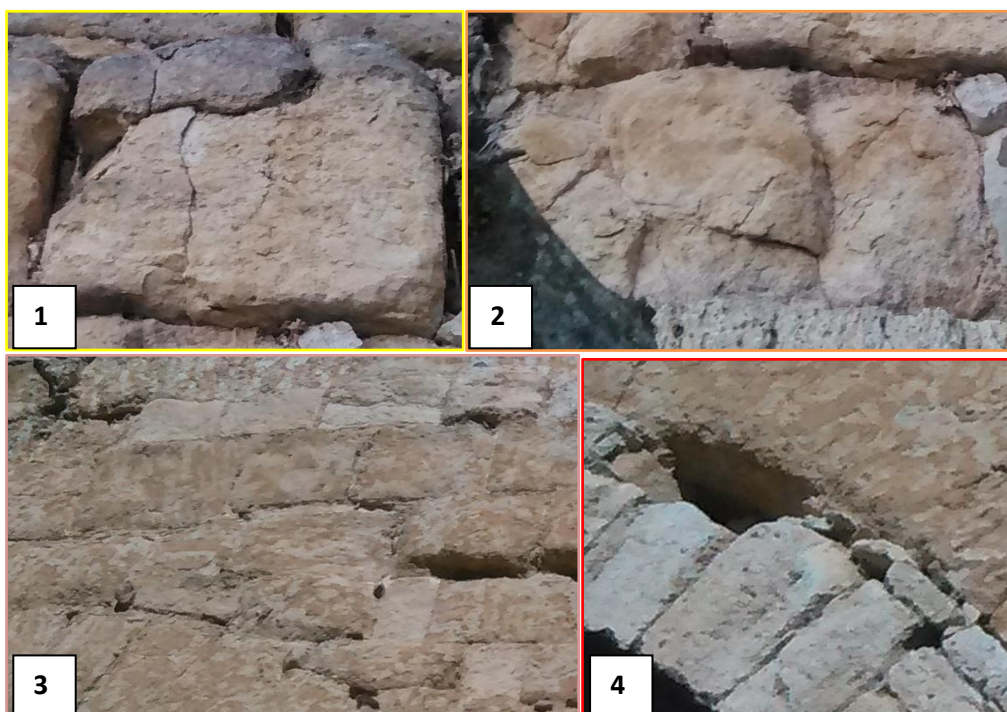


Fig.4.42. Muestra de las patologías.

La imagen 4.42.1 muestra una fisura dentro de un mismo sillar.

La desplazación se produce en varios puntos también a este otro lado del puente. La imagen 4.42.2. está localizada entre el ojo uno y dos debido a la accesibilidad pero también aparece en otros puntos aunque de forma menos intensa.



Debido sobre todo a las subidas y bajadas del caudal la desintegración de la arenisca está más presente a una altura media de la pared del puente (fig.4.42.3)

Aunque la fragmentación de la arenisca también aparece en varios puntos del puente donde es más evidente es en el punto medio de varios ojos. (fig. 4.42.4)



Fig.4.43. Muestra de las patologías.

El vaciado de sillares también aparece más a una altura media aunque entre el primer y segundo ojo se ve con mucha facilidad. (fig.4.43.1.).

Como ya se mencionó con anterioridad se produce una decoloración de la arenisca bajo los ojos (4.40.4)

La imagen 4.43.2. muestra los grafitis existentes en el último ojo, el 24.

De este lado también aparece la pátina ocre a una altura media del puente, tal y como muestra la imagen 4.43.3. En la parte inferior de esta imagen vemos como se ha desarrollado cierta vegetación en la arenisca.

La imagen 4.43. está realizada desde la parte superior del puente en febrero cuando el caudal era bastante elevado. En ella podemos apreciar líquenes, musgo y de más vegetación.

**4.8. COLEGIATA.**

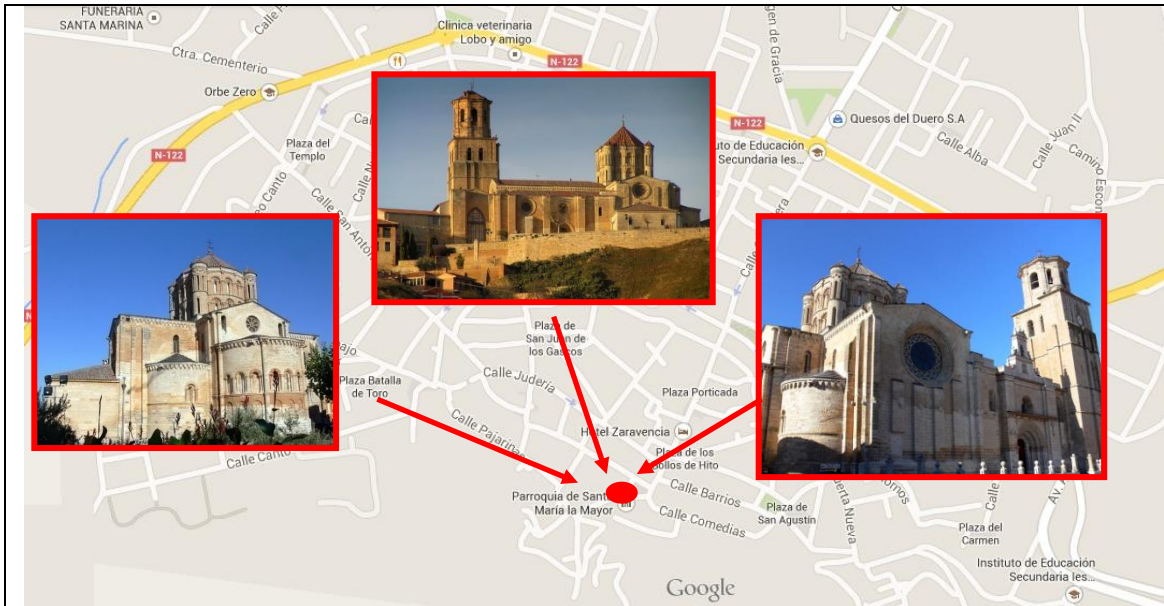


Fig.4.44. Localización del monumento en el municipio de Toro

**Alzado Este**

**LITOTIPOS**



- Caliza tipo "Campaspero"
- Arenisca (PALEOGENO)
- Granito silicificado



Fig. 4.45. Alzado Este Colegiata. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a y b) Arenisca en las ventanas y arcos del ábside meridional de la Colegiata c y d) Macetones en granito silicificado e) Cimborrio en Caliza f) Detalle de la Caliza



La iglesia Santa María la Mayor también conocida como Colegiata de Toro está compuesta en su mayor parte por caliza bioclástica algo oquerosa en tonos beige del Mioceno muy similar a la caliza de Campaspero, exceptuando algunos macetones de la entrada principal en granito silicificado destacados en rojo en la figura (Fig.4.45) y los dinteles, la hornacina y algunas partes destacadas en el plano en color amarillo (Fig. 4.45) son de una arenisca de grano medio y fino en tonos beige y rojizos jaspeados, perteneciente al paleógeno.

#### PATOLOGÍAS

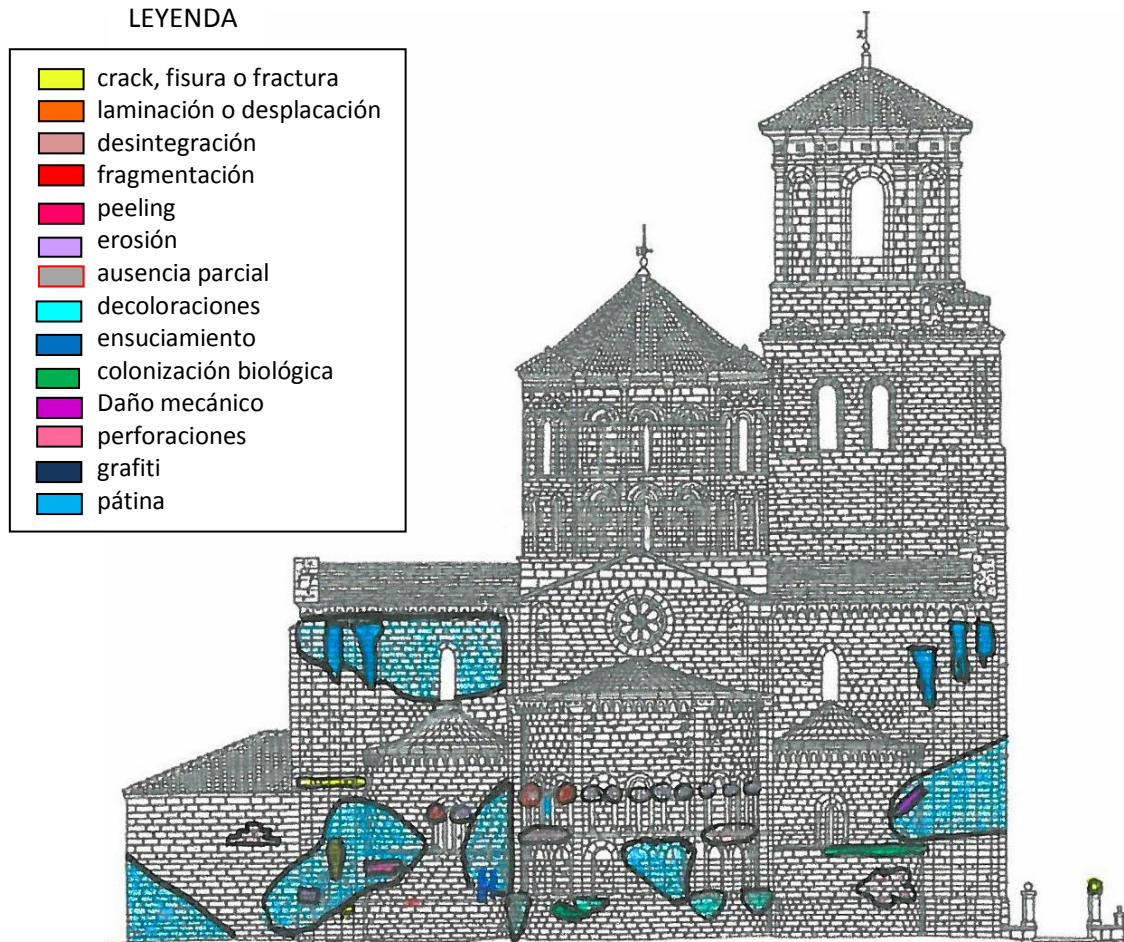


Fig. 4.46. Alzado Este Colegiata. Patologías presentes en el monumento.

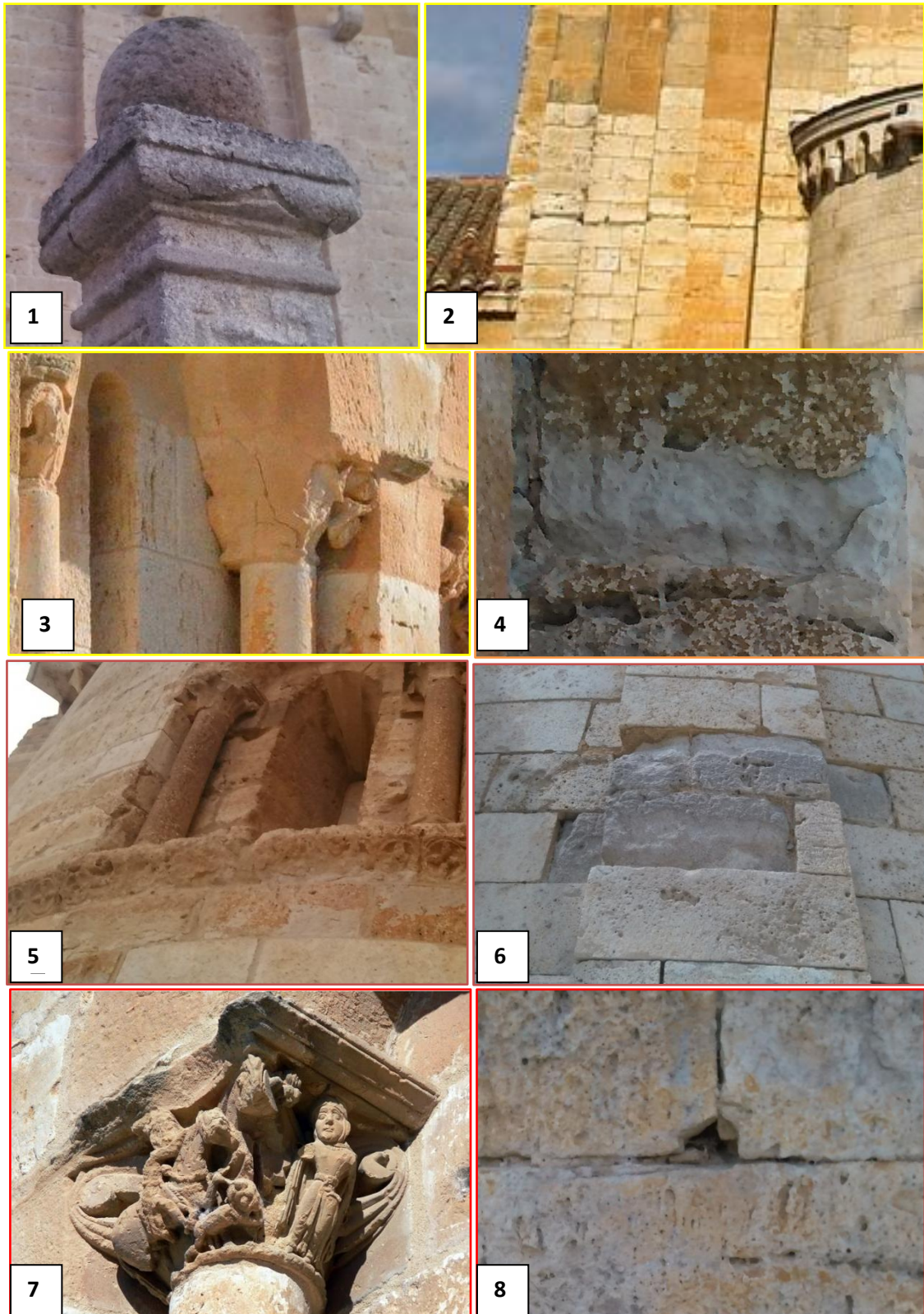
La colegiata es el monumento de más envergadura de la ciudad y además el que más variedad de patologías nos proporciona. Esto es debido en parte porque podemos acceder a distintos alzados y no sólo a la fachada como ocurre en otras edificaciones aquí expuestas.

A continuación vemos imágenes de las patologías indicadas:

Las imágenes 4.47.1.; 4.47.2. y 4.47.3 muestran fisuras en los tres tipos de roca que conforman la estructura.

En la imagen 4.47.1. se muestra una fractura en el granito silicificado de uno de los macetones de la entrada que puede ser apreciado tanto desde el alzado Este como desde el Norte. La imagen 4.47.2. muestra una fisura transversal de gran longitud que atraviesa varios sillares de

caliza. Debido a su gran longitud se aprecia a una distancia considerable.. La imagen 4.47.3 muestra una fisura en la arenisca que forma los capiteles del ábside meridional.



*Fig.4.47. Muestra de las patologías.*

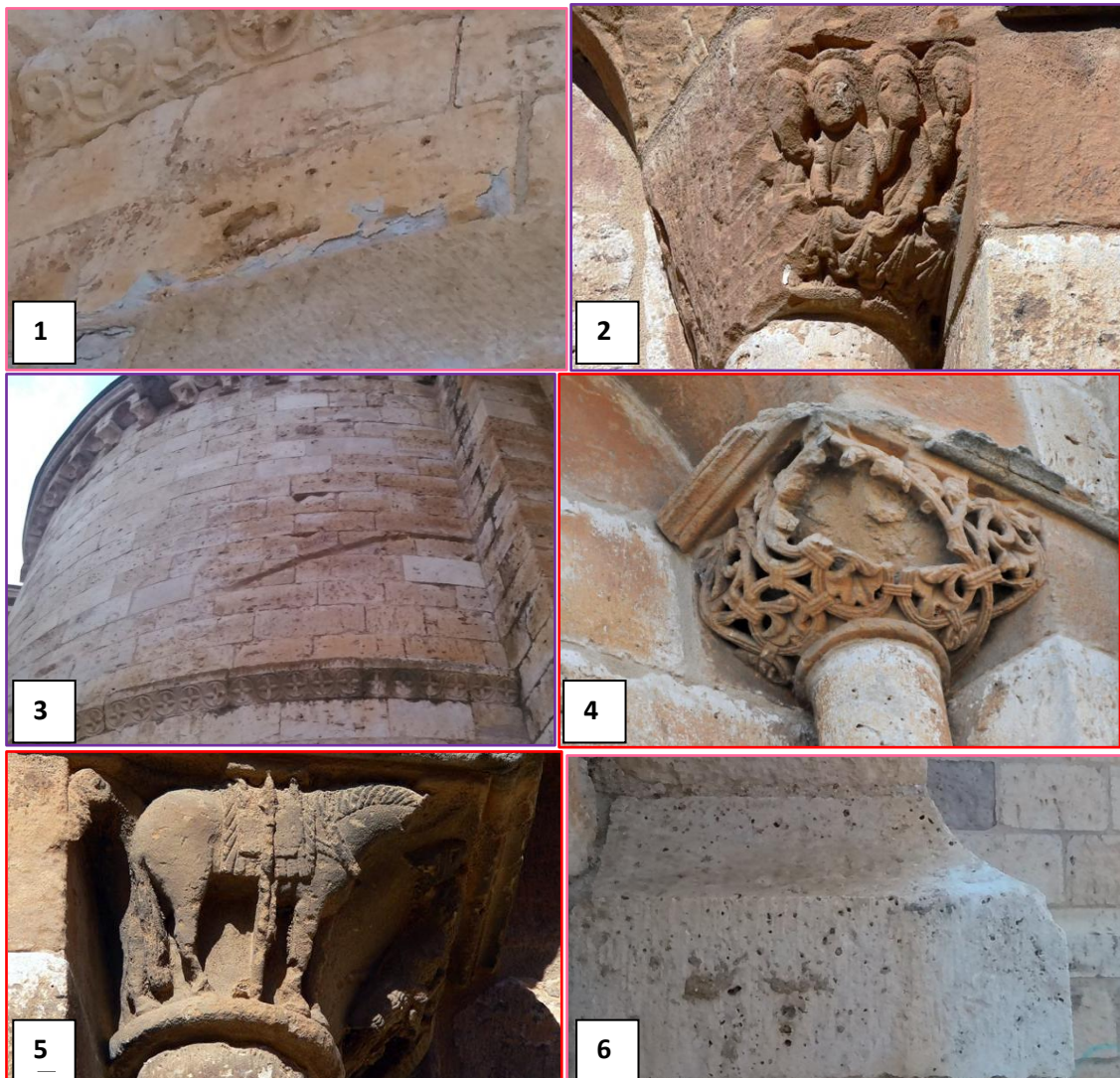


En la segunda columna de la izquierda encontramos desplazación de la caliza (fig.4.47.4.)

En la imagen 4.47.5 vemos la degradación de la arenisca en el ábside meridional.

El vaciado de sillares de caliza aparece en la imagen 4.47.6.

En la imagen 4.47.7y 4.47.8. tenemos unos ejemplos de fragmentación. Una fragmentación de la arenisca sobre todo en los capiteles-(4.47.7) y una fragmentación en la unión de dos sillares de caliza



*Fig.4.48. Muestra de las patologías.*

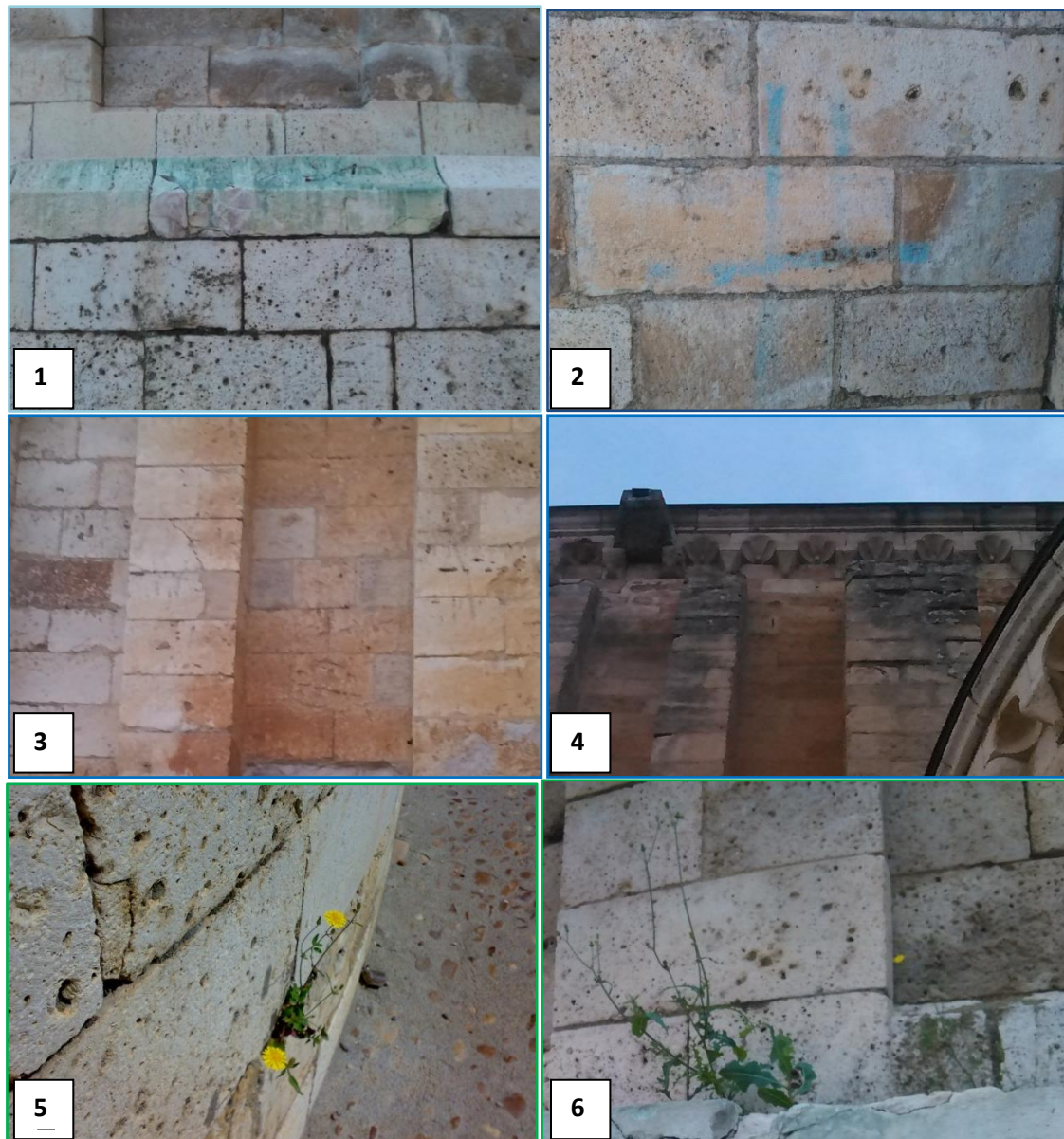
Encontramos un claro ejemplo de peeling en la caliza de la pared bajo la cenefa del ábside central. (4.48.1)

La erosión se evidencia de forma más intensa en la arenisca sobre todo en la ornamentación de la misma, en puntos como en los capiteles (fig.4.48.2).

En el ábside septentrional aparecen daños mecánicos producidos por un antiguo tejadillo (fig.4.48.3).

Ausencia parcial o missing part también es más evidente en la arenisca de las decoraciones de los capiteles. En el ejemplo 4.48.4 vemos la ausencia de parte del entramado del capitel y el 4.48.5. la usencia de la cabeza del caballo.

La figura 4.48.6 muestra pequeñas perforaciones en la caliza de los mismos sillares.



*Fig.4.49. Muestra de las patologías.*

En la parte superior del zócalo de caliza del ábside central encontramos decoloración. Tinción debida a compuestos de cobre procedentes de los canalones de las gárgolas ( fig.4.49.1).

En la mitad inferior del ábside meridional hay un grafiti (fig.4.49.2).



La pátina dorada que caracteriza este monumento (fig.4.49.3) se da tanto en la caliza como en la arenisca.

El ensuciamiento por humedad se produce en la parte superior de las columnas(fig.4.49.4).

La colonización biológica está representada por líquenes en la caliza en la parte más al norte del ábside septentrional y por vegetación desarrollada sobre la caliza del ábside central (fig4.49.5 y 4.49.6).

### Alzado Sur

#### LITOTIPOS

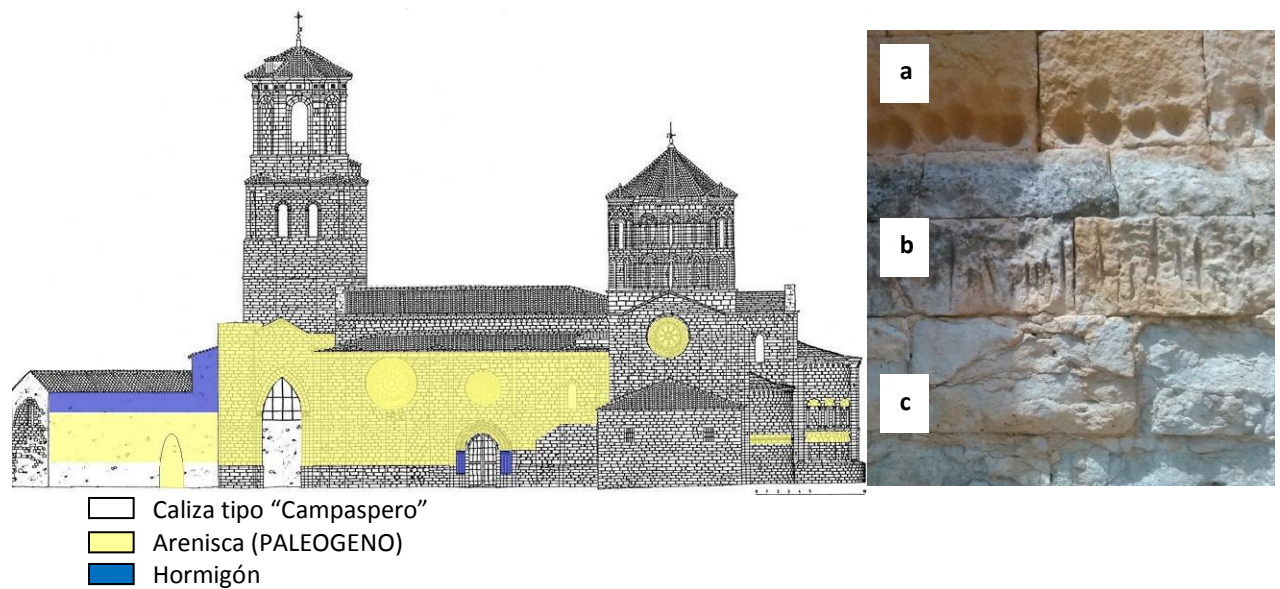


Fig.4.50. Alzado Sur Colegiata. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a y b) Arenisca c) Caliza

Este alzado es el que más arenisca presenta (en amarillo). Además tiene como peculiaridad que parte de la caliza que lo conforma ha sido sustituida por hormigón (en azul) el resto de la construcción está realizada en la caliza anteriormente mencionada.

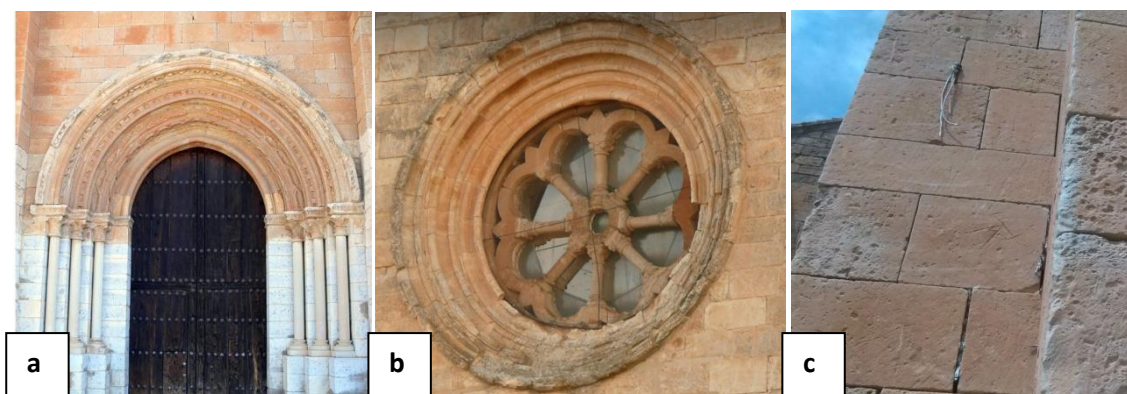


Fig.4.51. a) Puerta Sur. Caliza en el zócalo, hormigón en las columnas, arenisca el resto; b) Rosetón en arenisca c) Pared en arenisca



PATOLOGÍAS

LEYENDA

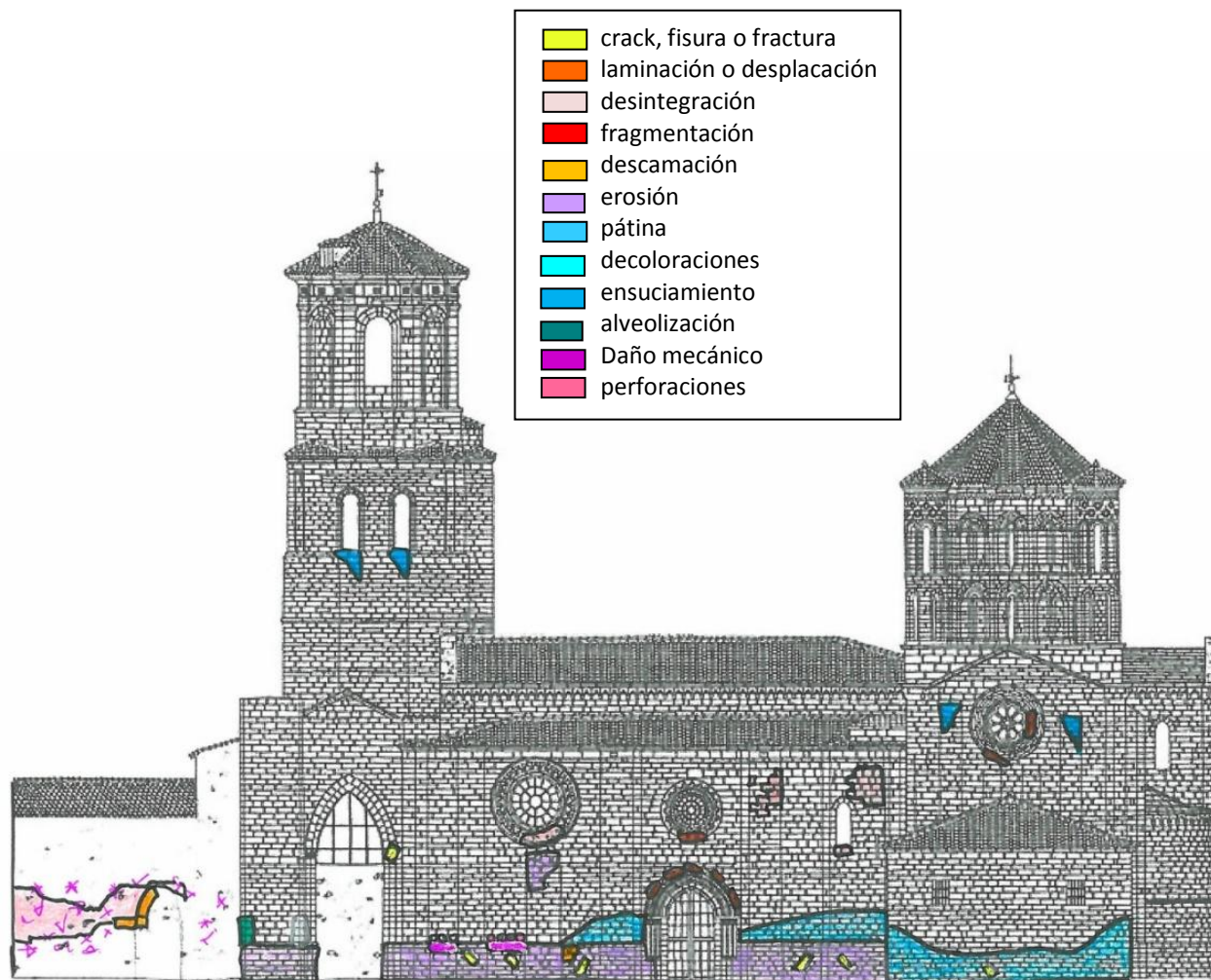


Fig. 4.52. Alzado Sur Colegiata. Patologías presentes en el monumento

Las figuras. 4.53.1 y 4.53.2. muestran fracturas en arenisca y caliza. La fotografía 4.53.1, una fisura en arenisca que atraviesa el cuello de la imagen, se sitúa en la esquina superior derecha del ventanal izquierdo. Y la fotografía 4.53.2. , una fractura en la esquina de un sillar de caliza, en el zócalo.

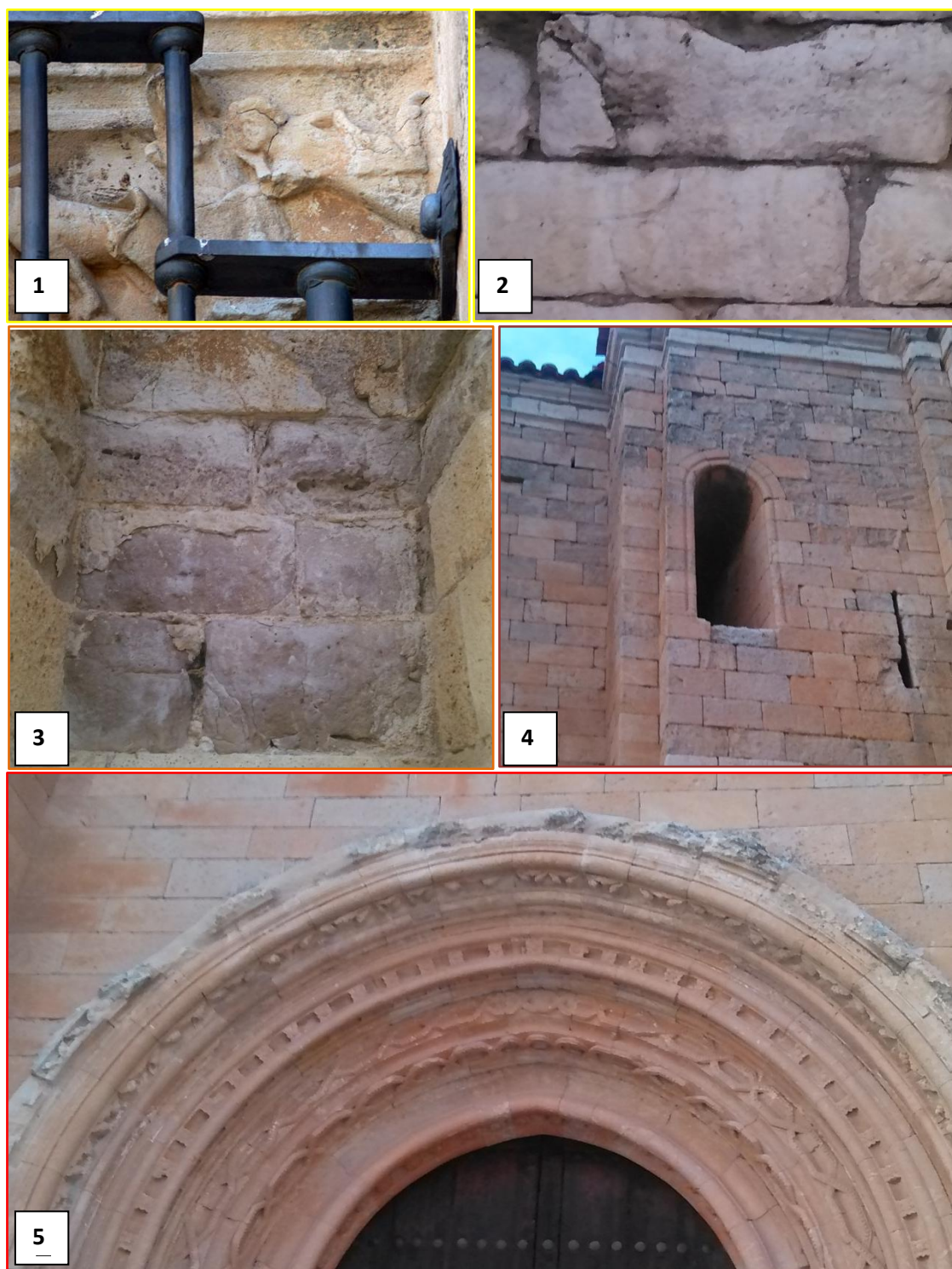
La imagen 4.53.3. muestra desplazación en la caliza del zócalo

Mostramos como bajo el ventanal derecho se produce degradación de la arenisca (fig.4.53.4)

Sobre la portada aparecen varias fracturas en la caliza de la hornacina(fig. 4.53.5), al igual que los rosetones (fig.4.54.1 y 4.54.2)

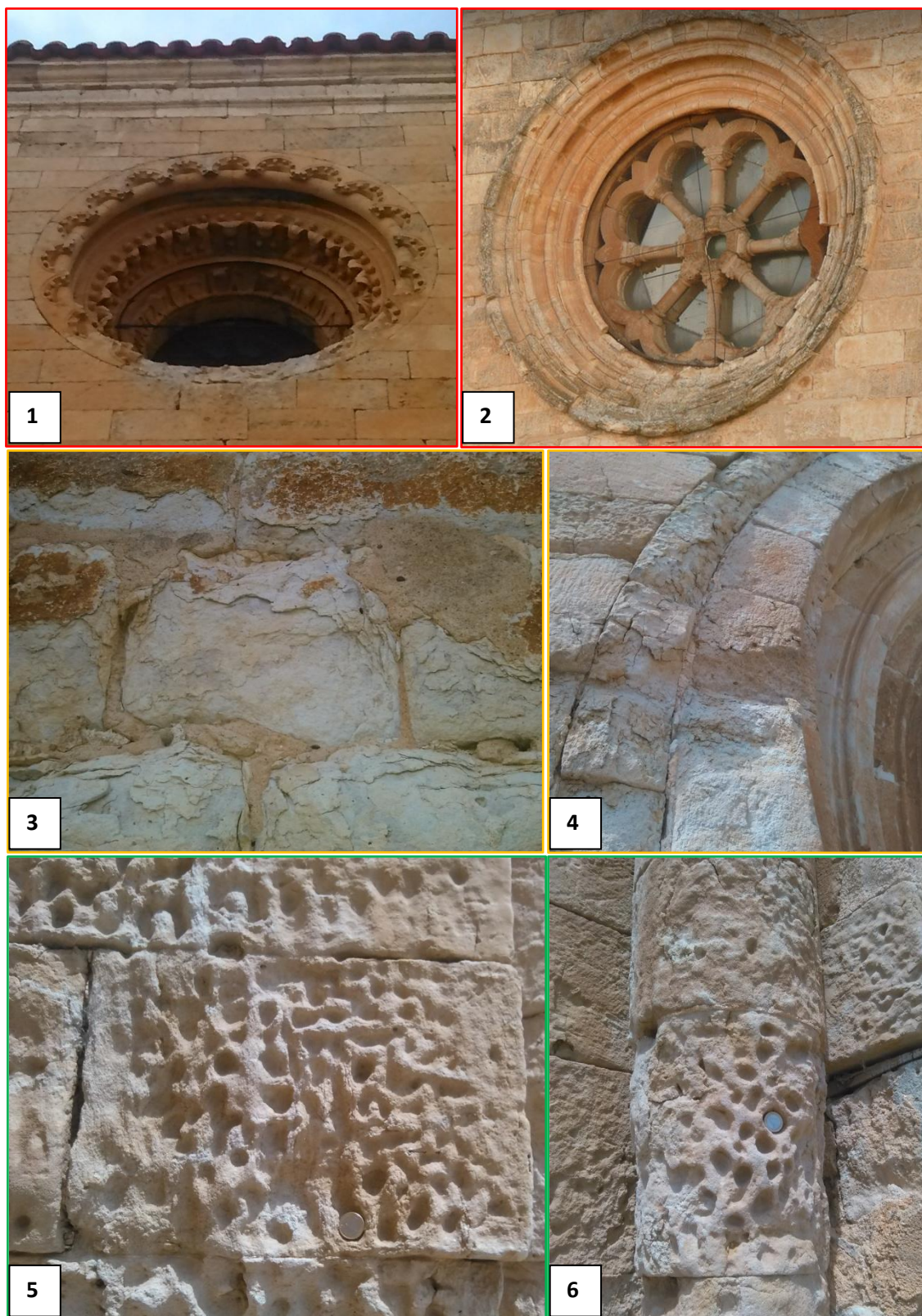
Las imágenes 4.54.3.y 4.54.4 muestran una gran descamación de la arenisca. Estas fotos pertenecen a la parte izquierda del alzado Sur.

En este alzado de esta iglesia encontramos una de las patologías más llamativas a mi modo de ver. Una alveolización muy acusada en la arenisca.(fig.4.54.5 y 4.54.6).



*Fig.4.53. Muestra de las patologías.*





*Fig.4.54. Muestra de las patologías.*





*Fig.4.55.. Muestra de las patologías.*

La figura 4.55. muestra la pátina de ensuciamiento en las columnas del alzado Sur.

La erosión produce un redondeamiento de los sillares de caliza que forman el zócalo de la Colegiata (fig.4.56.1 y 4.56.2.).

En las figuras 4.56.3y 4.56.4 vemos muestras de daño mecánico. En la 4.56.3 marcas de cantería en la arenisca y en la 4.56.4. incisiones en la arenisca.

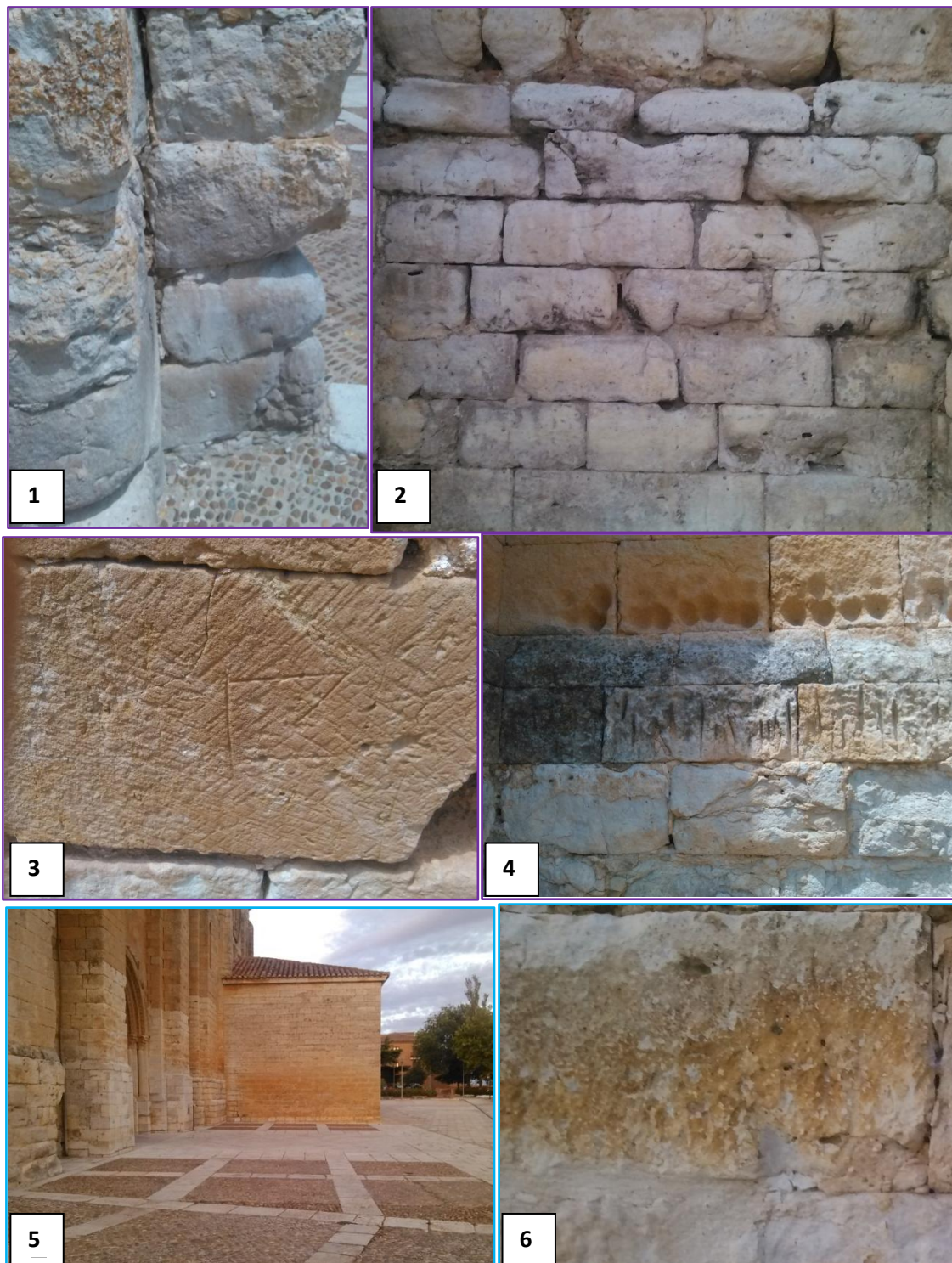
Las perforaciones que aparecen en la arenisca sobre las incisiones antrópicas en la imagen 4.56.4. también pueden considerarse daño mecánico.

Esta imagen también nos permite ver de forma bastante clara la desplazación en la caliza del zócalo.

Las imágenes 4.56.5. y 4.56.6 son ejemplos de la pátina dorada.

La imagen 4.56.5 muestra como se ve a distancia, recubriendo la parte inferior de la pared. Esta vista es desde el lado Oeste.

La imagen 4.56.6 muestra la pátina dorada a detalle sobre la caliza.



*Fig.4.56. Muestra de las patologías.*

LITOTIPOS

Alzado Norte

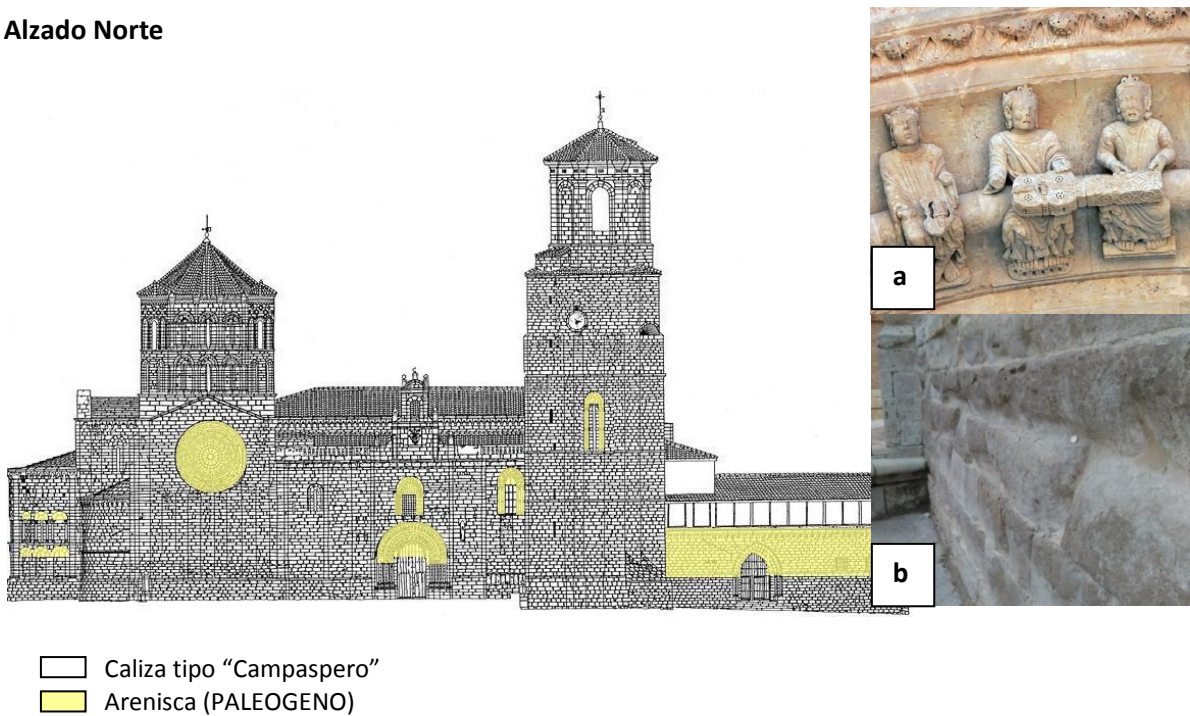


Fig.4.57. Alzado Norte Colegiata. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) Arenisca y b) Caliza

La parte derecha de este alzado está formada en su mayoría por arenisca al igual que el rosetón y los ventanales. El resto es piedra caliza.

Aunque en el esquema no se muestran, en el exterior de la colegiata encontramos unos macetones. La mayor parte de ellos de granito silicificado.

PATOLOGÍAS

LEYENDA

crack, fisura o fractura
blistering
desintegración
fragmentación
peeling
erosión
ausencia parcial
pátina
ensuciamiento
colonización biológica
Daño mecánico
perforaciones
descamación





*Fig. 4.58. Alzado Norte Colegiata. Patologías presentes en el monumento.*

Las imágenes 4.59.1 y 4.59.2 muestran fisuras en calizas.

La imagen 4.59.3. muestra una fractura en un macetón de granito siguiendo una falla preexistente dentro de la pieza. Aunque lo que resulta más evidente en este macetón es la fragmentación de la parte superior del granito que lo forma. Esta misma fragmentación se muestra en la imagen 4.60.1.

En la arenisca junto a la puerta derecha vemos una patología que se caracteriza por formar unas pequeñas burbujitas. Esta patología es denominada como Blistering ( fig.4.59.5 y 4.59.6).

En la imagen 4.60.2. se muestra la fragmentación localizada en la repisa de la torre bajo el reloj.

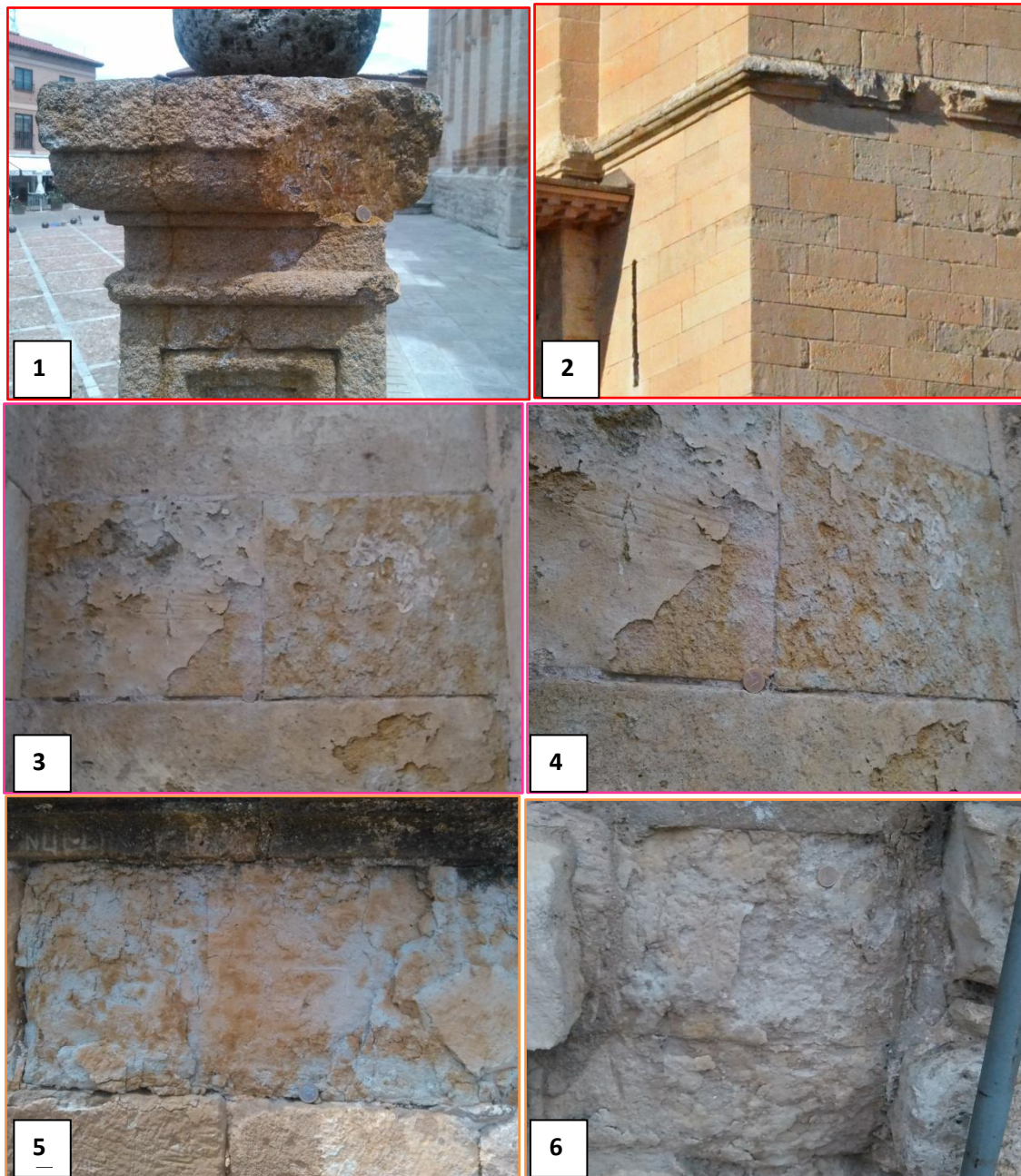
El peeling se puede ver también de forma clara en la arenisca de la parte inferior de la torre (fig.4.60.2 y 4.60.3).

En los capiteles de la puerta derecha se produce desintegración de la arenisca. (4.60.4) . Sobre ellos se produce descamación, pero debido a la altitud no se puede mostrar bien. Esta descamación se ve de forma muy clara en la arenisca del lado izquierdo de la misma puerta (fig.4.60.5 y 4.60.6).



*Fig.4.59. Muestra de las patologías*





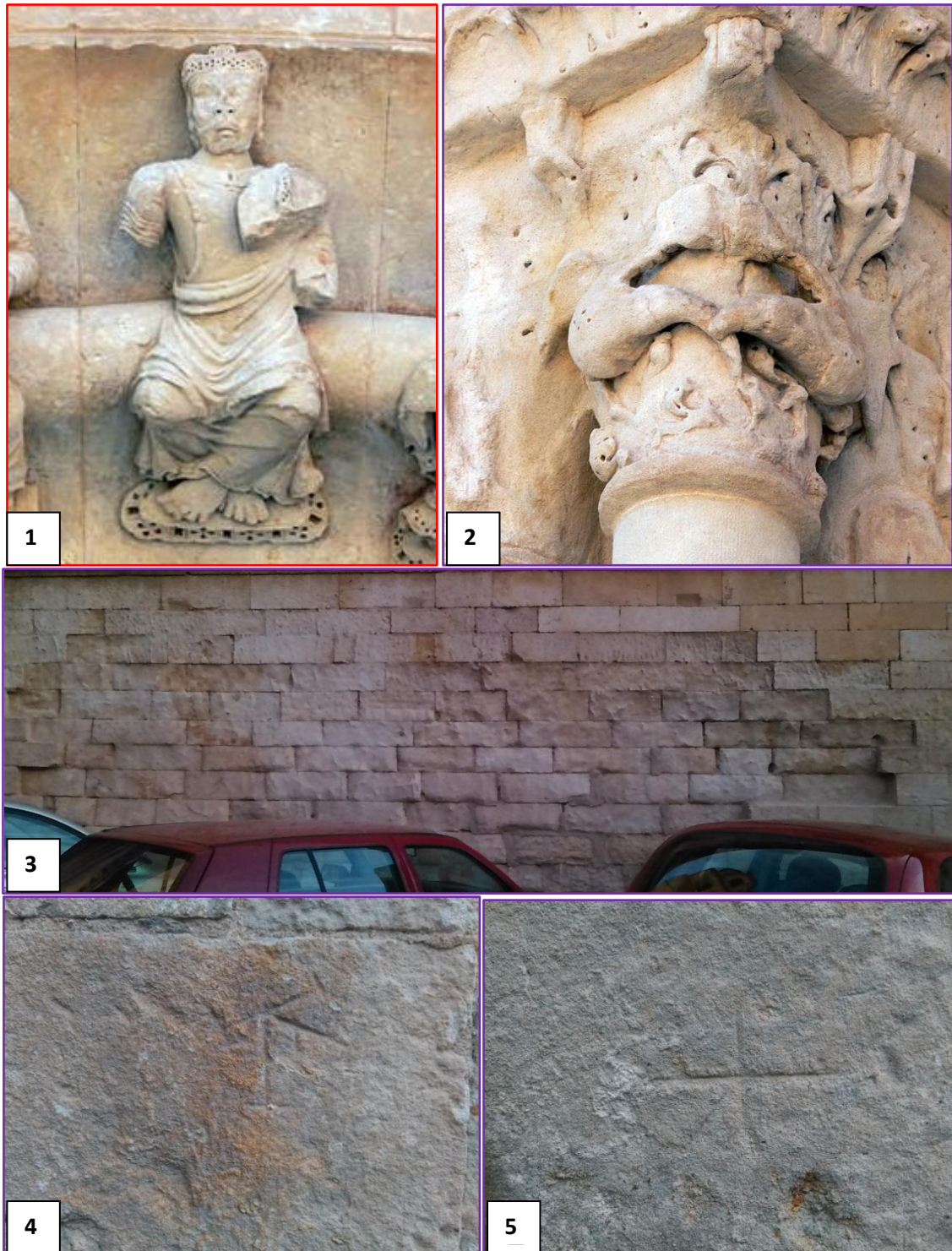
*Fig.4.60. Muestra de las patologías*

En la arenisca de la portada principal vemos la llamada ausencia parcial, ya que en varios de los famosos músicos que conforman este pórtico carecen de partes completas de ellos. En la imagen 4.61.1. vemos la ausencia de los brazos y del instrumento.

Un claro ejemplo de cómo afecta la erosión a la arenisca lo encontramos también en la portada principal, en los capiteles que se desdibujan (fig.4.61.2). Sus efectos sobre la caliza del zócalo provocan un redondeamiento de los sillares de caliza que forman el zócalo (4.61.3).

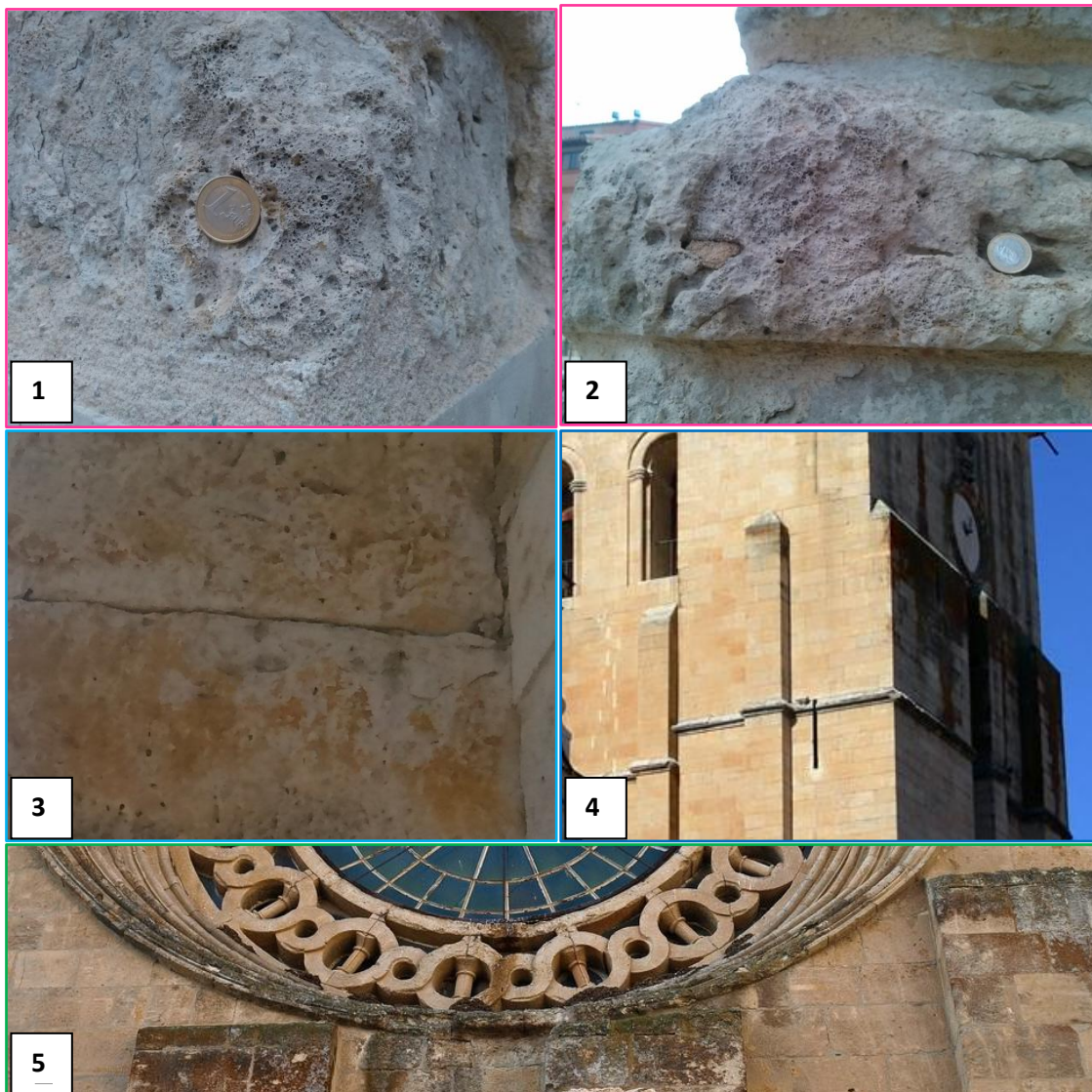


Las muestras 4.61.5. y 4.61.6. exponen las marcas de cantería sobre la arenisca en la pared derecha. Que son consideradas como un daño mecánico.



*Fig.4.61. Muestra de las patologías*





*Fig.4.62. Muestra de las patologías*

Las imágenes 4.62.1 y 4.62.2. se localizan junto a la portada principal, en concreto, en la esquina derecha a la altura de la repisa. En ellas se observan unas muy pequeñas perforaciones.

La imagen 4.62.3. muestra en detalle la pátina dorada cubriendo la caliza.

Aparece pátina de ensuciamiento bajo el reloj (fig.4.62.4) y en las columnas de la izquierda

La colonización biológica viene representada por líquenes bajo el rosetón en las columnas de la izquierda (fig.4.62.5)



Aunque el estudio realizado en este trabajo está enfocado a estudiar las partes externas de los monumentos, no podemos dejar de destacar uno de los mayores reclamos turísticos de la ciudad, el pórtico de la Gloria o Pórtico de su Majestad.

Pórtico de la Majestad es un elemento arquitectónico religioso, que constituye la antigua puerta principal de la Colegiata de Santa María la Mayor. Y se encuentra en el interior de ésta siendo la puerta del mediodía del edificio.

La importancia del Pórtico de la Majestad no radica en la belleza de los elementos con los que cuenta, que también, sino en que es uno de los pocos que conserva la policromía original

La portada de la Majestad, aparte de labores de restauración de su policromía, no ha sufrido alteraciones de otro tipo.



*Fig.4.63. Portico de la Gloria en el interior de la Colegiata*



### 4.9. MONASTERIO DE SANTA SOFÍA

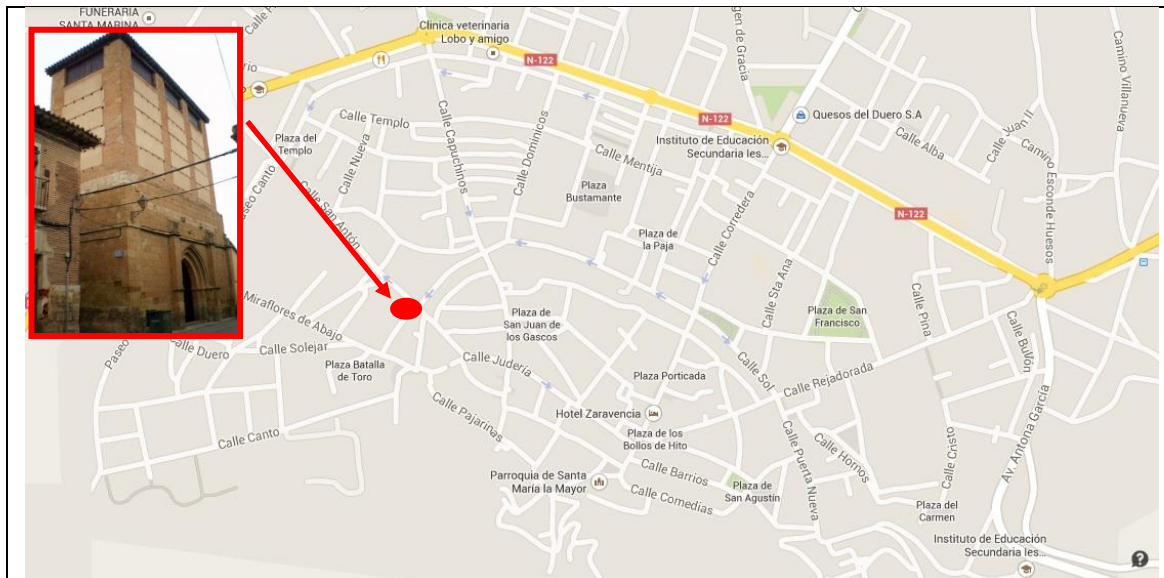


Fig. 4.64. Localización del monumento en el municipio de Toro

### LITOTIPOS

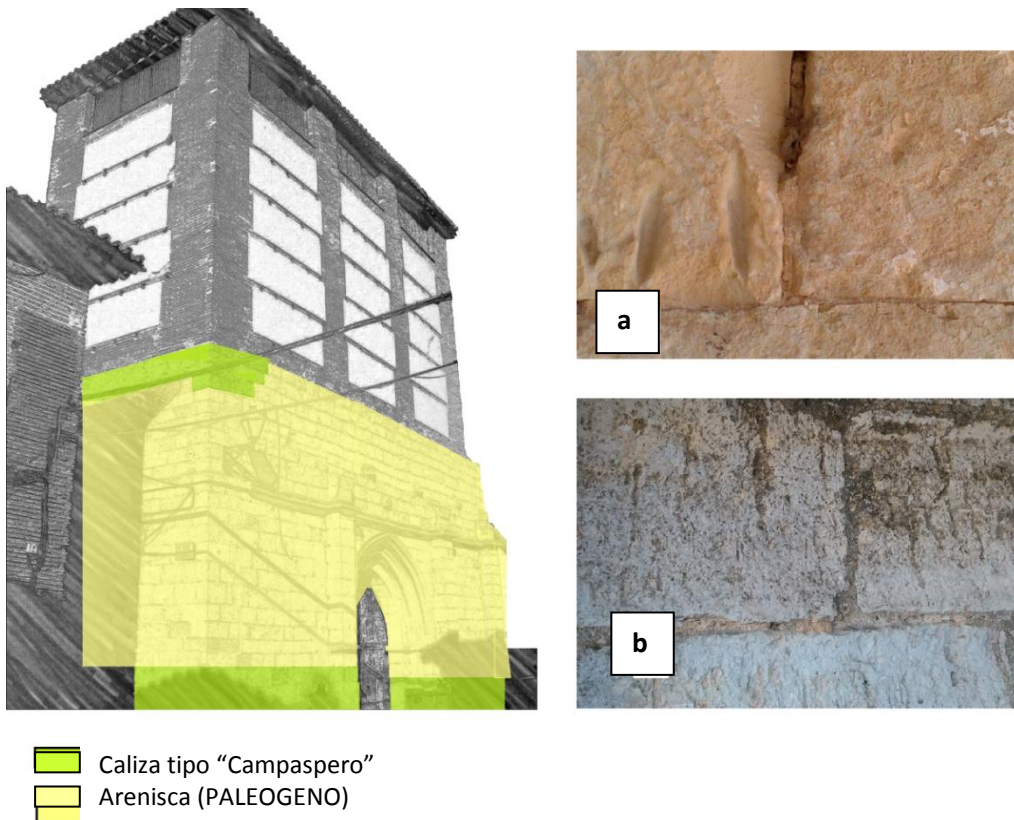


Fig.4.65. Alzado SurEste monasterio de Santa Sofía. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a )Detalle de la arenisca b) Detalle de la caliza

La mayor parte de la mitad inferior de la de la torre del monasterio está fabricada en arenisca de grano fino y medio de color ocre (fig.4.65.a) con zócalo y algunas piezas en la mitad de la torre marcadas en verde en el esquema (fig.4.65) en caliza oquera grisácea (fig. 4.65.b)

PATOLOGÍAS

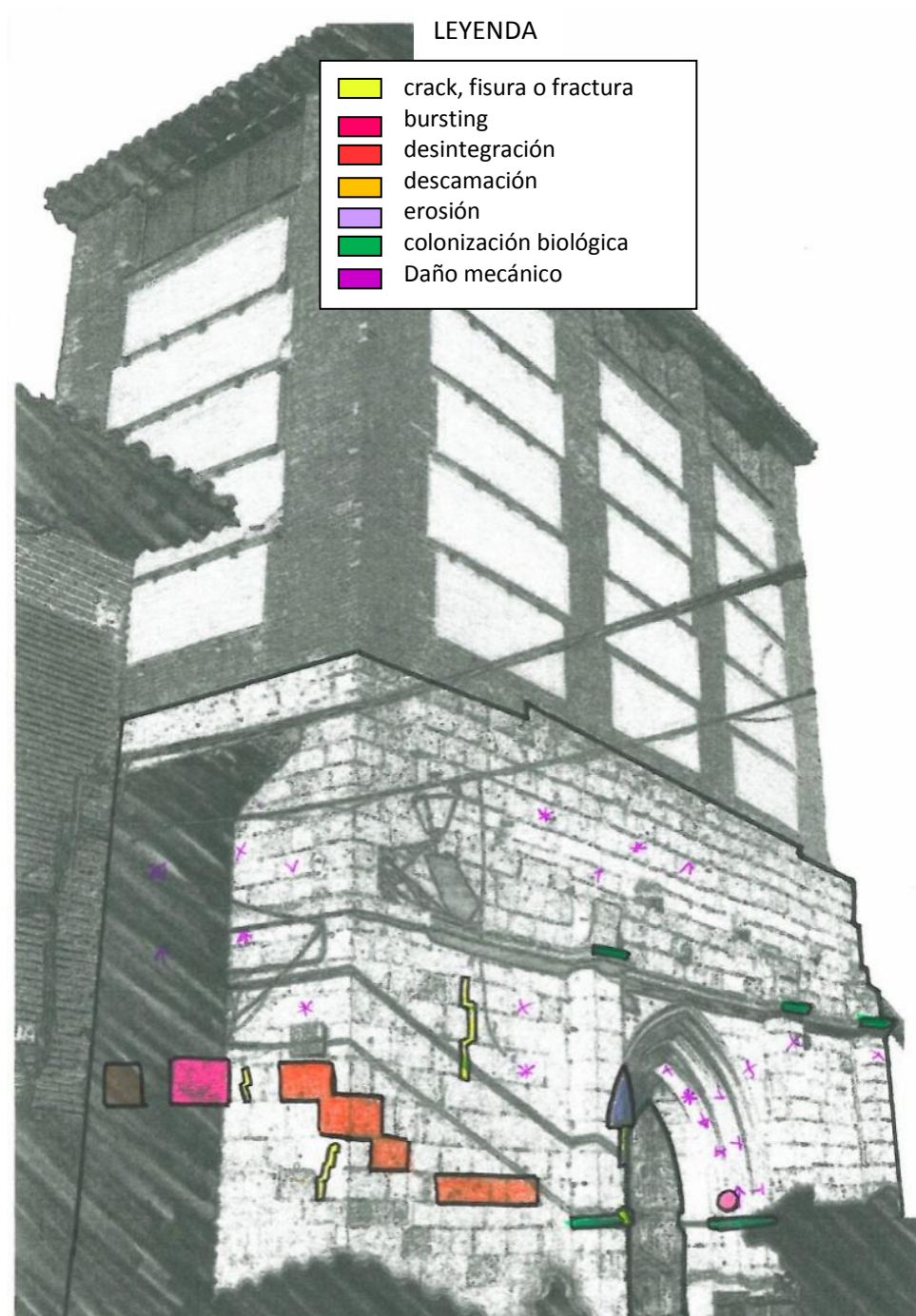
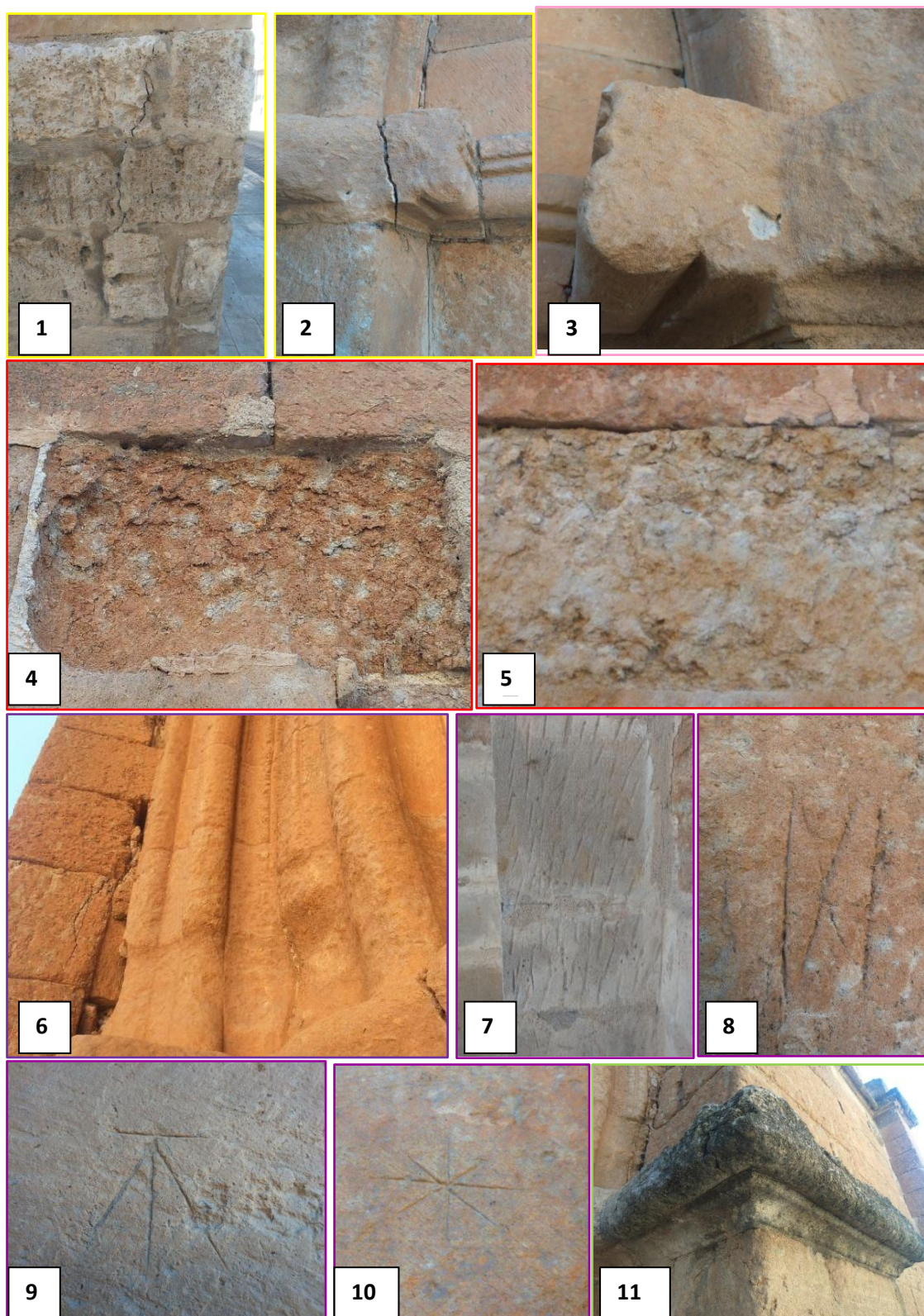


Fig. 4.66.. Alzado SurEste monasterio de Santa Sofía. Patologías presentes en el monumento.)





*Fig.4.67. Muestra de las patologías.*



Las imágenes 4.67.1 y 4.67.2. son ambas ejemplos de fisuras.

La 4.67.1 muestra una fisura que atraviesa varios sillares de caliza, está localizada en el lateral izquierdo de la estructura. Y la 4.67.2. una en arenisca, ésta en concreto está al lado izquierdo de la puerta.

Un ejemplo de bursting en arenisca lo tenemos junto a la puerta, al lado derecho (fig.4.67.3).

La imagen 4.67.4. muestra el vaciado de un sillar provocado por la descamación (fig.4.67.5.) de la arenisca.

La erosión ha producido una hendidura casi circular en la arenisca del lateral izquierdo de la puerta (fig.4.67.6).

Las muestras 4.67.7, 4.67.8, 4.67..9 y 4.67..10. evidencian el daño mecánico.

En la figura 4.67.7. aparecen incisiones antrópicas en la caliza y en las otras tres marcas de cantería.

En la repisa sobre la puerta, en las esquinas se desarrollan líquenes sobre la repisa.4.67.8.

#### 4.10. PALACIO DE BUSTAMANTE

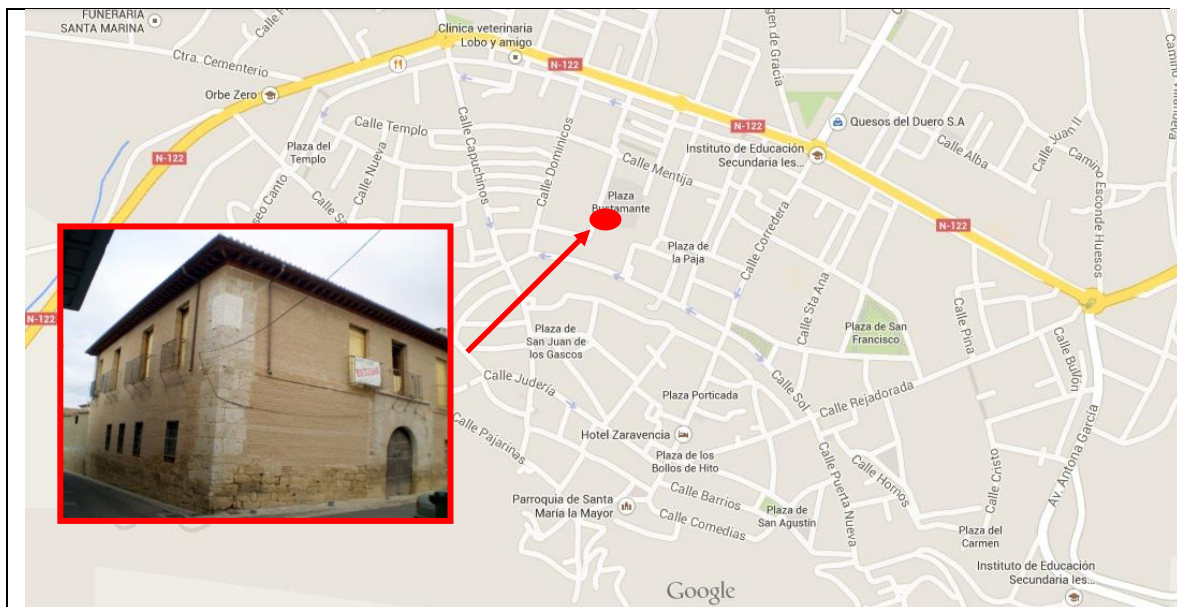
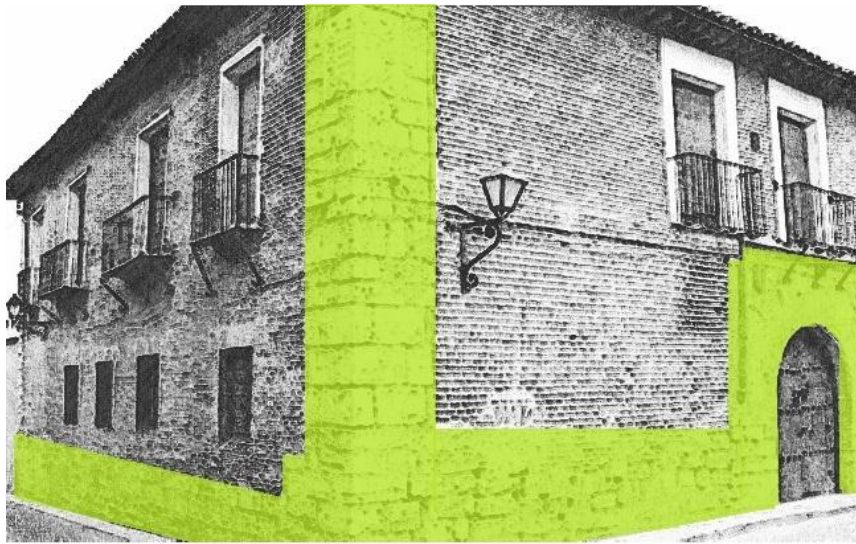


Fig. 4.68.. Localización del monumento en el municipio de Toro

LITOTIPOS



Caliza tipo "Campaspero"

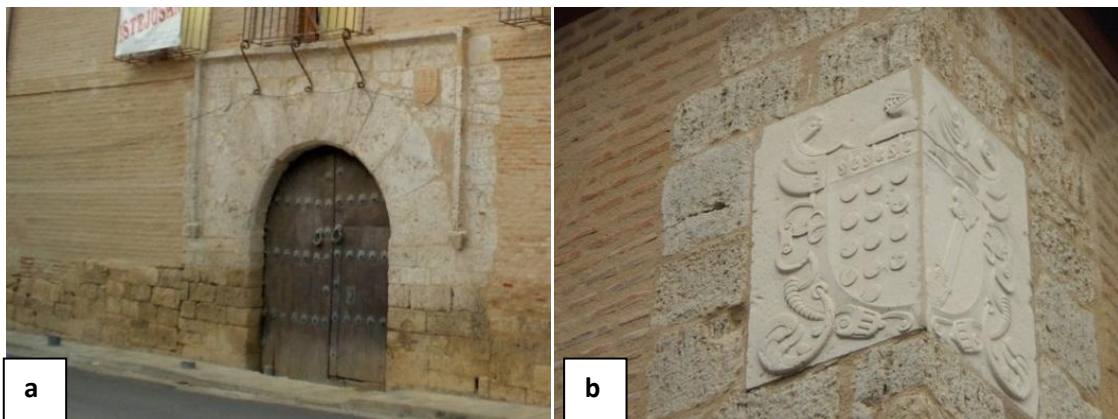


*Fig.4.69. Alzado SurEste Palacio de Bustamante. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a )Portada con zócalo en caliza. b) Escudo en caliza*

En este palacio solo hay un tipo de roca reseñable que es la caliza de color ocre que se encentra tal y como se muestra en el esquema (fig. .4.69.) en color verde.

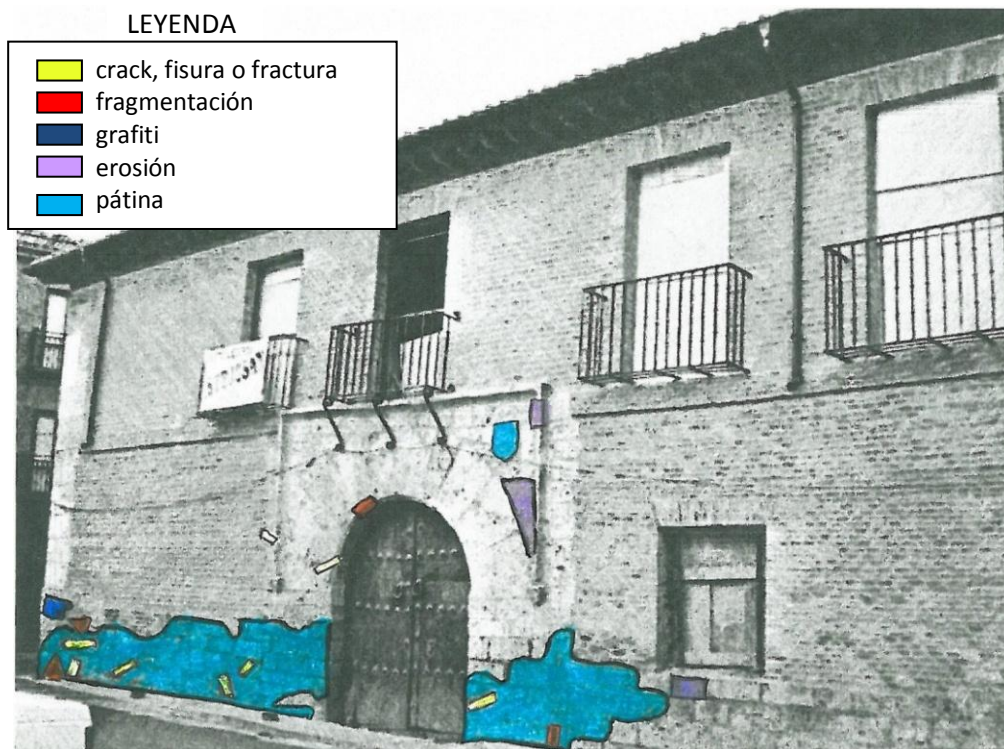
Aunque esta fachada pertenece a un palacio, encontramos este tipo de construcción en un gran número de viviendas humildes o populares, no solo monumentales.

Este tipo de arquitectura, constituido por una edificación en ladrillo con zócalo de piedra caliza, es característico de la ciudad.



*Fig. 4.70. a)Portada en caliza b) Escudo esquina superior izquierda en caliza.*

PATOLOGÍAS



*Fig. 4.71. Alzado Este Palacio de Bustamante. Patologías presentes en el monumento*

La imagen 4.72.1. muestra una pequeña fisura en la caliza en el lado izquierdo de la puerta . Y la 4.72.2. una grande en el zócalo del palacio.

Sobre la portada, en la parte superior izquierda de esta vemos como la caliza de la portada ha sufrido una fragmentación (fig.4.72.3.)

En la esquina superior derecha de la portada tenemos un ejemplo de arenización de la caliza (fig.4.72.4.)

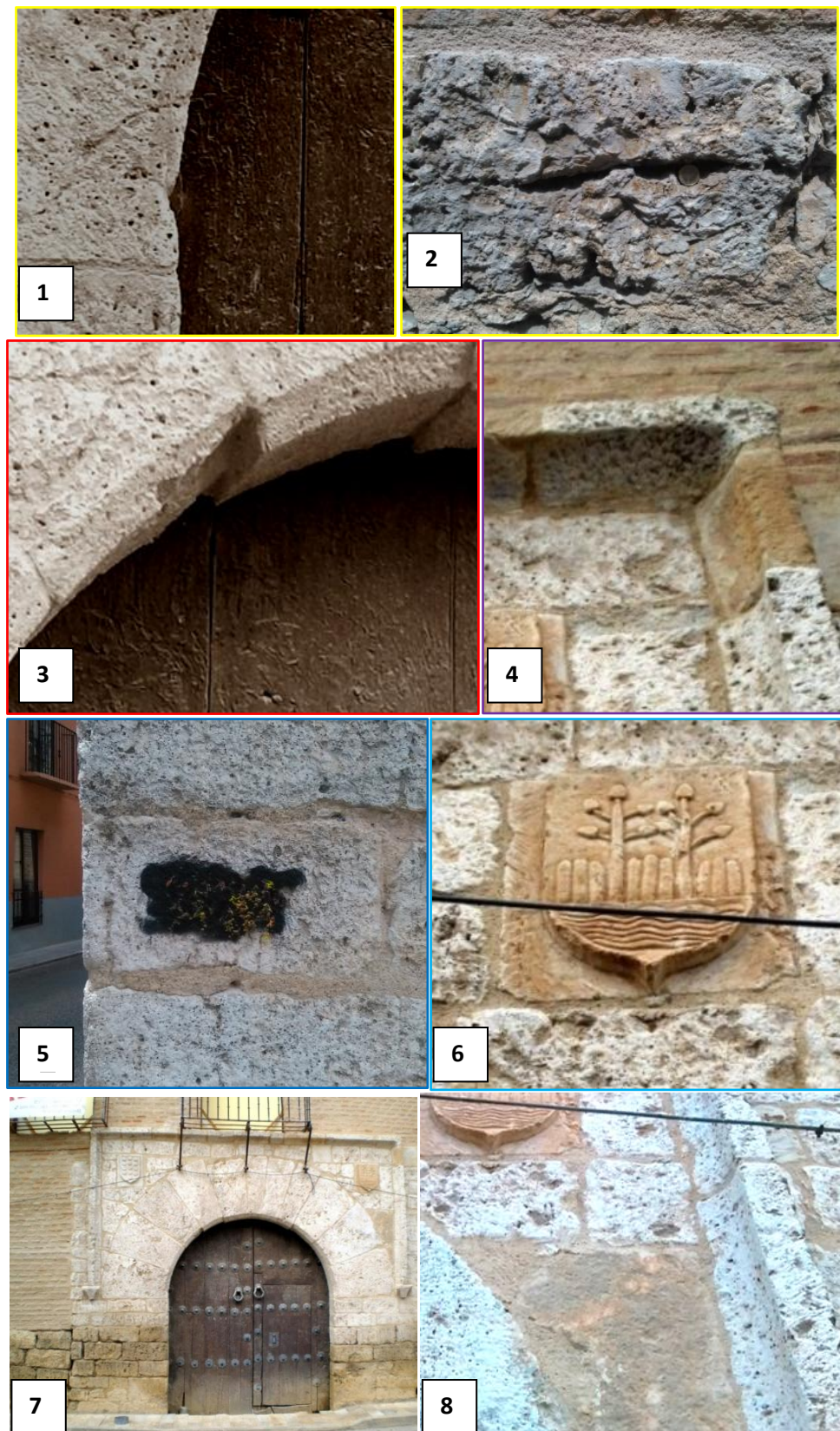
En la esquina del palacio entre la plaza de Bustamante y la calle la reina encontramos un grafiti.(fig.4.72.5.)

La pátina ocre que aparece sobre la caliza del zócalo también la encontramos recubriendo el escudo de caliza derecho (fig.4.72.6.). En la imagen 4.72.7. podemos observarla a distancia tanto en el zócalo como en el escudo.

La imagen 4.72.7. muestra toda la portada a distancia donde además del contraste de la pátina con el resto de la caliza, se pueden apreciar algunas fisuras y perforaciones de la roca y los elementos arenizados (fig. 4.72.4 y 4.72.8.)

En la imagen 4.72.8. se muestra erosión, mediante la exposición de un elemento arenizado en el lateral derecho del la portada , además en esta imagen vemos claramente las perforaciones en el resto de caliza no arenizada.





*Fig.4.72. Muestra de las patologías*



#### 4.11. PALACIO DE LAS LEYES

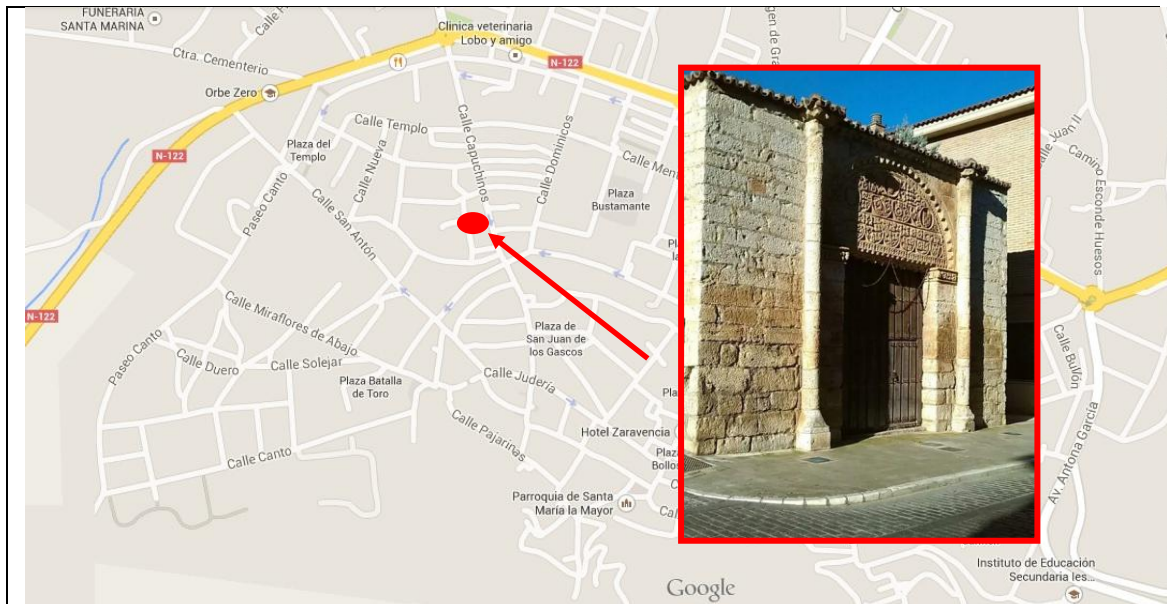


Fig. 4.73. Localización del monumento en el municipio de Toro

#### LITOTIPOS





-  Caliza tipo "Campaspero"
-  Arenisca (PALEOGENO)





Fig 4.74. Alzado Este Palacio las Leyes. Litotipos utilizados en su construcción y restauración.  
a), b) y c) Portada principal en caliza con detalle en arenisca

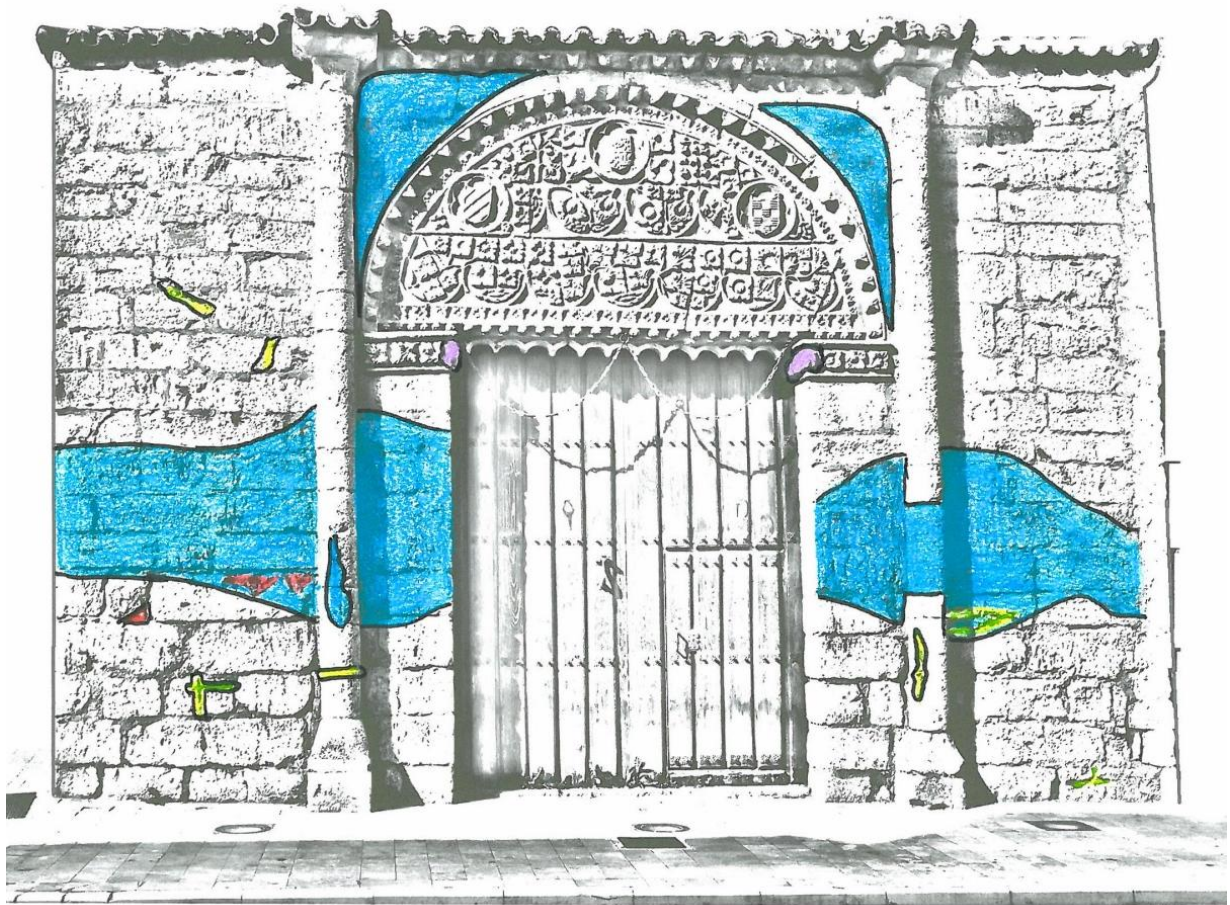
El palacio de las Leyes está realizado en caliza bioclástica algo oquerosa en tonos ocres grisáceos y la parte central de la portada en arenisca de grano fino o medio de color ocre.

En las imágenes a) b) y c) de la figura (fig.4.74.) podemos ver el contraste entre ambos tipos de rocas

PATOLOGÍAS

LEYENDA

	crack, fisura o fractura
	fragmentación
	erosión
	pátina



*Fig. 4.75. Alzado Este Palacio las Leyes. Patologías presentes en el monumento*

Dentro de los sillares de caliza y en las columnas encontramos varias fisuras. Ejemplo de ellas son las imágenes 4.76.1 y 4.76.2

En esta portada hay algunas fragmentaciones de poca importancia y de pequeño tamaño

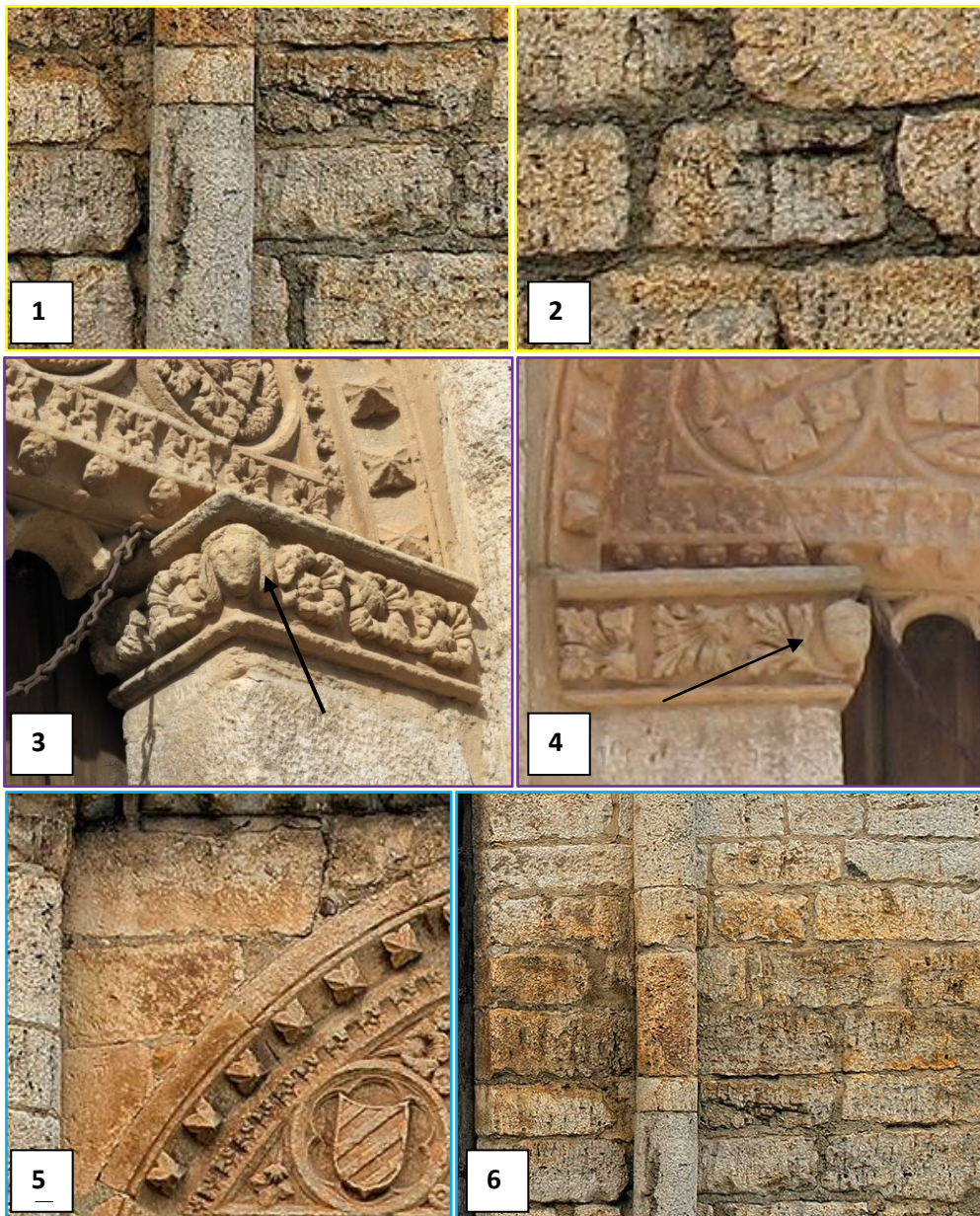
En las imágenes 4.76.3. y 4.76.4. vemos la abrasión en la arenisca de los detalles de la hornacina, en concreto, las caras desdibujadas.



Las imágenes 4.76.5 y 4.76.6. pretenden evidenciar la pátina dorada que aparece sobre la caliza.

Aunque si nos fijamos bien en estas imágenes podemos encontrar otros tipos de patologías:

En la parte superior de la imagen 4.76.5 vemos una fisura en la caliza y también en la imagen 4.76.6 bajo la pátina y a lo largo de la columna encontramos fracturas.



*Fig.4.76. Muestra de las patologías*



4.12. PALACIO DE LOS CONDES DE REQUENA

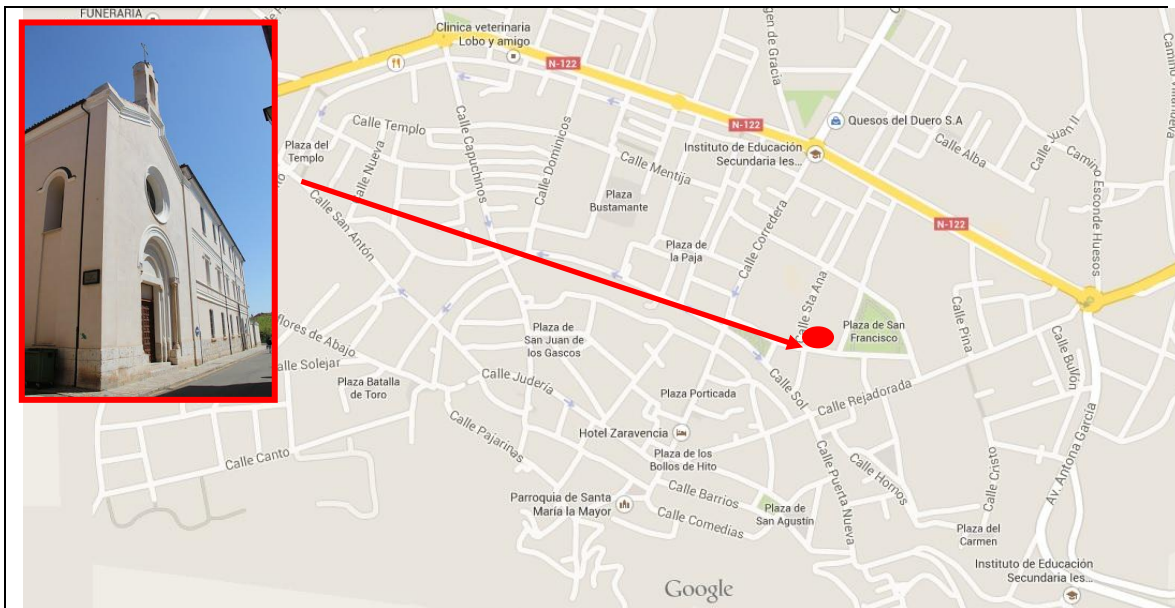
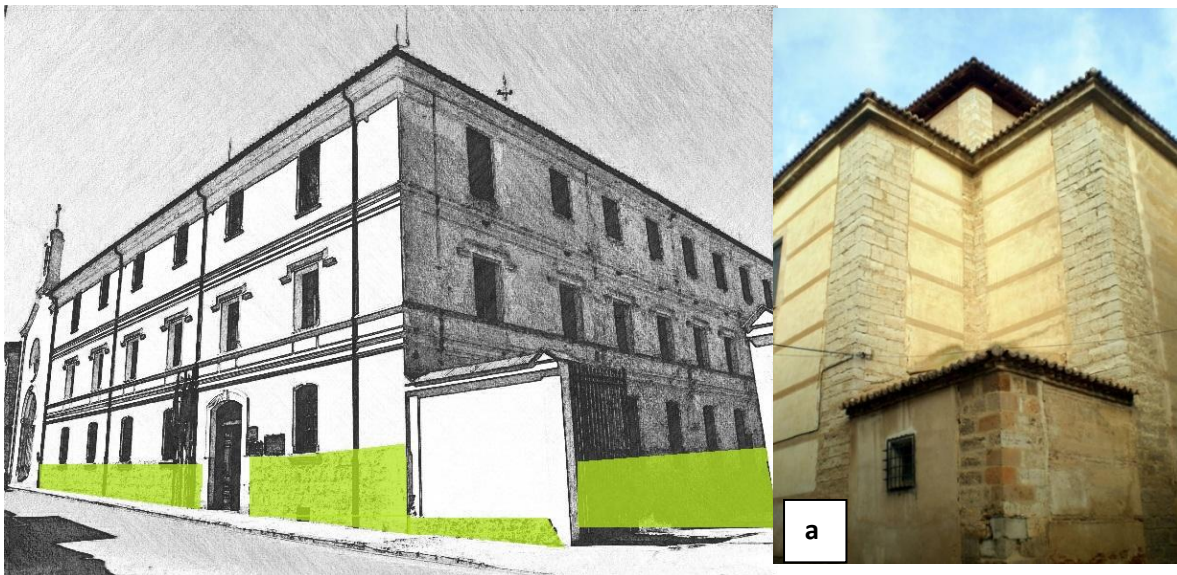


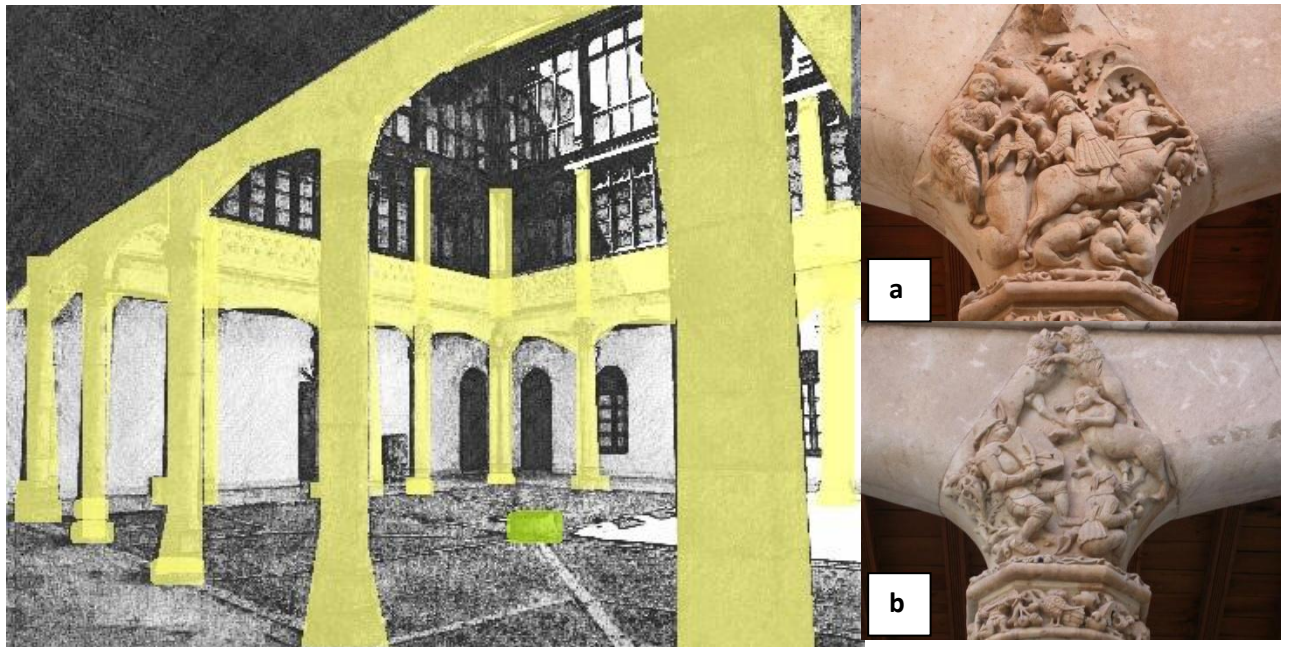
Fig.4.77. Localización del monumento en el municipio de Toro

LITOTIPOS



Caliza tipo "Campaspero"

Fig. 4.78. Alzado SurEste Palacio Condes de Requena. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a ) caliza en la esquina Oeste





-  Caliza tipo "Campaspero"
-  Arenisca (PALEOGENO)

Fig. 4.79 Claustro del palacio Condes de Requena. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) y b) capiteles en arenisca.

Toda la fachada de este monumento está construida en ladrillo recubierto de mortero con el zócalo en caliza bioclástica de color grisáceo (fig.4.78a)




Lo más importante de este monumento es su claustro realizado casi todo en arenisca de grano fino en tonos ocre con un pozo de caliza en la parte central del mismo.

#### PATOLOGÍAS

Esta construcción no presenta patologías reseñables en la fachada, solamente alguna que otra fisura en la caliza del zócalo. Pero lo que si resulta interesante es el estudio del claustro, para lo cual se ha dividido en estructura y ornamentación. Dentro de esta última analizamos los dinteles uno a uno.

#### Estructura:

##### LEYENDA

- |   |                          |
|---|--------------------------|
|  | crack, fisura o fractura |
|  | fragmentación            |
|  | pátina                   |



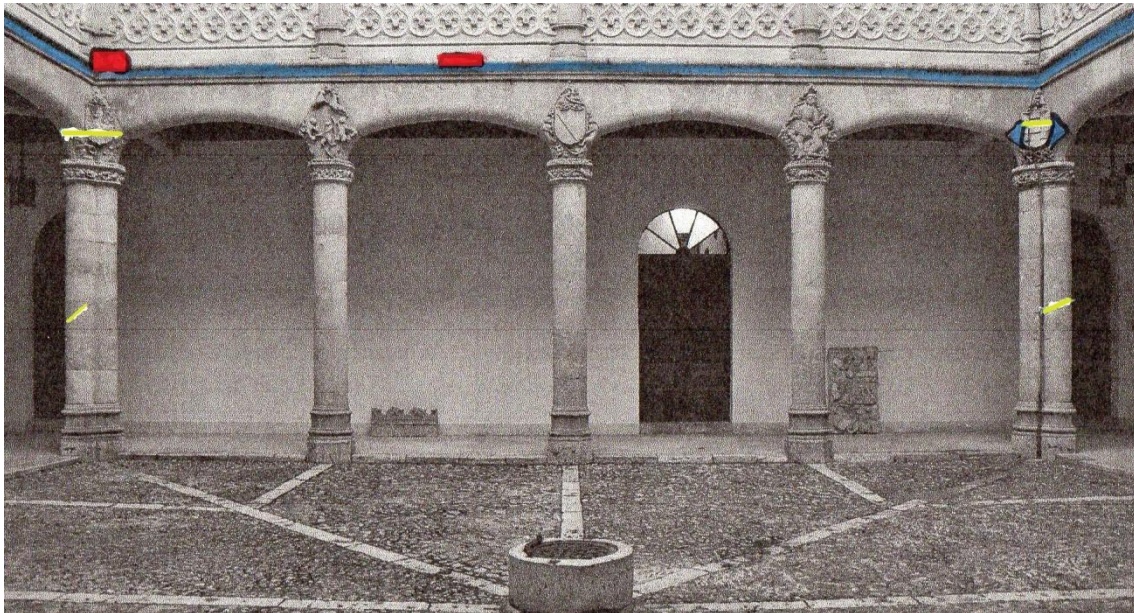


Fig. 4.80. Claustro del palacio Condes de Requena. Patologías presentes en el monumento



Fig.4.81. Muestra de las patologías

En la imagen 4.81.1. vemos una fisura horizontal que atraviesa la columna de arenisca

Las imágenes 4.81.2 y 4.81.3. muestran la fragmentación de la repisa

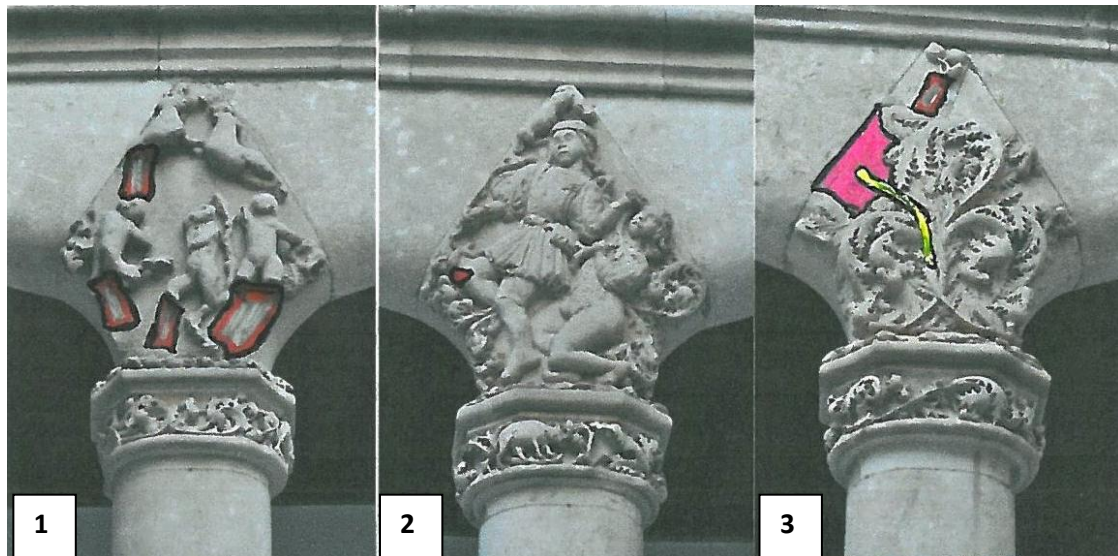
### Ornamentación

#### LEYENDA

	crack, fisura o fractura
	desintegración
	fragmentación
	erosión
	peeling
	descamación
	ausencia parcial
	ensuciamiento

Debido al tamaño de los dinteles, enfrentamos los esquemas de los dinteles y las imágenes reales :

Dinteles 1,2y 3:



*Fig. 4.82. Patologías presentes en el monumento*



*Fig.4.83. Muestra de las patologías*

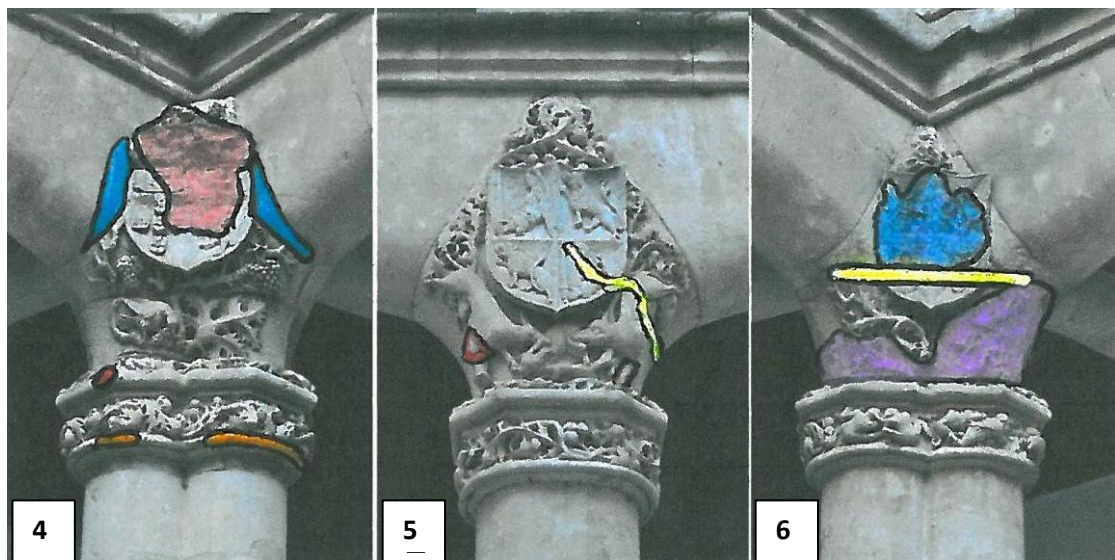
En el dintel 1, vemos la ausencia de las piernas de las imágenes y las patas de los ciervos

En el dintel 2, vemos una fragmentación en la rodilla

En el dintel 3, vemos la ausencia del entramado en la parte superior, una pequeña fisura diagonal y peeling en la parte superior izquierda.



Dinteles 4, 5 y 6:



*Fig. 4.84. Patologías presentes en el monumento*



*Fig.4.85. Muestra de las patologías*

En el dintel 4 vemos como se ha degradado la parte central del escudo , una pequeña fragmentación bajo el dintel , pátina de ensuciamiento a ambos lados del escudo y descamación de la arenisca en la parte inferior

En el dintel 5 vemos como ejemplo de ausencia parcial de una de las patas del zorro y una pequeñísima fisura que va desde el lateral inferior hasta el centro del escudo.

En el dintel 6 hay una fisura horizontal que lo atraviesa por completo, bajo el escudo erosión en el enramado



Dinteles 7,8 y 9:

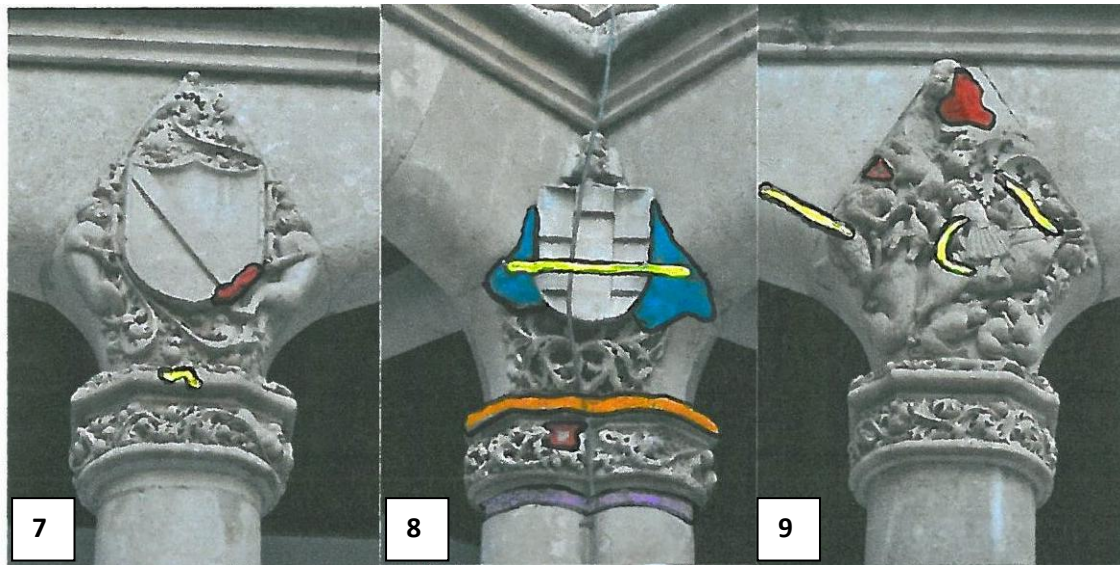


Fig. 4.86. Patologías presentes en el monumento

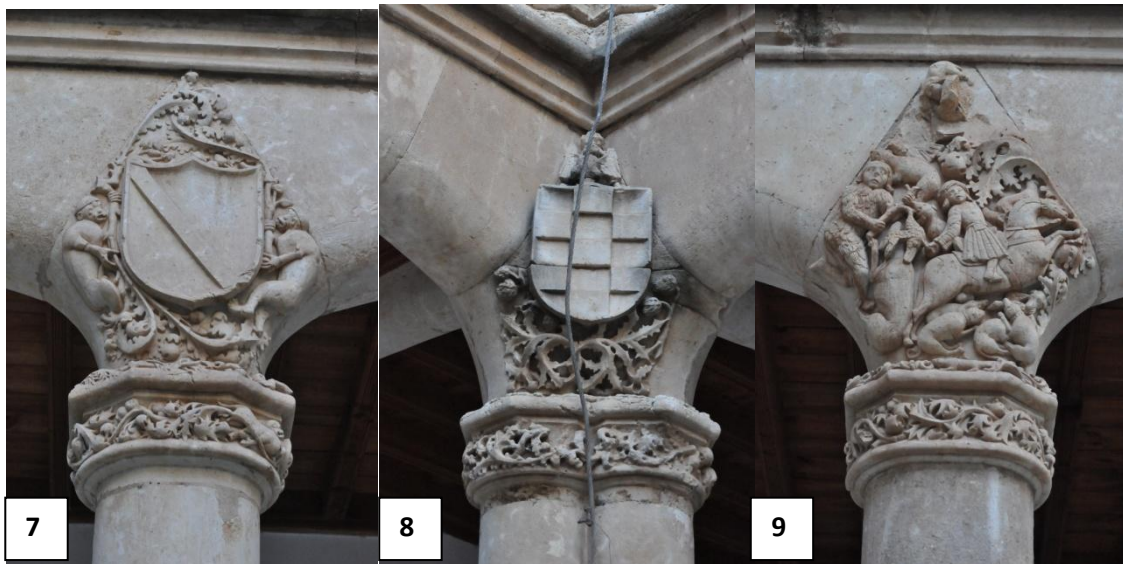


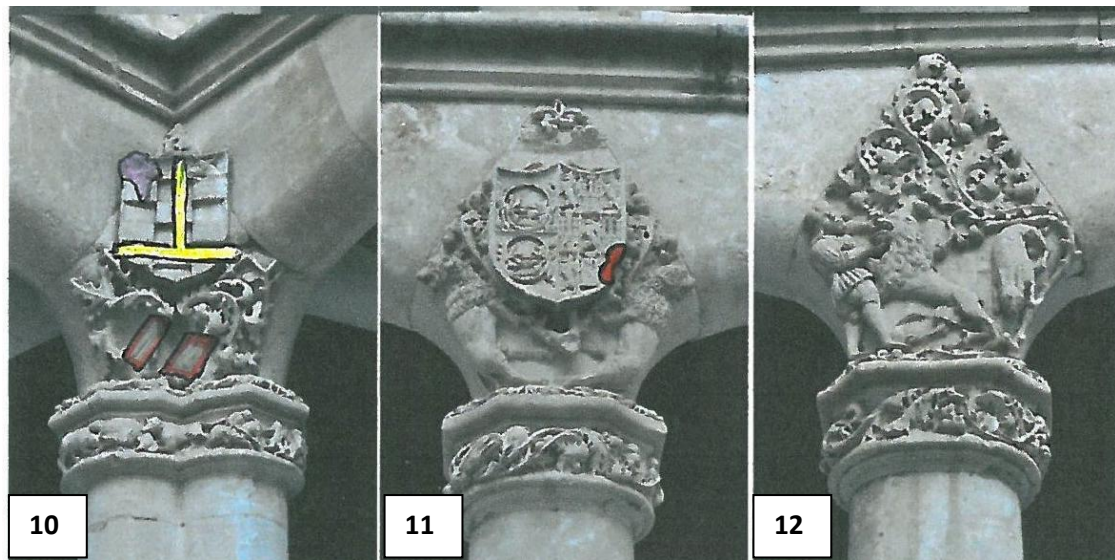
Fig.4.87. Muestra de las patologías

En el dintel 7 hay una pequeña fisura bajo el escudo y fragmentación de este en el lado inferior derecho del escudo.

En el dintel 8 tenemos una fisura horizontal que atraviesa todo el escudo, descamación sobre el enramado,, erosión en la parte superior de de las columnas bajo el dintel en sí ,ausencia del enramado y ensuciamiento en los laterales del escudo

En el dintel 9 tenemos varias pequeñas fisuras, la ausencia de las hojas en la parte superior y una fragmentación también en la parte superior.

Dinteles 10, 11 y 12



*Fig. 4.88. Patologías presentes en el monumento*



*Fig.4.89. Muestra de las patologías*

En el dintel 10 vemos la ausencia del enramado, una fisura vertical y una horizontal que se juntan en el centro del escudo y la esquina superior izquierda del escudo está erosionada.

El dintel 11 muestra la fragmentación del escudo en la parte inferior derecha.

Y el dintel 12 no presenta patologías.



#### 4.13. IGLESIA DE LA SANTÍSIMA TRINIDAD

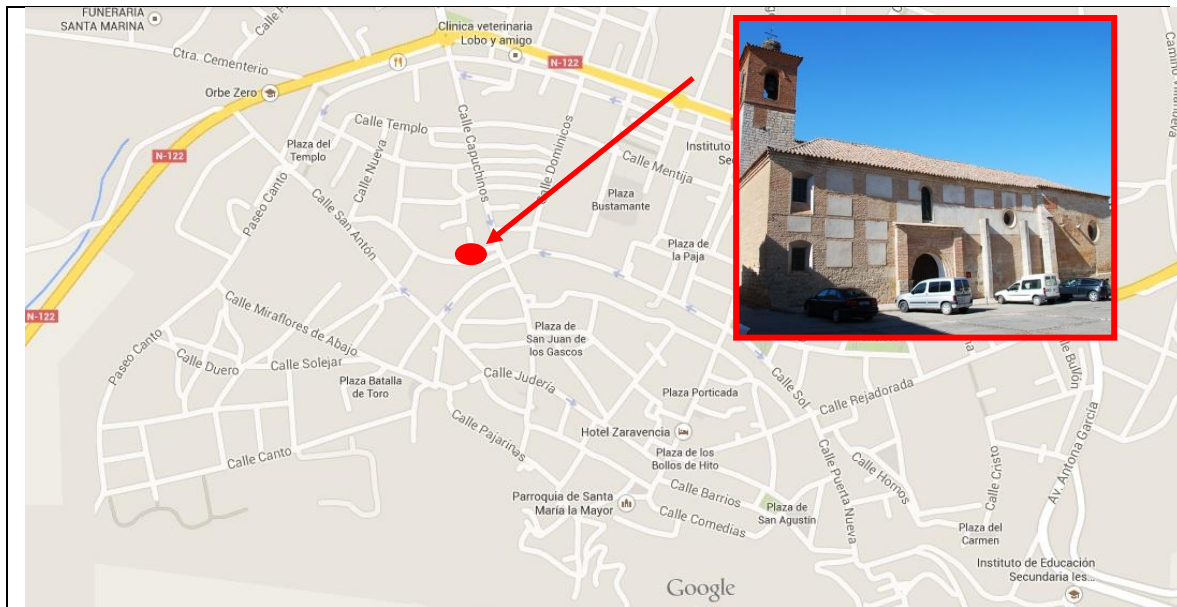


Fig.4.90. Localización del monumento en el municipio de Toro

#### LITOTIPOS

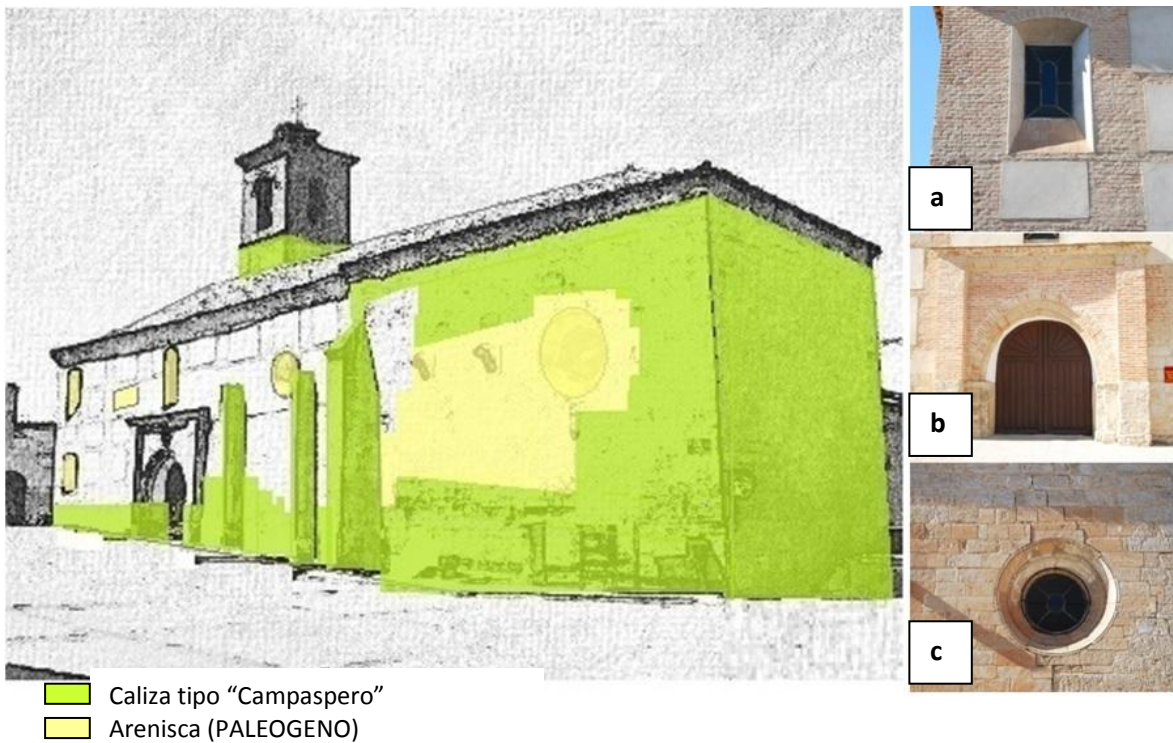


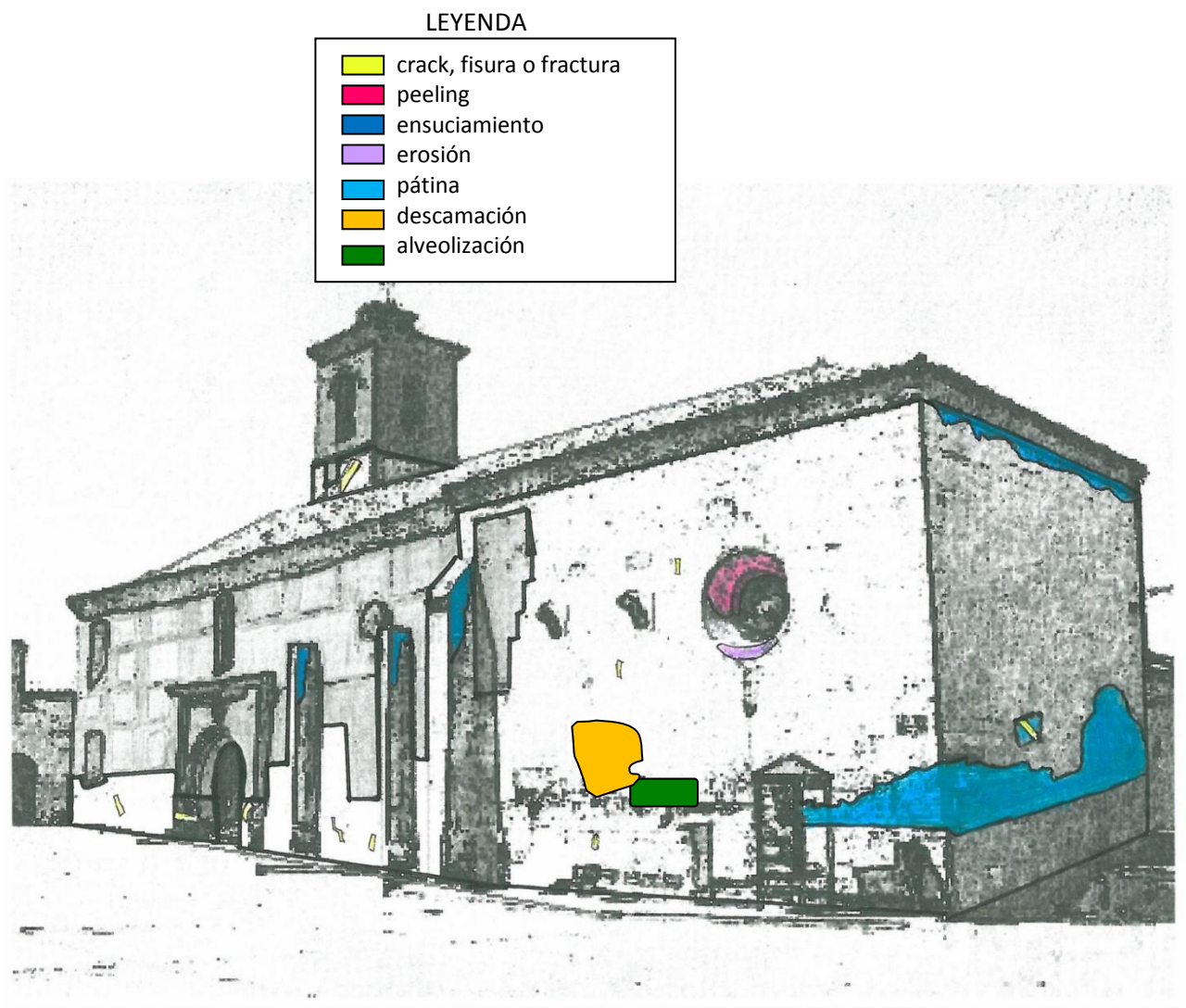
Fig. 4.91. Alzado Sureste Iglesia de la Santísima Trinidad. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) Ventanal en arenisca b) Portada principal con zócalo en caliza c) Rosetón en arenisca



En la iglesia de la Santísima Trinidad todas las ventanas y los dos rosetones son de una arenisca de grano medio y fino en tonos beige y rojizos jaspeados, perteneciente al paleógeno (fig.4.91. a y c). Parte de la fachada y de las ventanas han sido restauradas recientemente.

El otro litotipo principal es la caliza bioclástica algo oquerosa en tonos beige del Mioceno que forman el zócalo y la zona Este

#### PATOLOGÍAS



*Fig. 4.92. Alzado Sureste Iglesia de la Santísima Trinidad. Patologías presentes en el monumento*

La imagen 4.93.1. muestra una fisura semihorizontal de la caliza en el lateral izquierdo de la puerta, esta fisura atraviesa 3 sillares

La figura 4.93.2. También muestra una fisura en caliza. Se sitúa bajo el campanario y ésta ha sido reparada recientemente

En la imagen 4.93.3. vemos el rosetón derecho. Que presenta erosión en la parte inferior del rosetón y peeling en la parte superior.

En la figura 4.93.4. vemos el grabado lateral derecho que está cubierto por una pátina dorada y atravesado por una fractura diagonal..

La imagen 4.93.5.muestra la descamación dada sobre el zócalo en el lado derecho del alzado Sur. Junto a ésta encontramos Alveolización (Fig.4.93.6) aunque no tan importante como la de la Colegiata (Fig.4.54.6.)



Fig.4.90. Muestra de las patologías



#### 4.14. IGLESIA DE SAN SEBASTIÁN DE LOS CABALLEROS

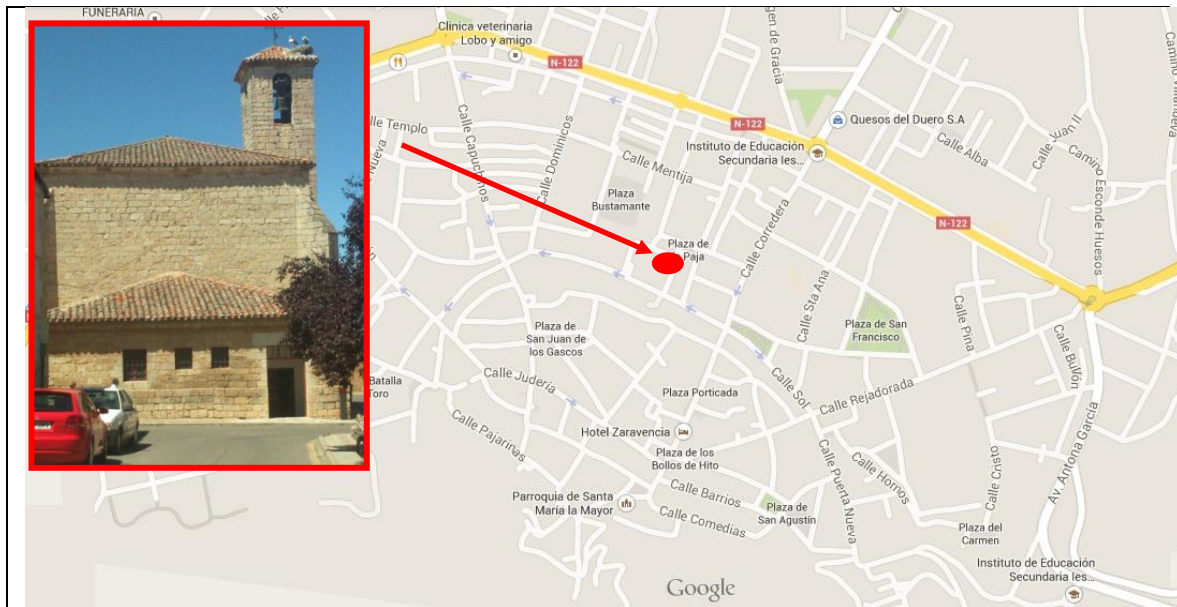


Fig.4.94. Localización del monumento en el municipio de Toro

#### LITOTIPOS

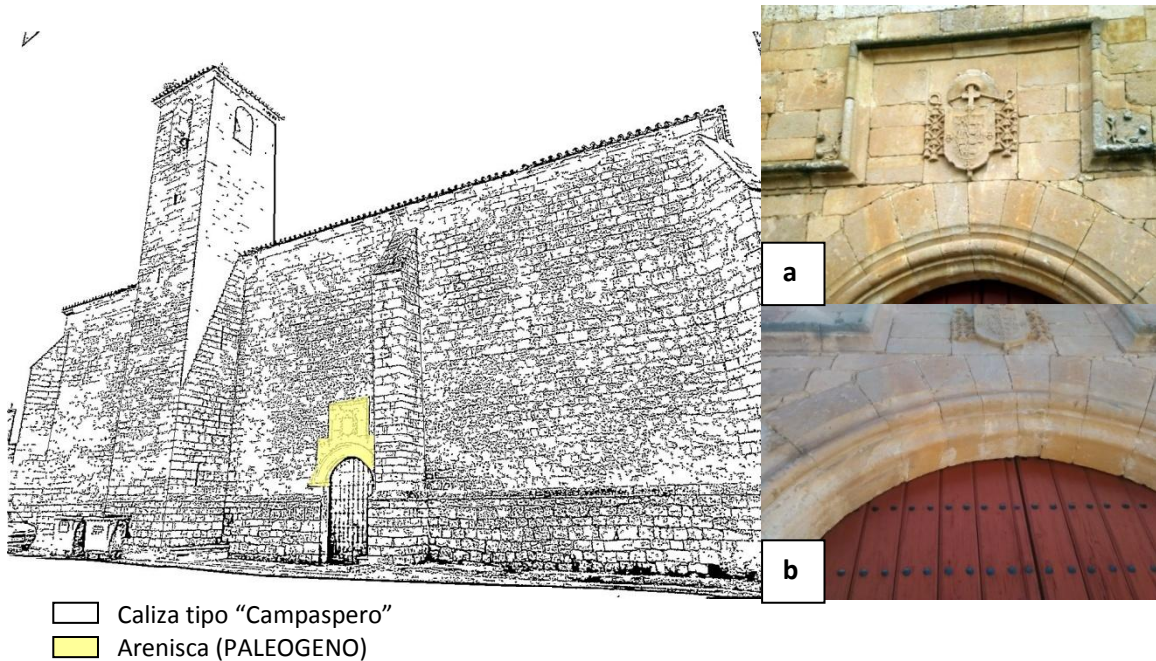


Fig.4.95. Alzado Norte San Sebastián de los caballeros. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) y b)) Portada con escudo en arenisca

Iglesia construida prácticamente en su totalidad en caliza con escudo en arenisca en todas las portadas excepto en la puerta este.

En las figuras fig. 4.95.a) y b) muestran en detalle una arenisca de grano fino medio en color ocre.



PATOLOGÍAS

Alzado Sur

LEYENDA

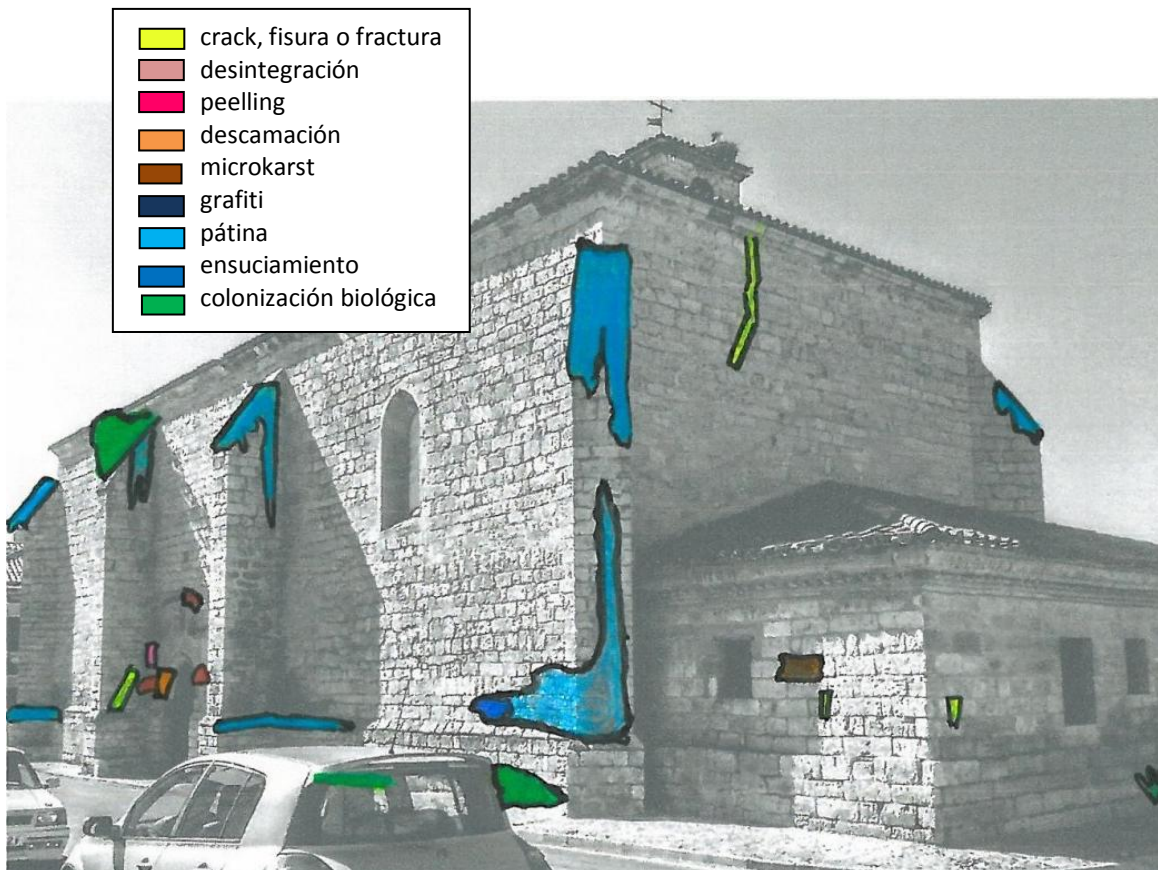


Fig. 4.96. Alzado Sur San Sebastián de los caballeros. Patologías presentes en el monumento

La imagen 4.97.1. es una de las fisuras de la caliza en la segunda columna de la izquierda.

Las imágenes 4.97.2 y 4.97.3. muestra la desintegración de la arenisca a ambos lados de la puerta Sur, viéndose también en esta segunda una fisura en el centro.

Un claro ejemplo de Peeling se da en el dintel al lado izquierdo de la puerta Sur (fig. 4.97.4).

El Scaling o descamación aparece al lado izquierdo de la puerta Sur (fig.4.97.5.)

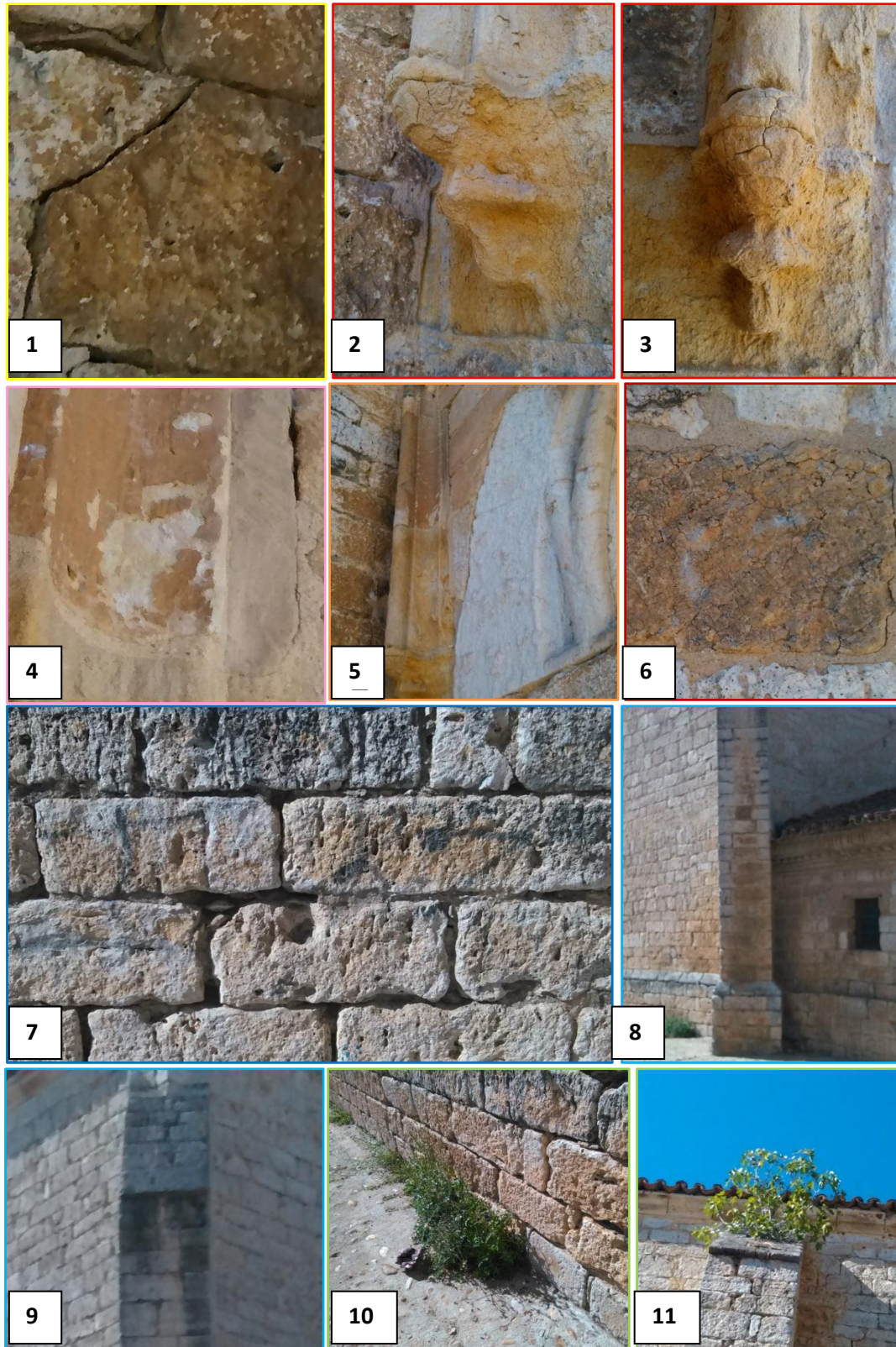
Una patología que no se da en la mayoría de los monumentos, el Microkarst. Que aparece al lado derecho de la ventana (fig.4.97.6)

Junto y sobre la pátina dorada de la columna de la derecha quedan restos de un graffiti (fig.4.97.7.)

En la columna de la derecha observamos una pátina dorada y se extiende por la fachada (fig.4.97.8.)

En la parte superior de todas las columnas y sobre el zócalo en la columna de la izquierda aparece pátina de ensuciamiento (fig.4.97.9.)

En la parte superior de la segunda columna de la izquierda y en la base de la estructura se desarrolla vegetación sobre la caliza (fig.4.97.10 y fig.4.97.11).



*Fig.4.97. Muestra de las patologías*



Alzado Este



Fig. 4.98. Alzado Este San Sebastián de los caballeros. Patologías presentes en el monumento

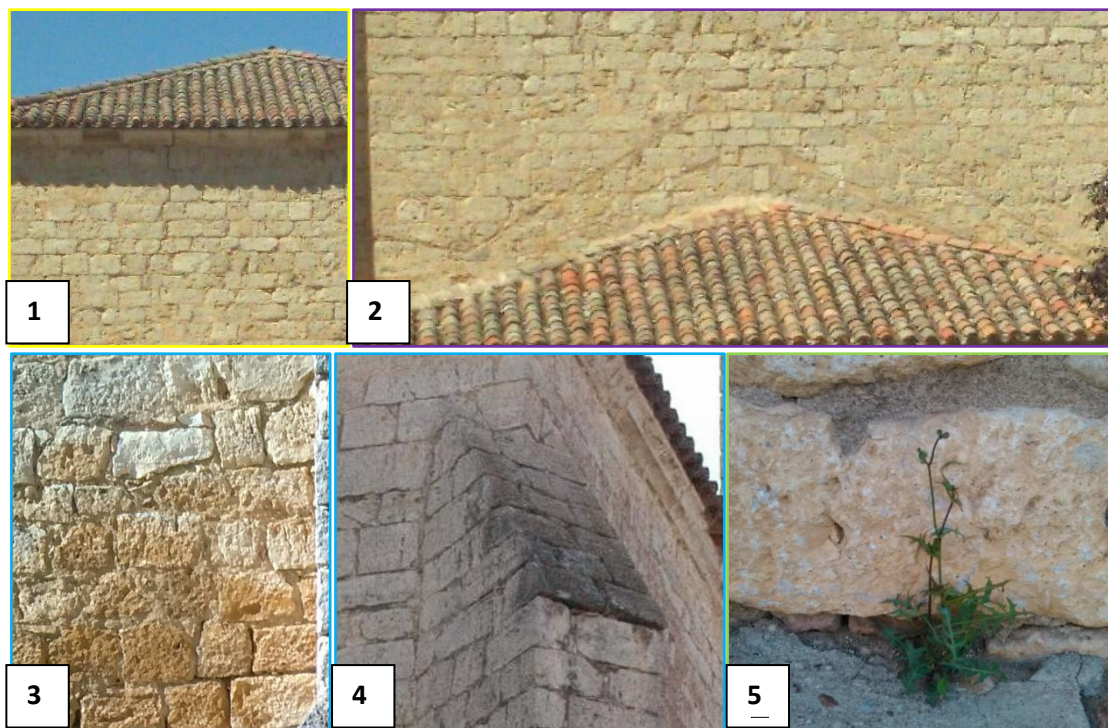


Fig.4.99. Muestra de las patologías

La imagen 4.99.1.muestra como en el centro de la parte superior de la fachada Este se desarrolla una fisura vertical.



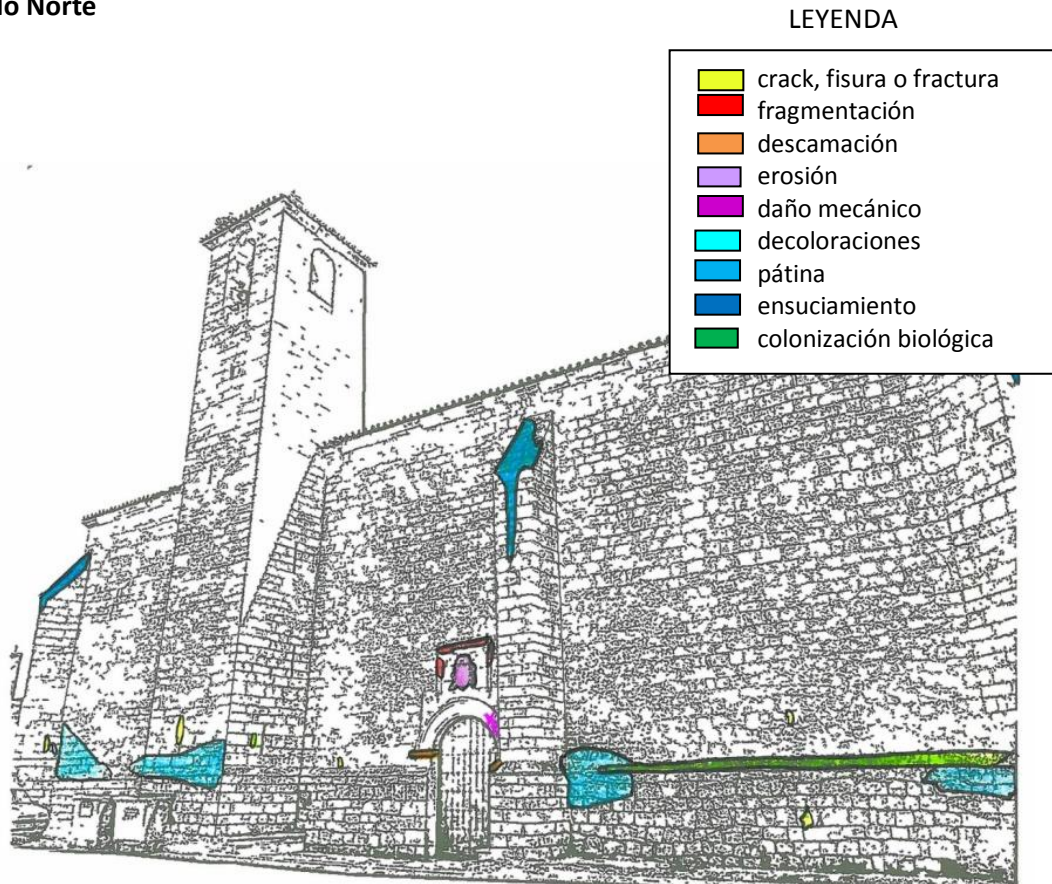
Un gran ejemplo del daño mecánico se da en la parte superior de esta fachada y ha sido producido por haber existido otros tejados (fig.4.99.2.)

Desde este alzado se aprecia también la pátina ocre en el alzado norte (fig.4.99.3)

También hay pátina de ensuciamiento en la parte superior de las columnas (fig.4.99.4)

En la imagen 4.99.5.se muestra vegetación desarrollada en la caliza de la base de la estructura.

#### Alzado Norte



*Fig. 4.100. Alzado Norte San Sebastián de los caballeros. Patologías presentes en el monumento*

La imagen 4.101.1 muestra un sillar de caliza fracturado

En la imagen 4.101.2. lo que se quiere exponer es la fragmentación producida sobre el escudo.

En el arco de la puerta, en concreto en la repisa del lado derecho se ha tomado la imagen 4.101.3. que muestra la descamación de la arenisca.

En la imagen 4.101.4 hay incisiones antrópicas en la arenisca de la parte derecha de la puerta

A la derecha de la puerta vemos una decoloración por óxidos (fig.4.101.5)

La colonización biológica sobre el zócalo viene representada por la presencia de musgo sobre la caliza (fig.4.101.6)

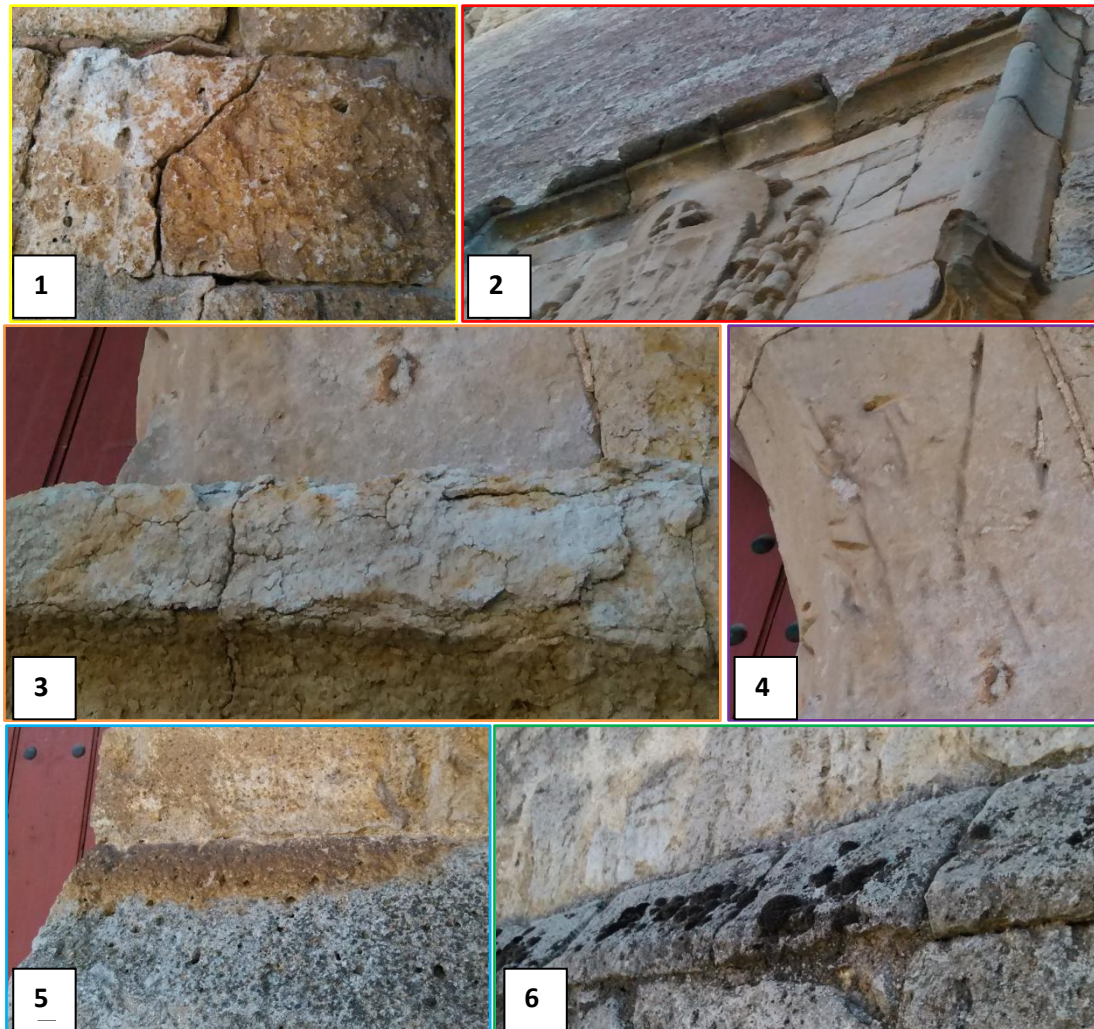


Fig.4.101. Muestra de las patologías.

### Alzado Oeste

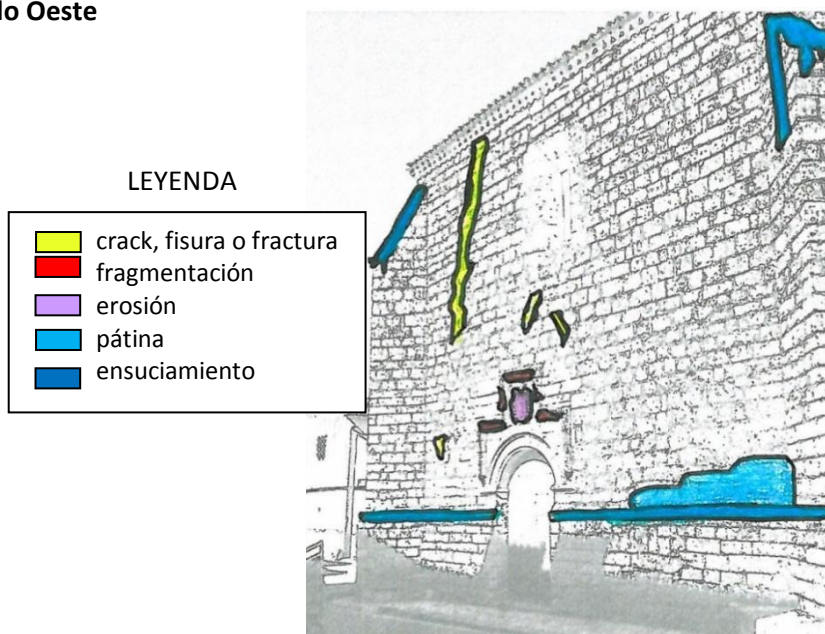


Fig. 4.102. Alzado Oeste San Sebastián de los caballeros. Patologías presentes





Fig.4.103. Muestra de las patologías.

La imagen 4.103.muestra las patologías que se producen en la arenisca de la portada oeste :  
Vemos la abrasión en la arenisca del escudo.

También podemos ver como la hornacina se ha fragmentado en la repisa a los laterales del  
escudo y también en la zona central, sobre el mismo

#### 4.15. IGLESIA DE SANTA CATALINA

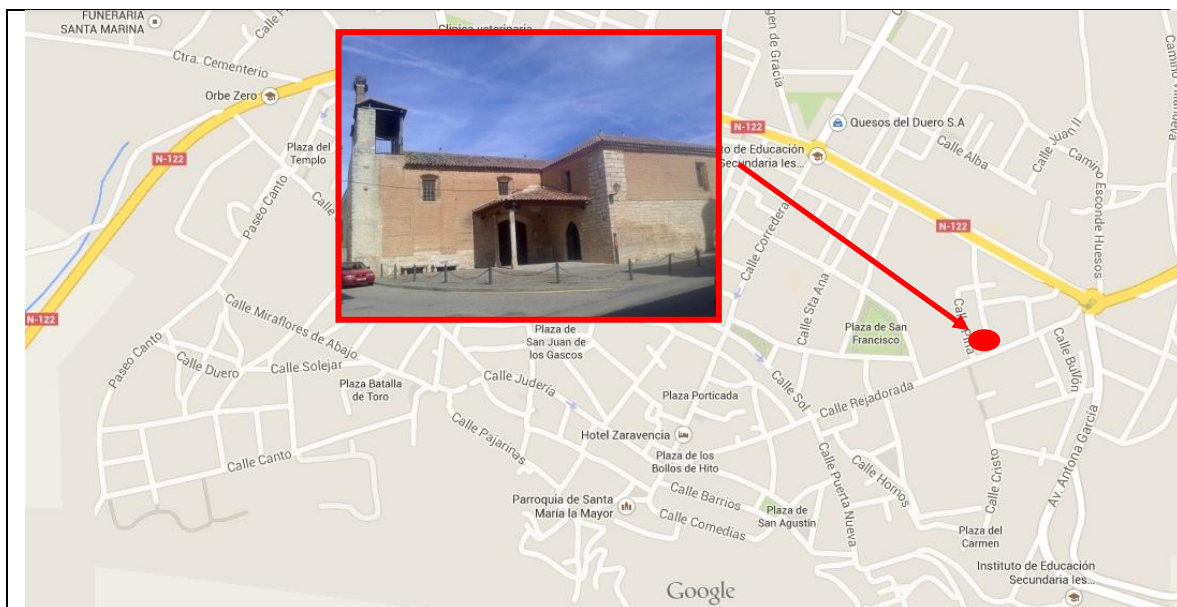


Fig.4.104. Localización del monumento en el municipio de Toro

#### LITOTIPOS

Iglesia construida en ladrillo con zócalo, esquinas y columnas en caliza oquerosa grisácea y  
arcos sobre las puertas en arenisca.

La figura 4.105.a) muestra un arco en arenisca que enmarca una ventana que originalmente  
era otra puerta.



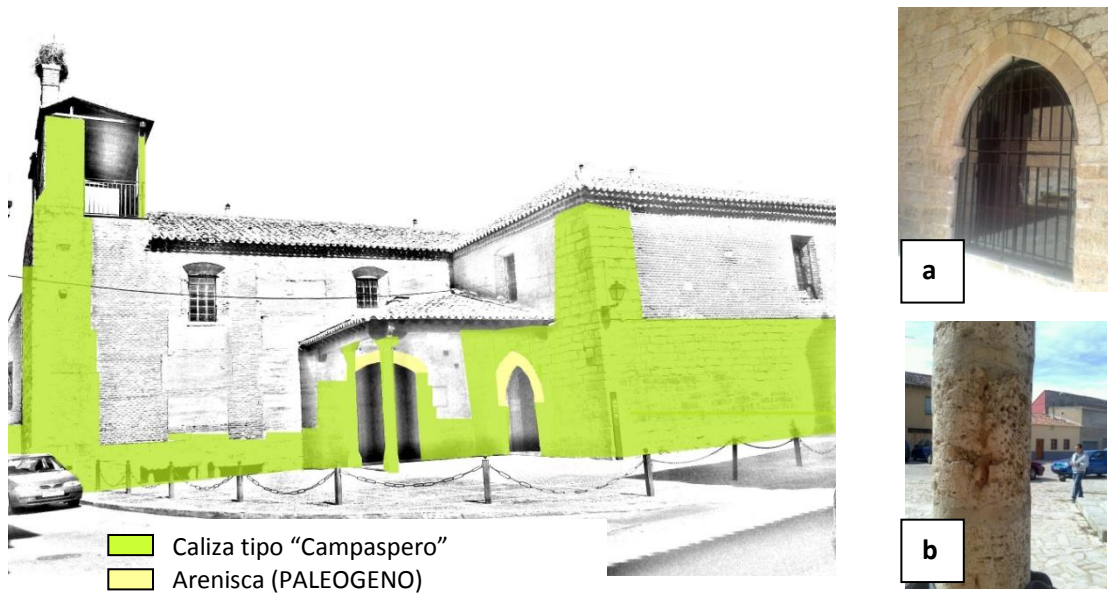


Fig.4.105. Iglesia de Santa Catalina. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) Arco en arenisca b) Columna en caliza.

PATOLOGÍAS

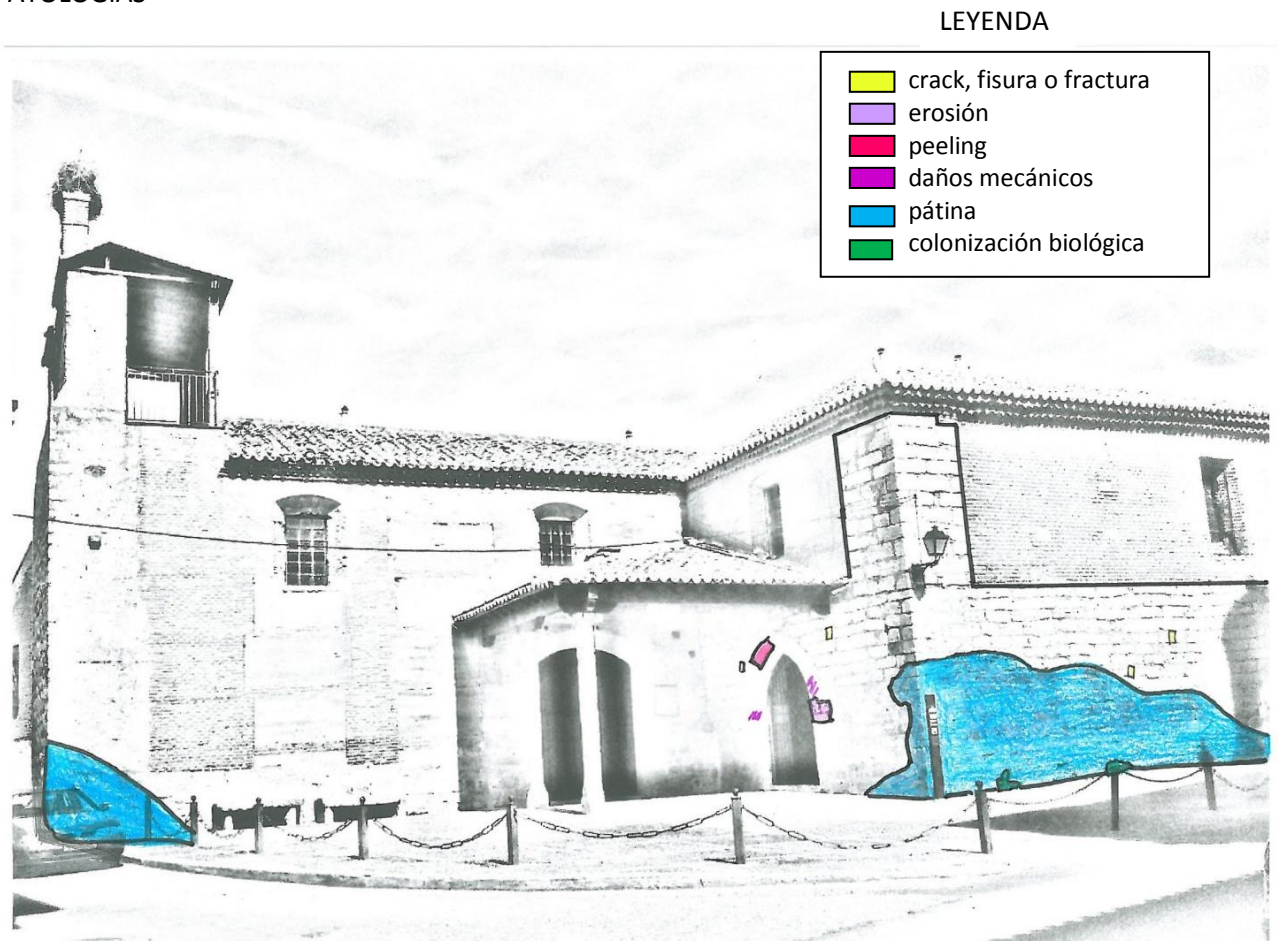
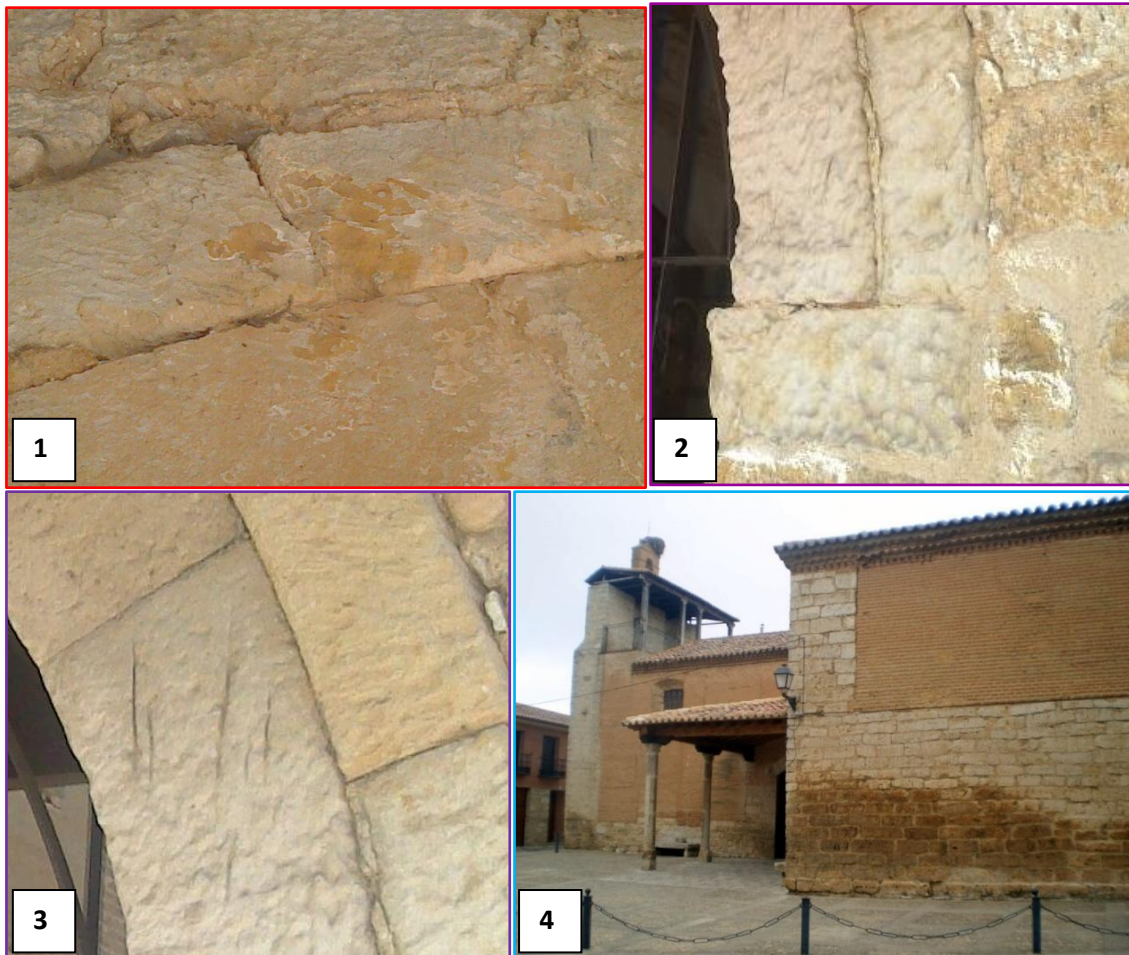


Fig. 4.106. Iglesia de Santa Catalina. Patologías presentes en el monumento



*Fig.4.107. Muestra de las patologías*

La imagen 4.107.1 muestra el peeling en la arenisca de la portada derecha.

La erosión diferencial provoca un vaciado en los sillares de la misma portada al lado derecho. (fig.4.107.2.)

La imagen 4.107.3. muestra las incisiones antropológicas en la arenisca que están al lado derecho pero que aparecen a ambos lados de la portada derecha.

Desde lejos la pátina ocre en la esquina inferior izquierda y en parte inferior derecha se ve claramente (fig.4.107.4.)

#### **4.15 IGLESIA DE SAN JULIÁN DE LOS CABALLEROS**

Antes de pasar a su estudio debemos saber que la portada de la iglesia de San Julián no es original de esta iglesia.

En realidad proviene de un antiguo monasterio ya inexistente, el monasterio de San Ildefonso.

Pero fue trasladada a esta nueva ubicación en 1879.





Fig. 4.108.a. Portada de San Ildefonso de Toro (siglo XIX) de [www.monestirs.cat](http://www.monestirs.cat)

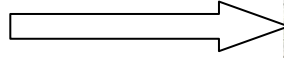


Fig. 4.108.b. Portada de S. Ildefonso de Toro en su actual ubicación

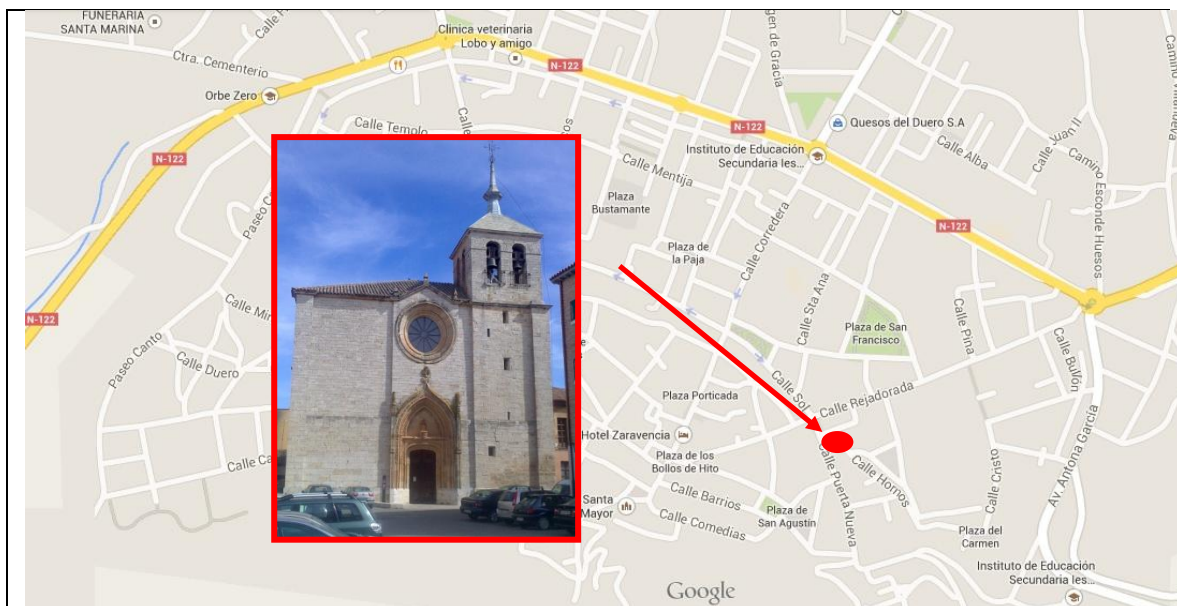


Fig. 4.109. Localización del monumento en el municipio de Toro

#### LITOTIPOS

Exceptuando el rosetón y la portada principal (fig.4.106 . a y b) de la iglesia de San Julián ,que están realizados en una arenisca de grano fino y medio de color ocre , todo el resto de la edificación está realizada en caliza bioclástica algo oquerosa en tonos grisáceos



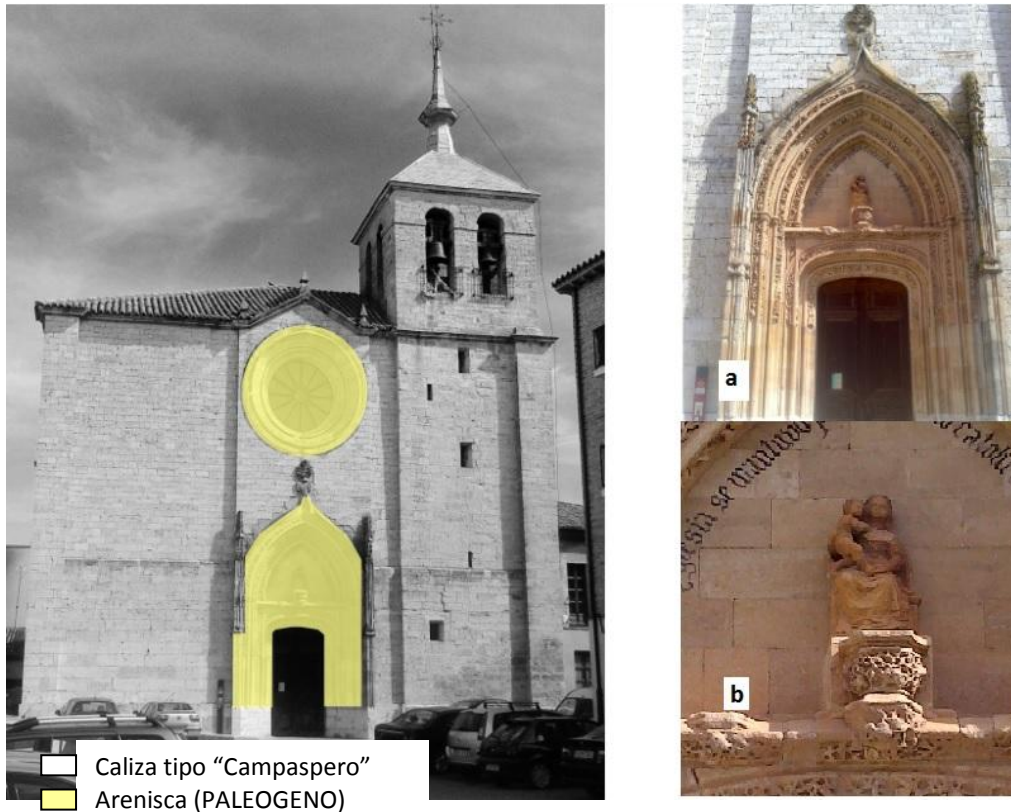


Fig.4.110. Alzado iglesia San Julián. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) Portada principal en arenisca. b) Detalle de la hornacina en arenisca

PATLOGÍAS

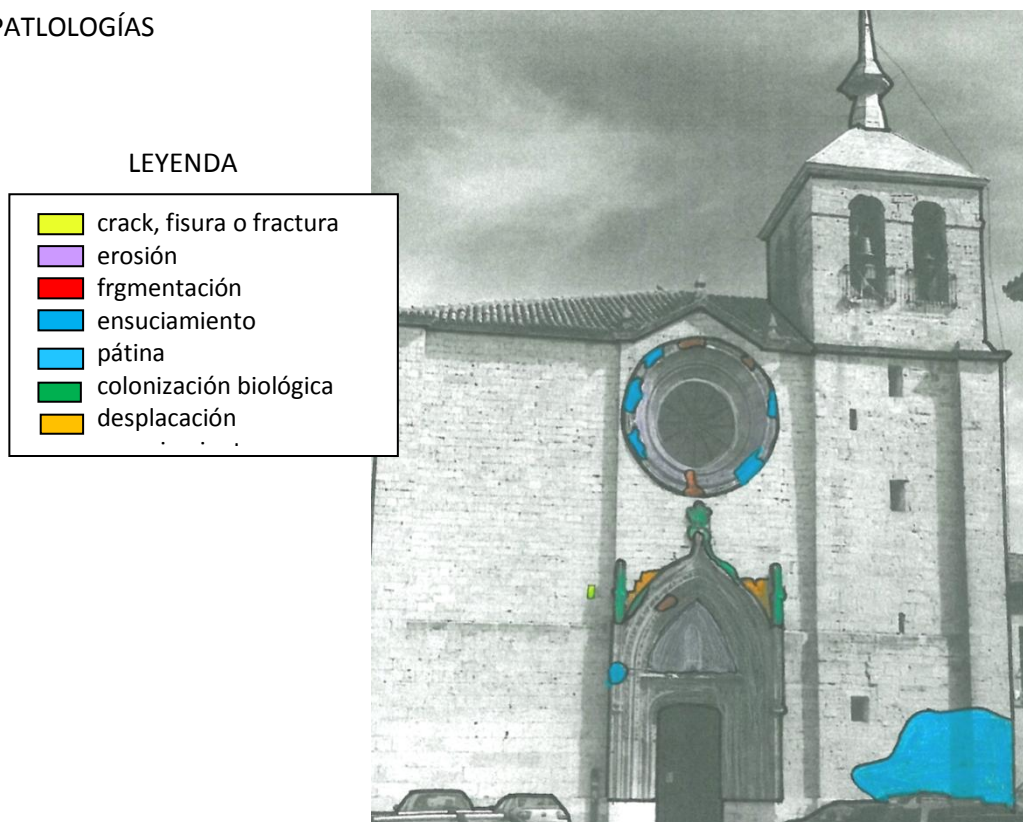
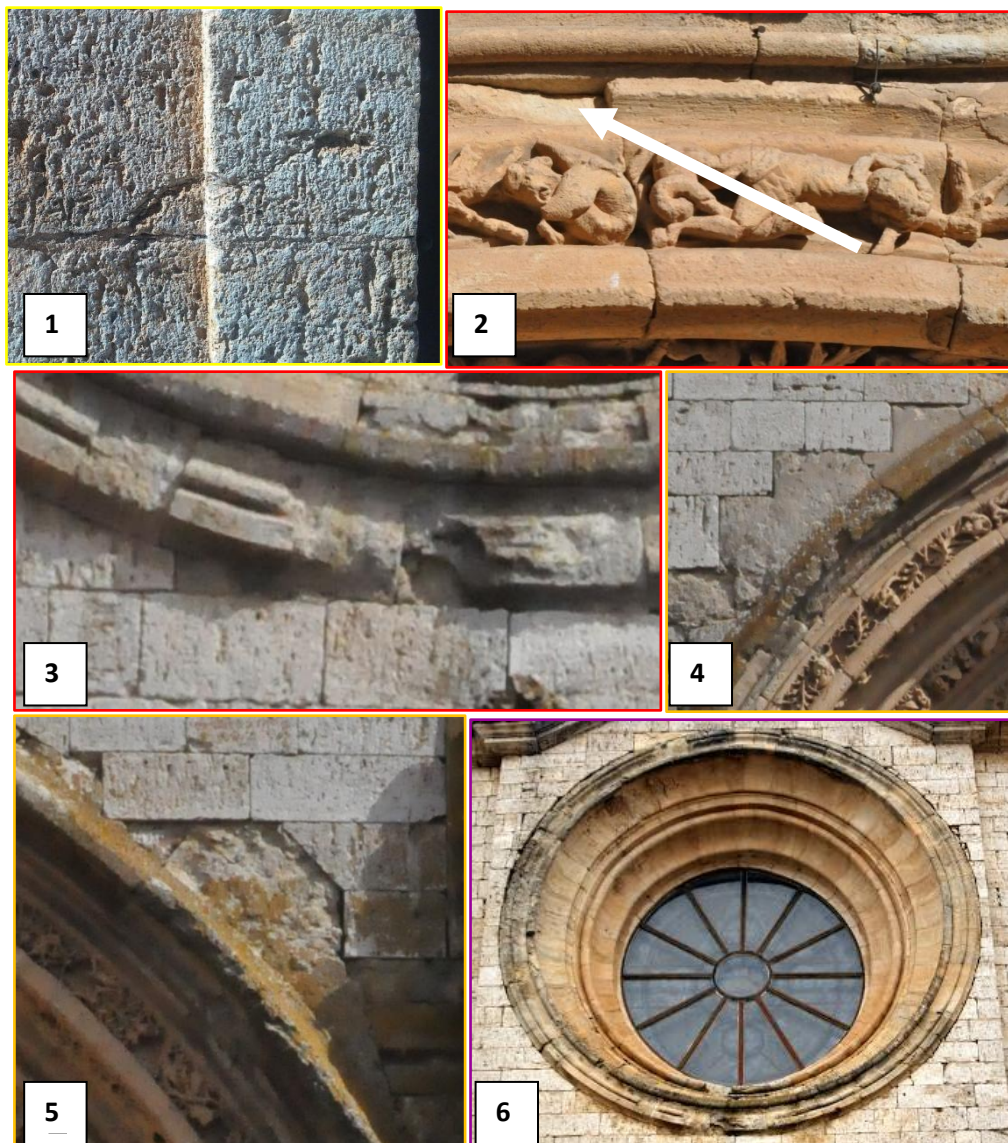


Fig. 4.111. Alzado iglesia San Julián. Patologías presentes en el monumento



*Fig.4.112. Muestra de las patologías.*

La imagen 4.112.1.muestra una pequeña fisura en varios sillares de caliza.

La imagen 4.112.2. muestra un ejemplo de la fragmentación en la arenisca en la portada.

La imagen 4.112.3.también muestra la fragmentación, pero esta vez en la parte inferior del rosetón.

Las imágenes 4.112.4. y 4.112.5. muestran la desplazación en la parte superior de la portada a ambos lados de la portada.

En la imagen 4.112.6 vemos el rosetón en cuya parte interna vemos la abrasión de la arenisca y en la externa pequeñas fragmentaciones(en detalle en la 4.112.3.) y zonas de ensuciamiento.

La imagen 4.113.1 muestra la pátina ocre sobre la caliza de la parte inferior de la pared derecha a distancia y en la 4.113.2. la aparición de líquenes sobre la caliza de los dinteles.





Fig.4.113. Muestra de las patologías.

#### 4.17. PALACIO DE LOS MARQUESSES DE CASTRILLO

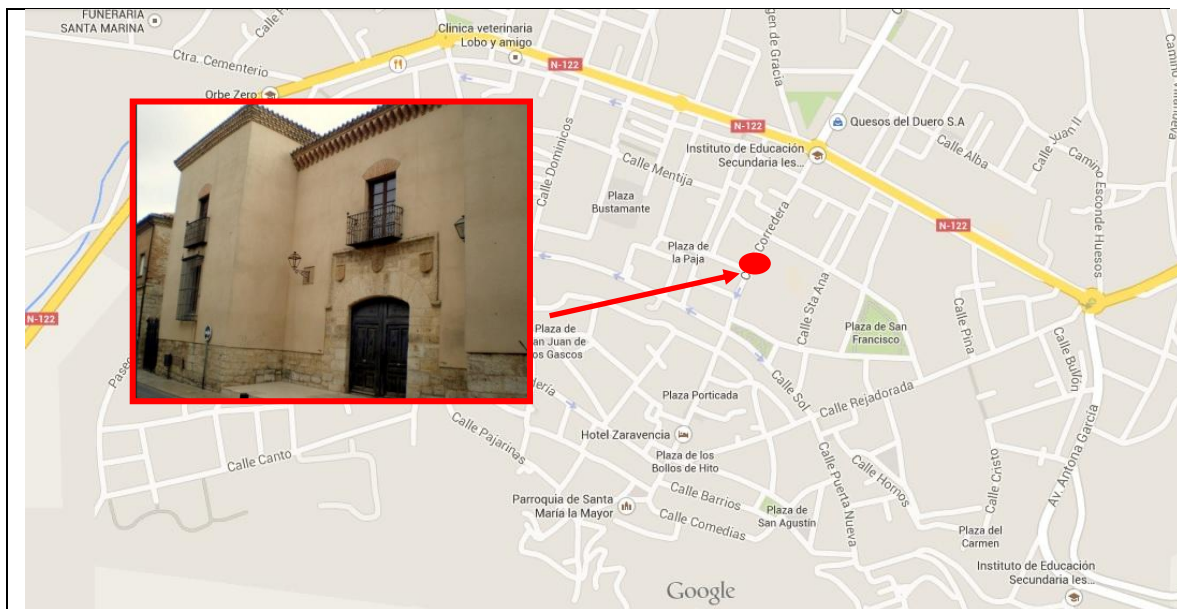
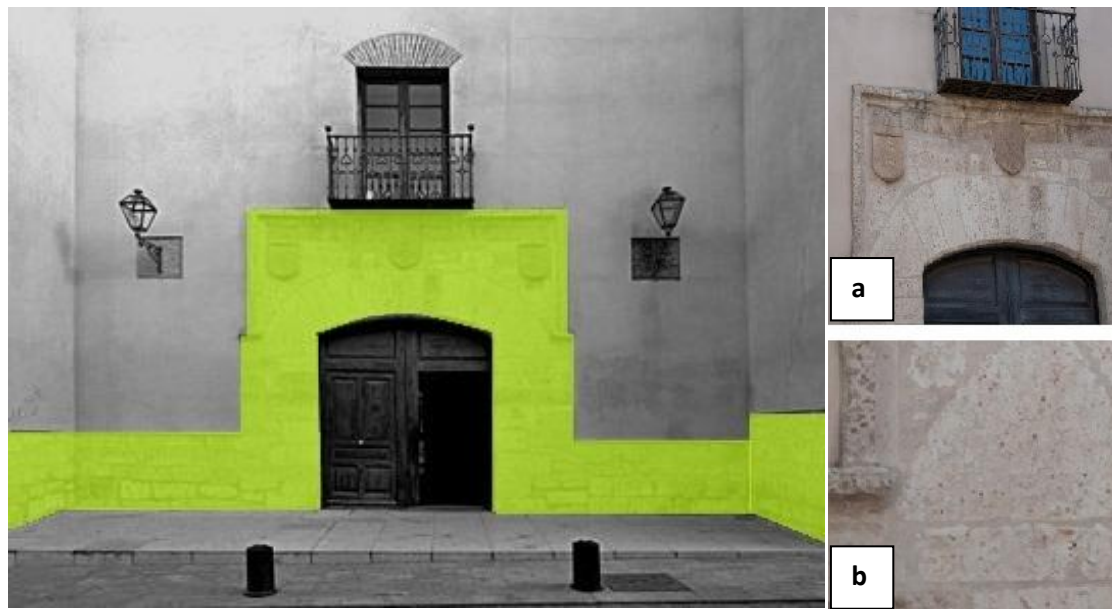


Fig. 4.114. Localización del monumento en el municipio de Toro

#### LITOTIPOS

Como la fachada del Palacio de los condes de Requena el de los Marqueses de Castrillo también está construido en ladrillo con mortero con el zócalo y la portada en caliza del mismo tipo.





Caliza tipo "Campaspero"

Fig.4.115. Fachada palacio de los marqueses de Castrillo. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a )Portada en caliza, b) Detalle en caliza.

#### PATOLOGÍAS

#### LEYENDA





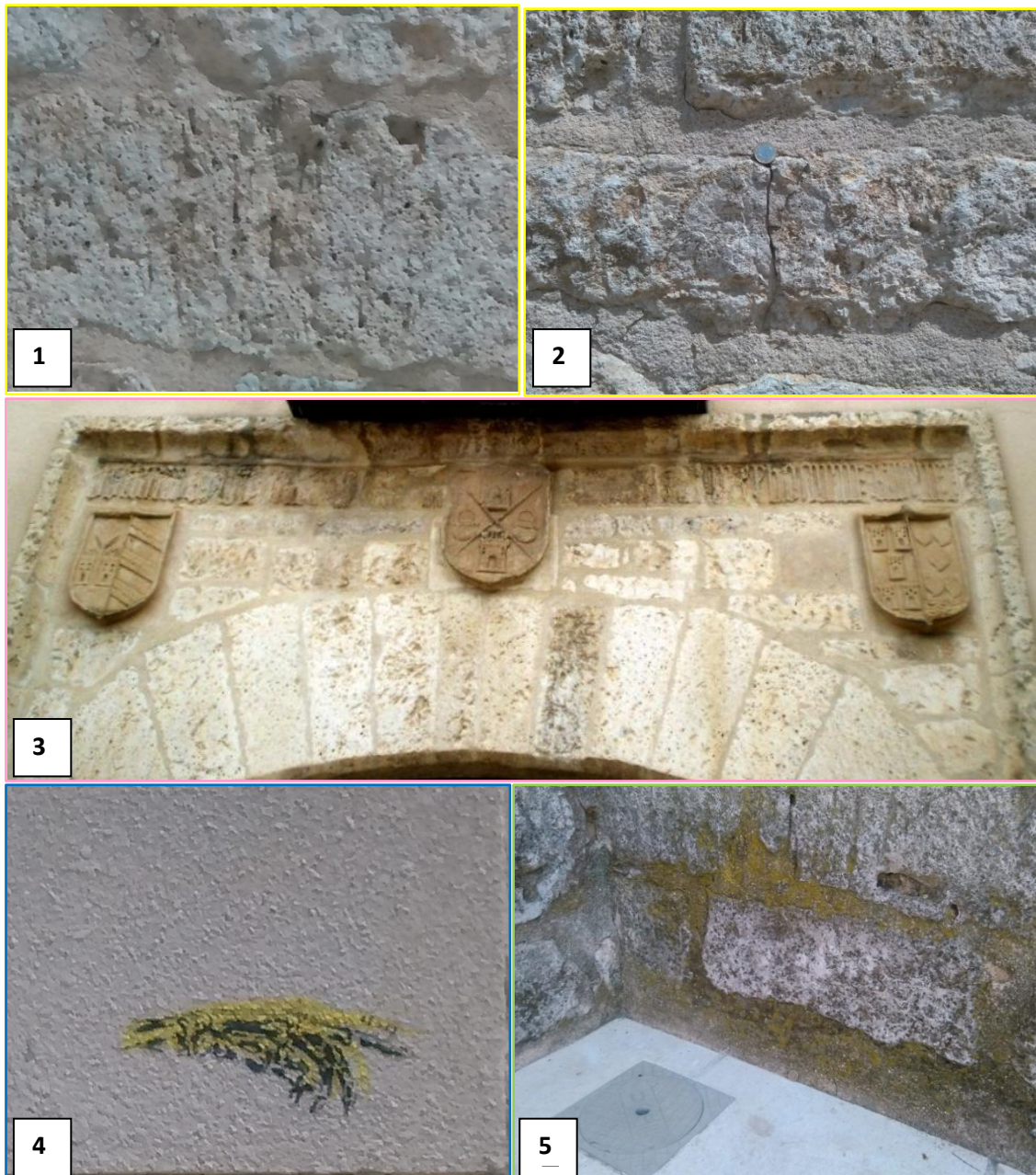
	crack, fisura o fractura
	perforación
	colonización biológica
	grafiti



Fig. 4.116. Fachada palacio de los marqueses de Castrillo. Patologías presentes en ella.



*Fig.4.117. Muestra de las patologías.*

Las imágenes 4.117.1 y 4.117.2. muestran fisuras en la caliza. La primera pequeñas fisuras y la segunda una fisura perpendicular que atraviesa el sillar por completo.

La parte superior de la portada está repleta de pequeñas perforaciones como muestra la figura 4.117.3.

La imagen 4.117.4. muestra uno de los dos grafitis existentes a ambos lados de la portada sobre el mortero.

Aparecen líquenes en la parte inferior de la fachada aunque aparecen también sobre los sillares, donde hay más acumulación es entre los sillares. (fig.4.117.5)



4.18. MONASTERIO DE SAN JOSÉ

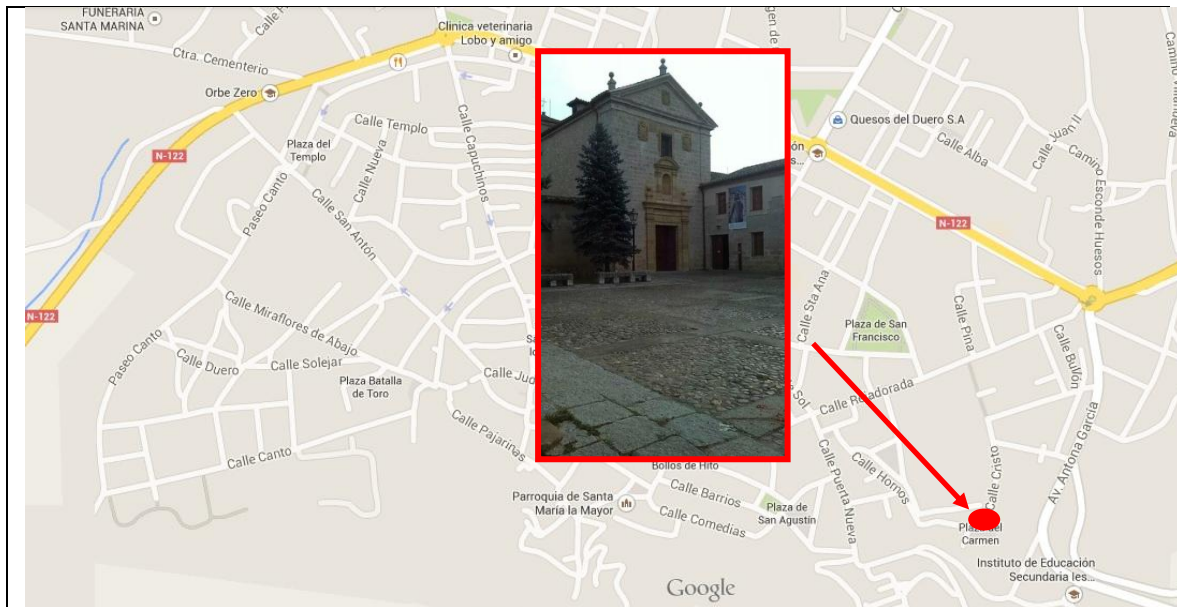


Fig. 4.118. Localización del monumento en el municipio de Toro

LITOTIPOS

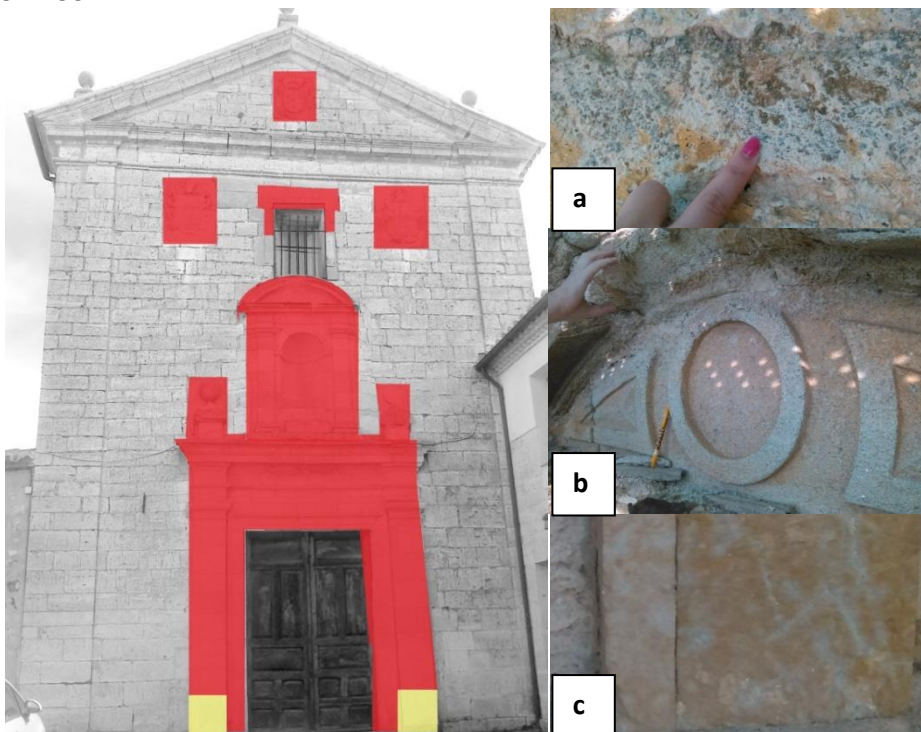


Fig. 4.119. Alzado del monasterio de San José. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a ) Detalle de la caliza. b) Detalle de la hornacina en granito silicificado c) Arenisca de sustitución.



La imagen esquemática de la figura 4.119. destaca muy bien los elementos en granito silicificado (en rojo) respecto de todo el resto de la edificación que está realizada en caliza bioclástica algo oquerosa en tonos crema.

En una de las últimas restauraciones se han colocado dos piezas de arenisca en la parte inferior de los laterales de la estructura sustituyendo al granito silicificado.

PATOLOGÍA

LEYENDA










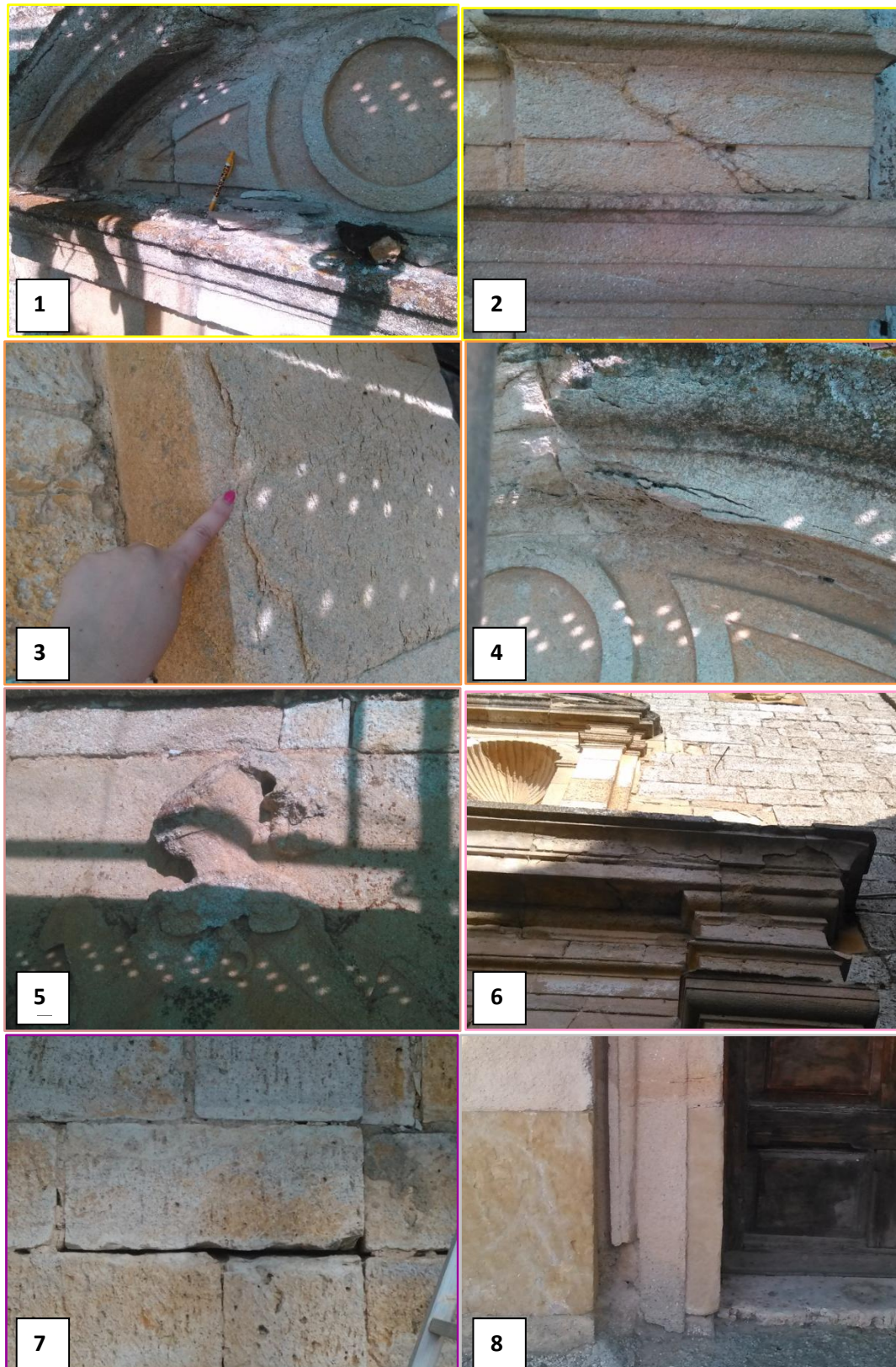
	crack, fisura o fractura
	laminación o desplazación
	desintegración
	peeling
	deposición
	erosión
	ausencia parcial
	decoloraciones
	ensuciamiento
	colonización biológica



Fig. 4.120. Alzado del monasterio de San José. Patologías presentes en el monumento



*Fig.4.121. Muestra de las patologías.*

La imagen 4.121.1. muestra una fisura vertical en el lado izquierdo del granito de la hornacina. La 4.121.2 también muestra una fractura, pero en este caso diagonal y situada en el capitel derecho de la portada



Las imágenes 4.121.3 y 4.121.4 muestran dos ejemplos de Desplacación en el granito. La primera de ellas de menor densidad, en el lateral derecho de la puerta y la segunda de mayor densidad, en la parte superior de la hornacina.

En cualquiera de las imágenes anteriores se puede apreciar el estado de desintegración en el que se encuentra el granito. Al igual que en la 4.121.5. en la que se muestra el estado de desintegración del escudo.

Sobre la portada vemos la evidencia del peeling (fig. 4.121.6)

En la imagen 4.121.7.vemos como se ha perdido el material entre sillares

Un ejemplo muy claro de ausencia parcial lo tenemos en la parte inferior del lateral izquierdo, en la imagen. (fig.4.121.8)

#### 4.19. REAL MONASTERIO DE SANTA CLARA



Fig.4.122. Localización del monumento en el municipio de Toro

#### LITOTIPOS

El Real monasterio de Santa clara está construido mayoritariamente en ladrillo destacando sobre este el zócalo y la portada de caliza (fig.4.123. d) y f))

En las imágenes a) b) y c) (fig. 4.123.) se muestran las columnas de granito. En la e) una columna de caliza incorporada en la última restauración de la plaza f) las columnas originales de caliza



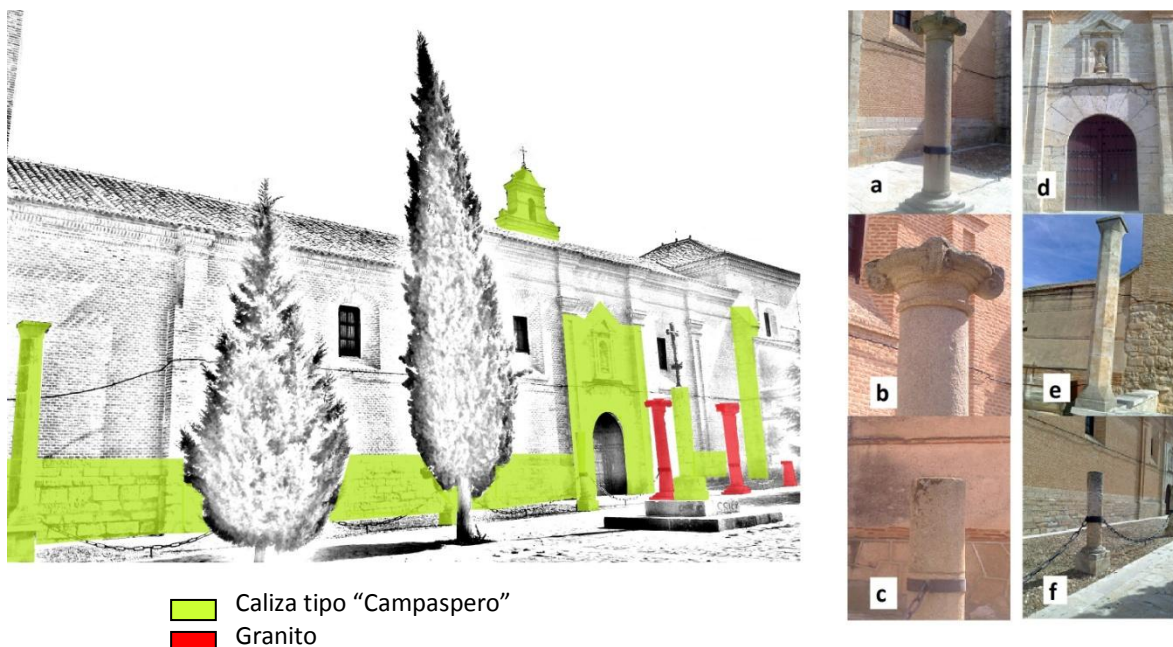


Fig.4.123. Fachada Real Monasterio de Santa Clara. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) b) c) Columnas en granito. d) portada en caliza. e) Columna en caliza de restauración. f) columnas en caliza.

PATOLOGÍAS

LEYENDA



Fig. 4.124.. Fachada Real Monasterio de Santa Clara. Patologías presentes en el monumento





*Fig.4.125. Muestra de las patologías.*

Las imágenes 4.125.1. y 4.125.2. muestran dos fisuras de la caliza.

La primera, que se sitúa en el lado izquierdo de la puerta, es una fisura vertical que ha sido rellenada recientemente.

Y la segunda, que está en el porche de edificación posterior, es una fisura diagonal que atraviesa toda la pieza de caliza.

En la imagen 4.125.3. se muestra un capitel de una de las columnas de granito y la desintegración de su parte superior.

La imagen 4.125.4.muestrga como la erosión ha producido un vaciado del material entre los sillares de caliza.

Como ejemplo de daños mecánico tenemos un rallado antrópico en la caliza de las columnas de la izquierda posteriores a la construcción original (fig. 4.125.5). Encima de este encontramos un grafiti .

Como ausencia parcial tenemos ejemplos muy evidentes como son las imágenes 4.125.6 y 4.125.7. que muestran la ausencia de la parte superior de la primera columna de caliza de la derecha y la primera de granito respectivamente.

En la imagen 4.125.8. vemos decoloración por óxidos en la caliza de una de las columnas y además una fisura de gran tamaño en forma de “L” ligeramente girada, en la parte inferior de la misma.

En la imagen 4.125.9 también encontramos decoloración en la parte superior de la segunda columna de granito producida por la disolución de elementos de cobre.

#### 4.20. PUERTA DE CORREDERA

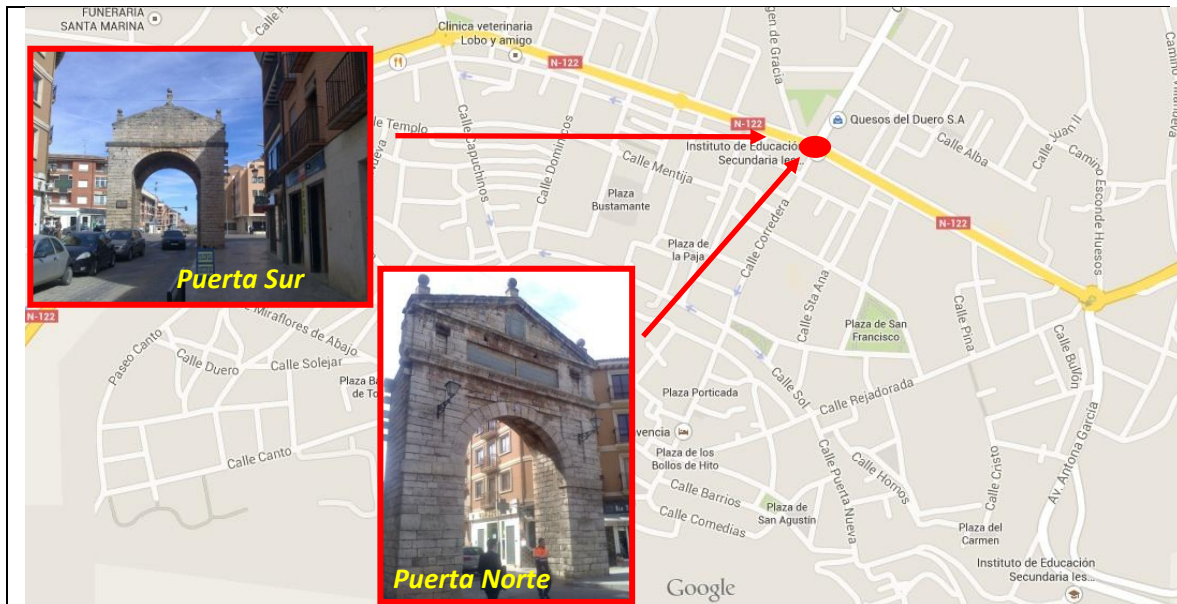


Fig. 4.126. Localización del monumento en el municipio de Toro

#### Puerta Norte

##### LITOTIPOS

Esta puerta es el único monumento en el que encontraremos la pizarra, la cual está destacada en morado en la figura fig.4.127. Ha sido utilizada como elemento decorativo en la placa grabada y en el escudo central (fig.4.127.a).

Como colofón tenemos los macetones en granito (fig 4.127 b) sin olvidar que el litotipo principal es la caliza (fig.4.127.c)



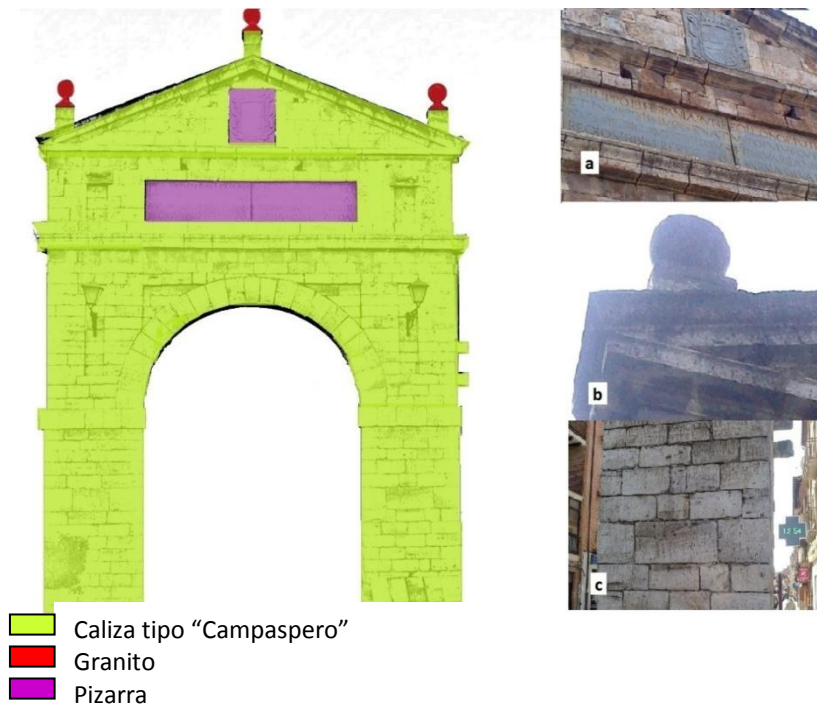


Fig. 4.127. Puerta Norte Arco de Corredera. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) Escudo y placa en pizarra. b) Macetón en granito c) Detalle del arco en caliza

PATOLOGÍAS

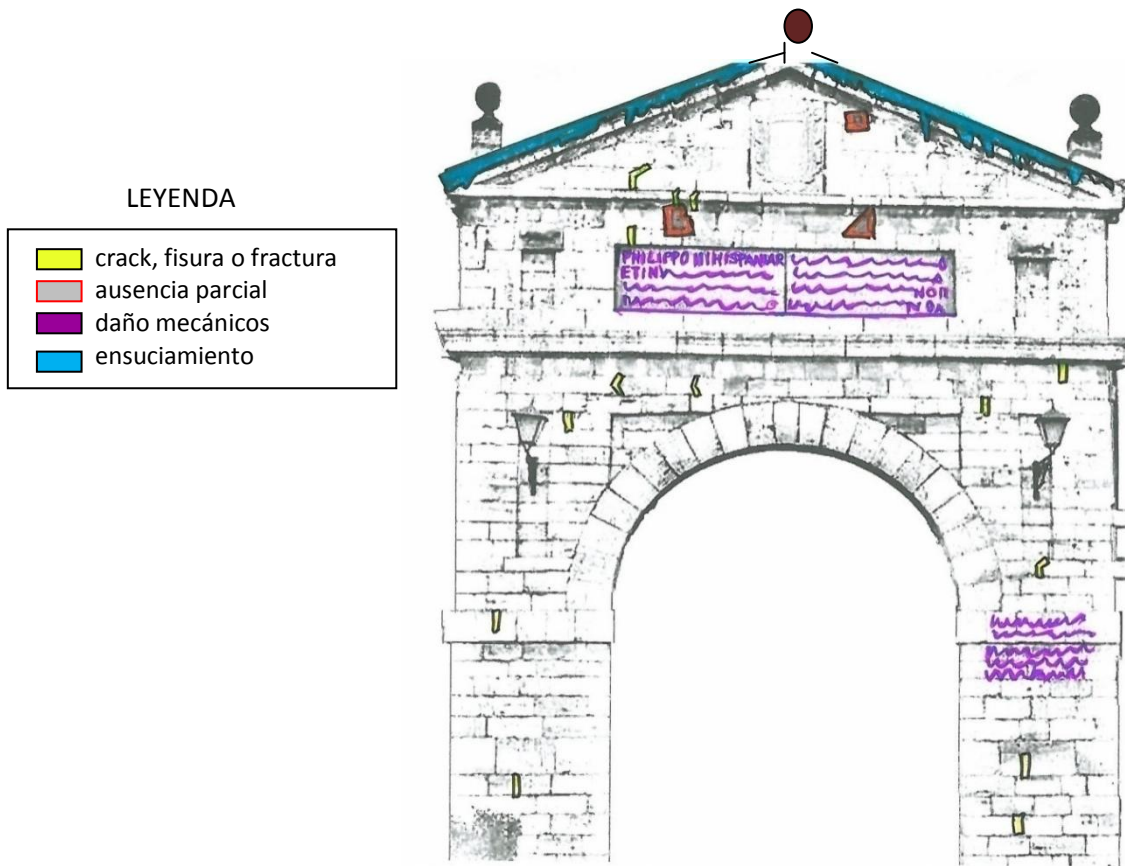


Fig. 4.128. Puerta Norte Arco de Corredera. Patologías presentes en el monumento

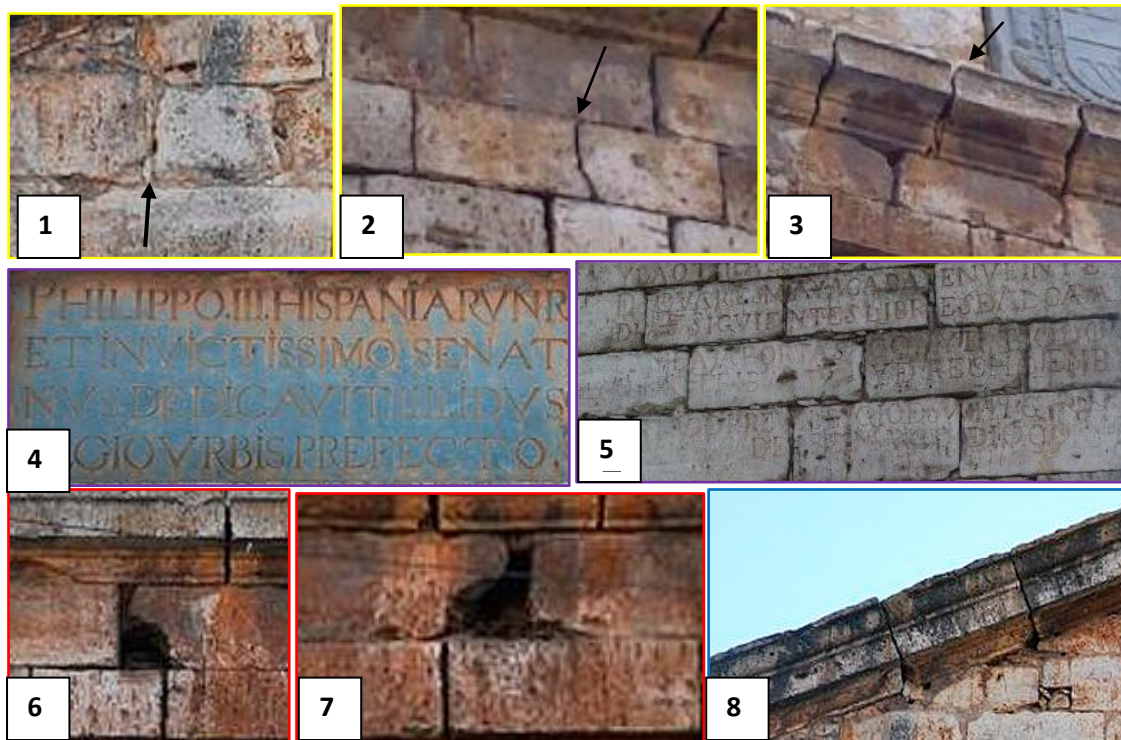


Fig.4.129. Muestra de las patologías.

Las imágenes 4.129.1, 4.129.2. y 4.129.3. muestran todas fisuras verticales en la caliza que dividen por completo un sillar en dos.

Las imágenes 4.129.4 y 4.129.5. muestran grabados considerados como daño mecánico antrópico según glosario *ICOMOS International Scientific Committee for Stone (ISCS) 2008*. La primera en pizarra y la segunda en caliza.

Las imágenes 4.129.6. y 4.129.7. muestran dos fragmentaciones de la caliza situados sobre la pizarra del grabado.

En el “tejado” vemos como se produce una pátina por ensuciamiento y la imagen 4.129.8.nos muestra una foto en detalle de esta.

## Puerta Sur

### LITOTIPOS

La diferencia, en cuanto a litotipos se refiere, entre la puerta Sur y la Norte de este mismo arco es que en la puerta Sur no encontramos la pizarra del grabado y el escudo que sí aparece en el alzado Norte. Por lo demás son prácticamente idénticos.



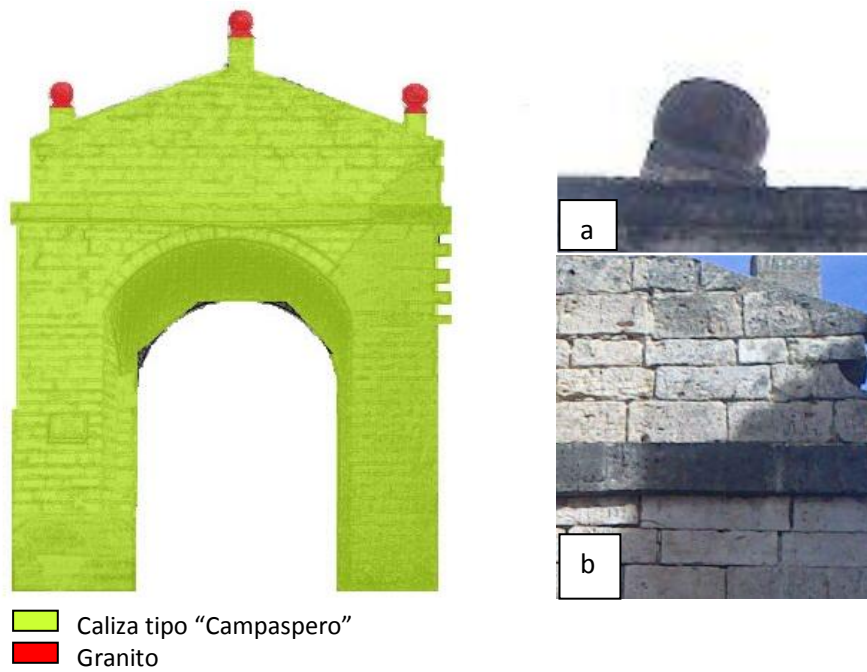


Fig. 4.130. Puerta Sur Arco de Corredera. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) Macetón de granito. b) Detalle del arco en caliza.

#### PATOLOGÍAS

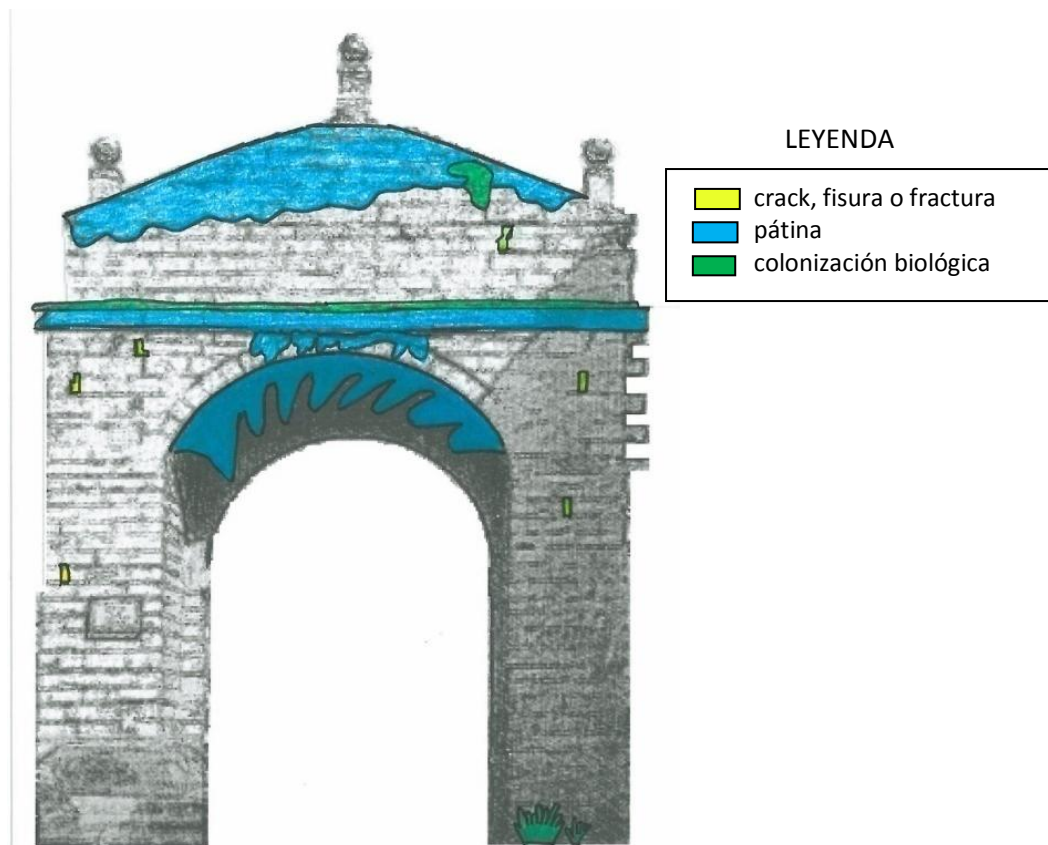


Fig. 4.131. Puerta Sur Arco de Corredera. Patologías presentes en el monumento



Fig.4.132. Muestra de las patologías.

Las imágenes de la figura 4.132. muestran ejemplo de las fisuras, la pátina de ensuciamiento y la colonización biológica. La 4.132.1. muestra un sillar de piedra caliza atravesado por dos fisuras; la 4.132.2. la pátina de ensuciamiento que aparece bajo el arco y la 4.132.3. vegetación desarrollada sobre la caliza en la base de la estructura.

#### 4.21. ERMITA DE NUESTRA SEÑORA DEL CANTO

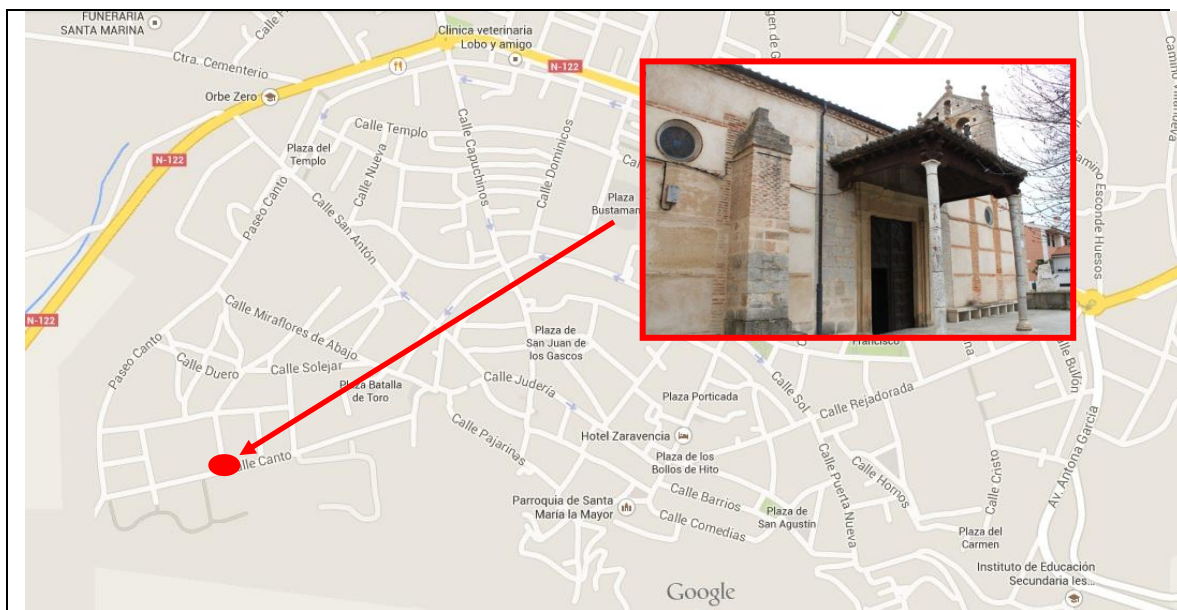


Fig. 4.133. Localización del monumento en el municipio de Toro

#### LITOTIPOS

La ermita de la patrona de la ciudad es una construcción en ladrillo y mortero con detalles en caliza ocre oquerosa tales como el campanario, el zócalo y el pórtico destacados en verde en la figura (fig.4.134.) las columnas de la entrada aunque también son de piedra caliza son de una caliza blanquecina algo menos oquerosa tal y como se muestra en la figura (fig.4.136.7.)

También cabe destacar en la portada la utilización de granito silicificado destacado en color rojo en el esquema de la figura 4.134.



Alzado Norte



- Caliza tipo "Campaspero"
- Granito

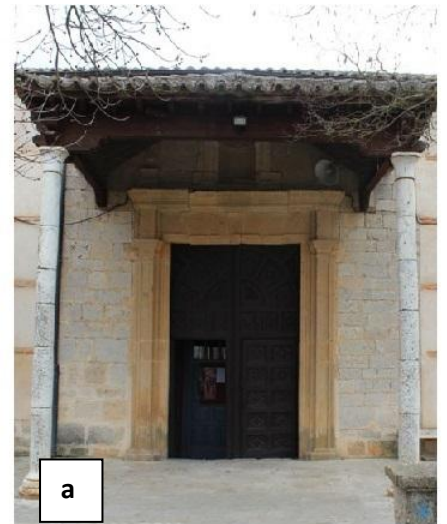
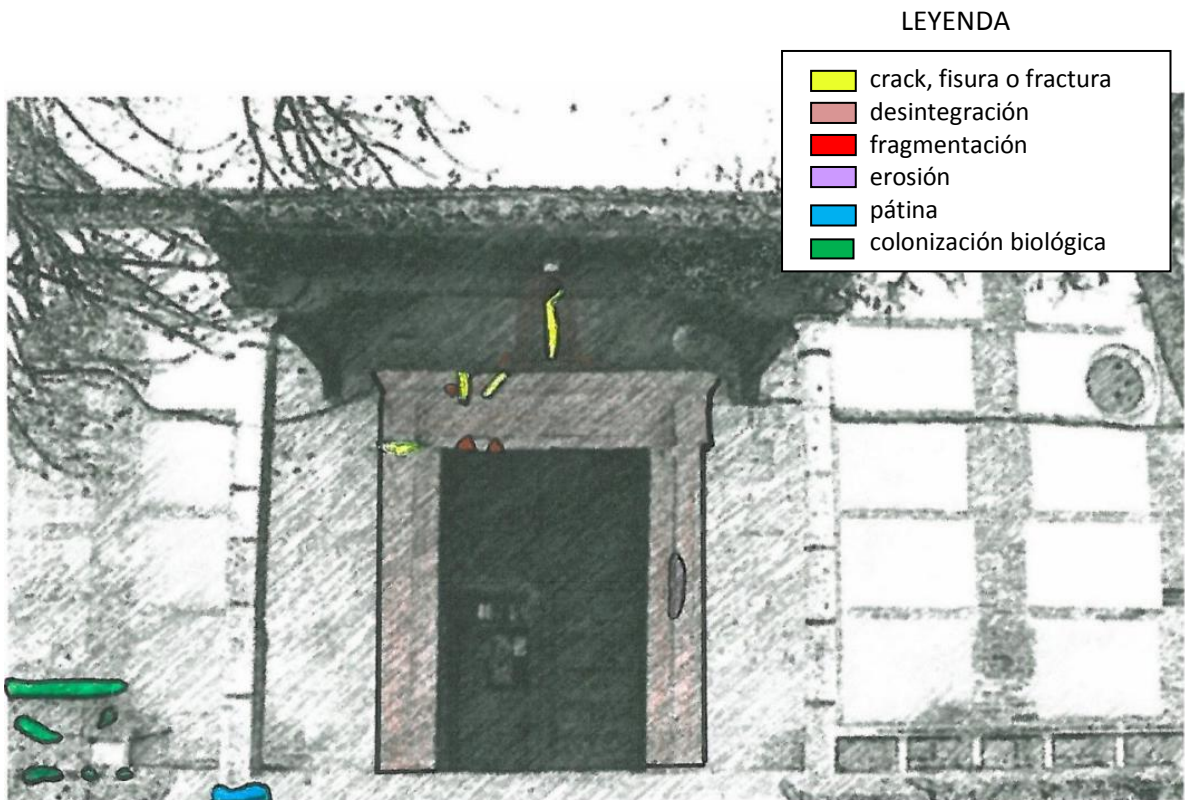


Fig. 4.134. Alzado Norte Ermita Nuestra Señora del Canto. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a ) Detalle portada principal

PATOLOGÍAS



LEYENDA

- crack, fisura o fractura
- desintegración
- fragmentación
- erosión
- pátina
- colonización biológica

Fig. 4.135. Portada Ermita Nuestra Señora del Canto. Patologías presentes en el monumento



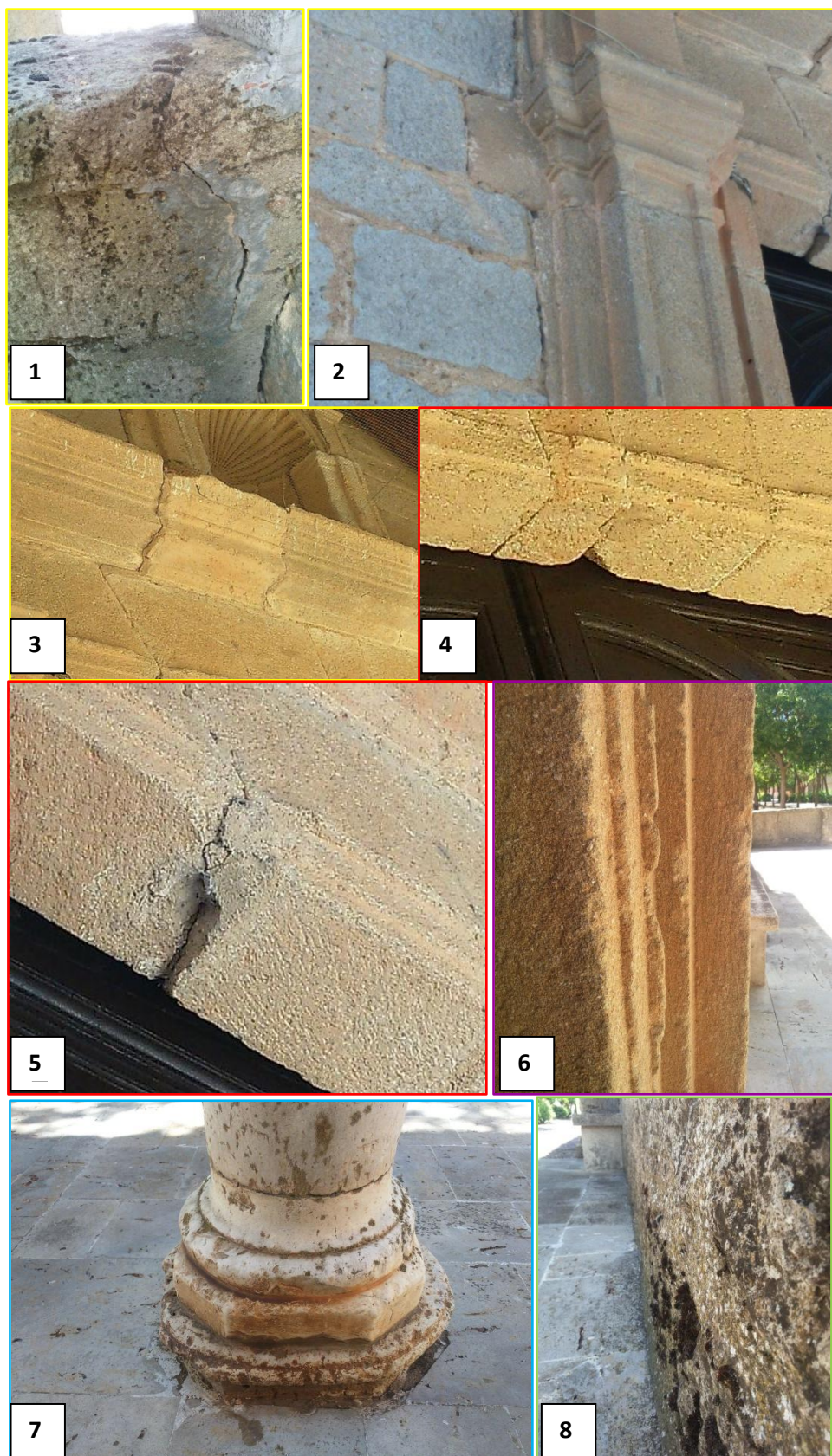


Fig.4.136. Muestra de las patologías.

Las imágenes 4.136.1, 3.123.2.y 3.123.3 muestran tres fisuras. En la imagen 4.136.1. vemos una fisura vertical de la caliza de un bloque de la entrada; en la 4.136.2. la fisura es horizontal y atraviesa el dintel izquierdo de granito silicificado y en la 4.136.3 lo que tenemos es una fisura vertical que atraviesa el granito silicificado situado bajo la hornacina.

Las imágenes 4.136.4 y 4.136.5.son muestras de la misma fragmentación de granito sobre la puerta de la entrada. Si nos fijamos bien sobre todo en la 4.136.5. vemos que la fragmentación se ha desarrollado a raíz de una fisura.

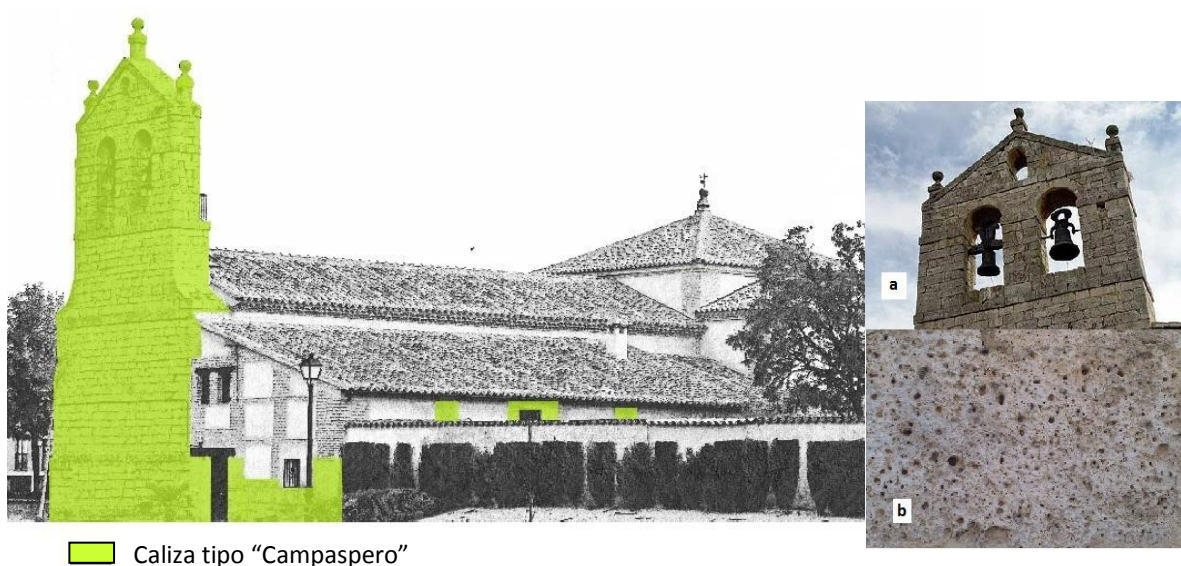
En la imagen 4.136.6. además de la desintegración del granito silicificado podemos ver como la erosión ha hecho mella en el lateral derecho de la puerta.

En los pies de las columnas del porche vemos decoloración por óxidos (fig.4.136.7.).

En el zócalo de la estructura se han desarrollado líquenes y musgo (fig.4.136.8.).

### Alzado Suroeste

#### LITOTIPOS



*Fig. 4.137. Alzado Suroeste Ermita Nuestra Señora del Canto. Litotipos utilizados en su construcción y restauración a) Campanario en caliza, b) Detalle de la caliza del zócalo.*

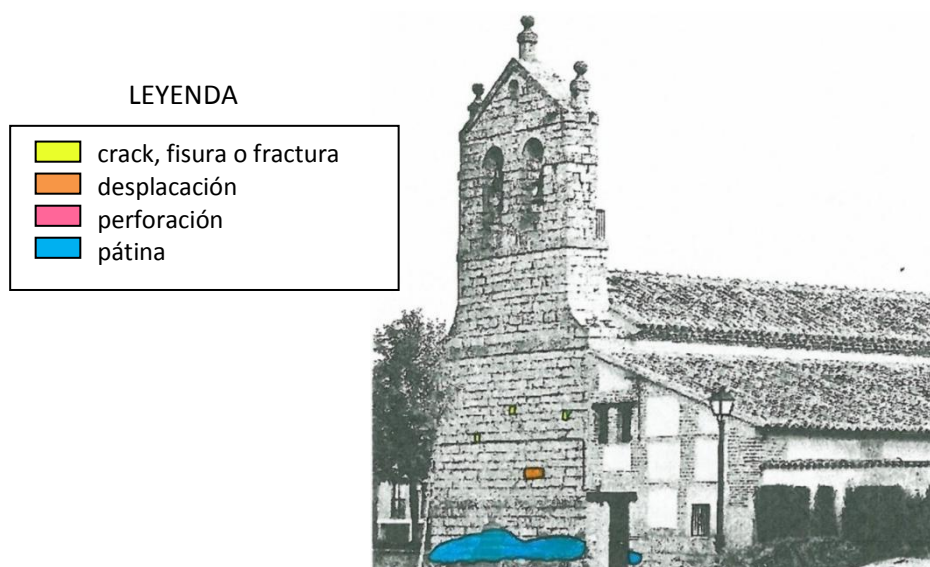
Desde este otro punto de vista de la misma edificación podemos observar claramente como la caliza cubre prácticamente toda la cara Oeste de la ermita desde el suelo hasta el campanario (fig.4.137.a.) destacado de nuevo en verde en el esquema (fig.4.137. ).

Esta caliza también se encuentra rodeando unas ventanas de orientación Sur, pero apenas se pueden apreciar ya que se encuentran tras la tapia y en el zócalo.

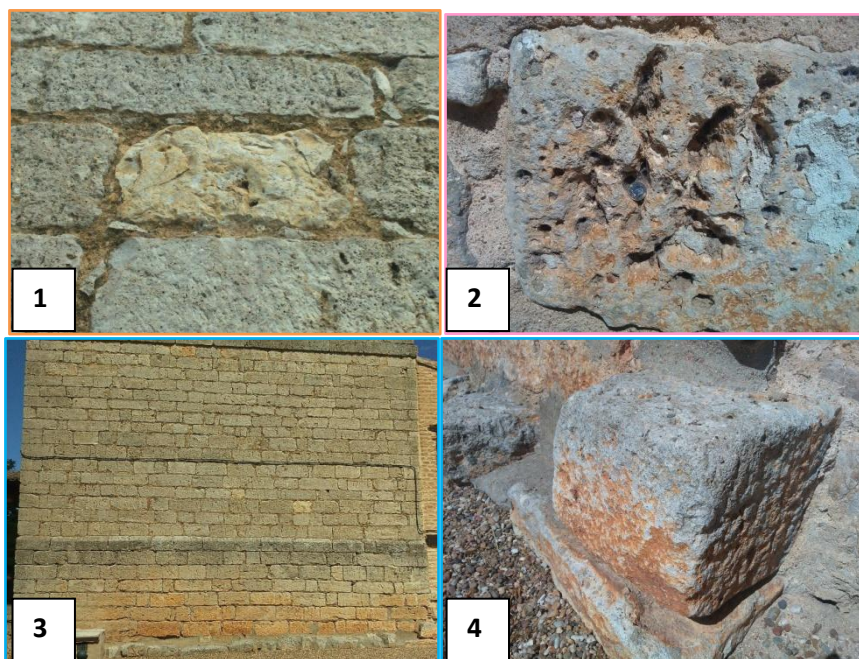
De este último se ha tomado la imagen de la fig.4.137.b) de forma que se aprecia fácilmente su textura.



PATOLOGÍAS



*Fig. 3.138. Alzado Suroeste Ermita Nuestra Señora del Canto. Patologías presentes en el monumento*



*Fig.4.139. Muestra de las patologías.*

La imagen 4.139.1. muestra la desplazación que se da a unos cuatro metros de altura en la pared oeste en un sillar en concreto. En el resto de los sillares que rodean a este se desarrollan pequeñas fisuras sin importancia dentro de los mismos sillares.

La imagen 4.139.2. muestra las perforaciones que hay en las calizas.

La imagen 4.139.3. y la 4.139.4 vemos la pátina ocre de la parte inferior a distancia y en detalle respectivamente.



#### 4.22. IGLESIA DE SANTO TOMÁS CANTAURIENSE

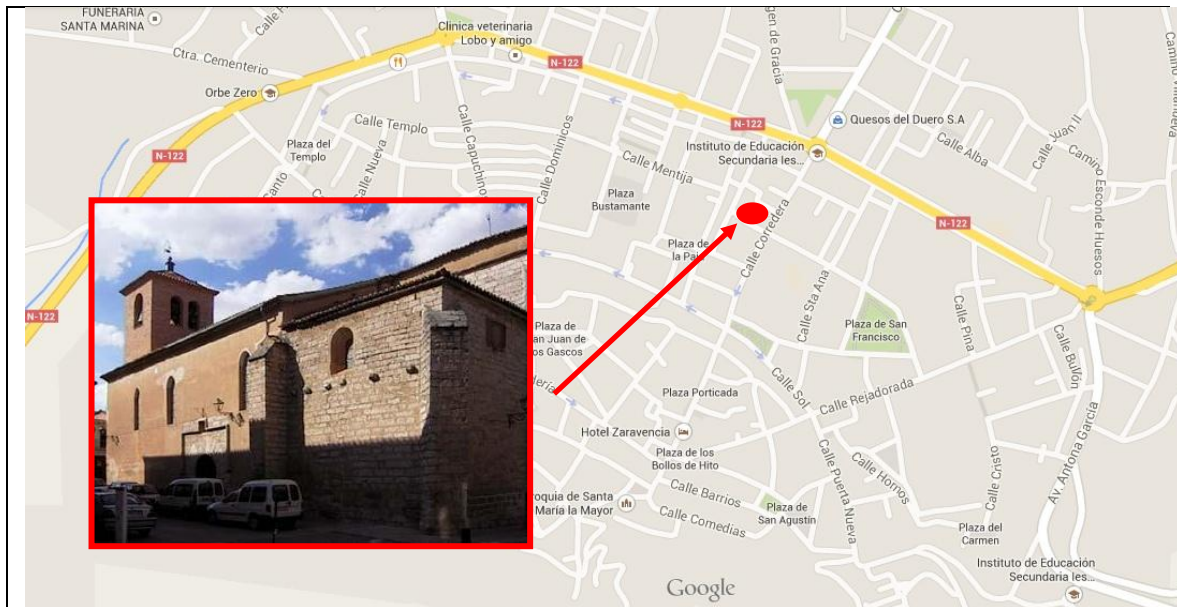


Fig.4.140. Localización del monumento en el municipio de Toro

#### LITOTIPOS







Fig.4.141 Alzado Este Santo Tomás Cantauriense. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) Portada principal en caliza b) Ventana en arenisca

Tanto en estilo como en el tipo de rocas que componen la iglesia, Santo Tomás Cantauriense presenta grandes similitudes con la iglesia de la Santísima Trinidad.

Ambas presentan Caliza en la parte Este del monumento y el zócalo pero en el caso de Santo Tomás recorre también la puerta por completo. Al igual que en la iglesia mencionada en esta se pueden observar ventanas en arenisca.

#### PATOLOGÍAS

##### LEYENDA

	crack, fisura o fractura
	pátina
	ensuciamiento
	colonización biológica



*Fig. 4.142. Alzado Este Santo Tomás Cantauriense Patologías presentes en el monumento*

La imagen 4.142.1 muestra las pequeñas fisuras que hay en los sillares de caliza.

La pátina ocre que aparece en la parte inferior de la estructura está reflejada en la imagen 4.142.2. y si nos fijamos en la misma imagen también podemos ver colonización biológica en la base de la estructura. Esta imagen pertenece al lado Este.

La imagen 4.142.3. nos muestra el ensuciamiento en la parte superior de las columnas. Esta en concreto es la de la esquina Sur-Este.

La imagen 4.142.4. pertenece al alzado Sur, es la parte inferior de la fachada junto a la puerta. Y muestra el crecimiento de vegetación en la caliza de la parte inferior y líquenes sobre la misma caliza.



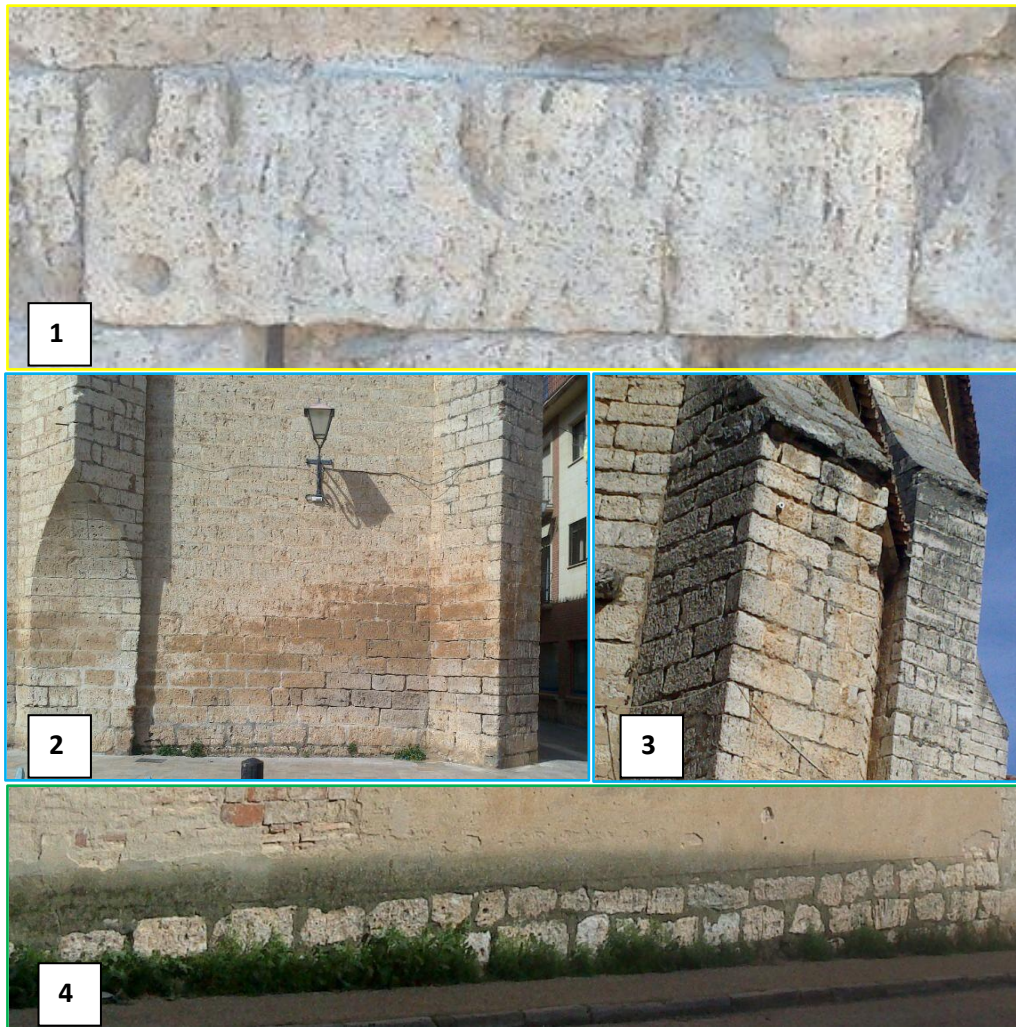


Fig.4.143.Muestra de las patologías.

#### 4.23. CASA DE LA NUNCIATURA



Fig.4.144.Localización del monumento en el municipio de Toro



LITOTIPOS

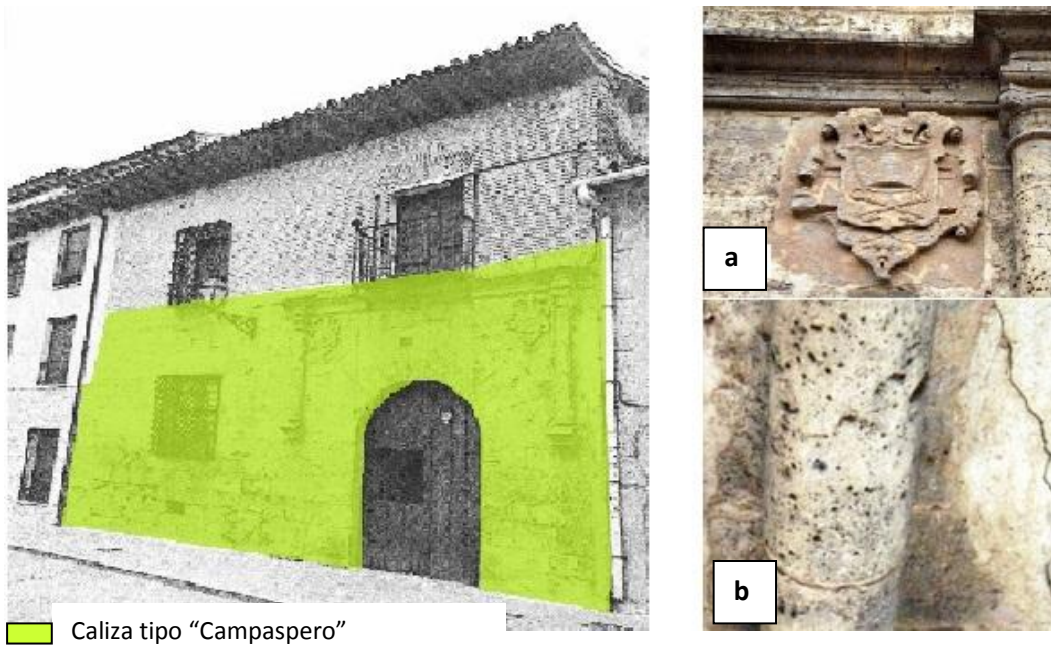


Fig.4.145. Fachada de la casa de la Nunciatura. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a ) Escudo en caliza b) Detalle de la columna en caliza

En esta fachada solo cabe destacar un solo tipo de piedra, la caliza oquerosa de color gris que forma toda la parte inferior incluidas las decoraciones como los dos escudos (fig. 4.145.a) y las columnas (fig.4.145 .b)

PATOLOGÍAS

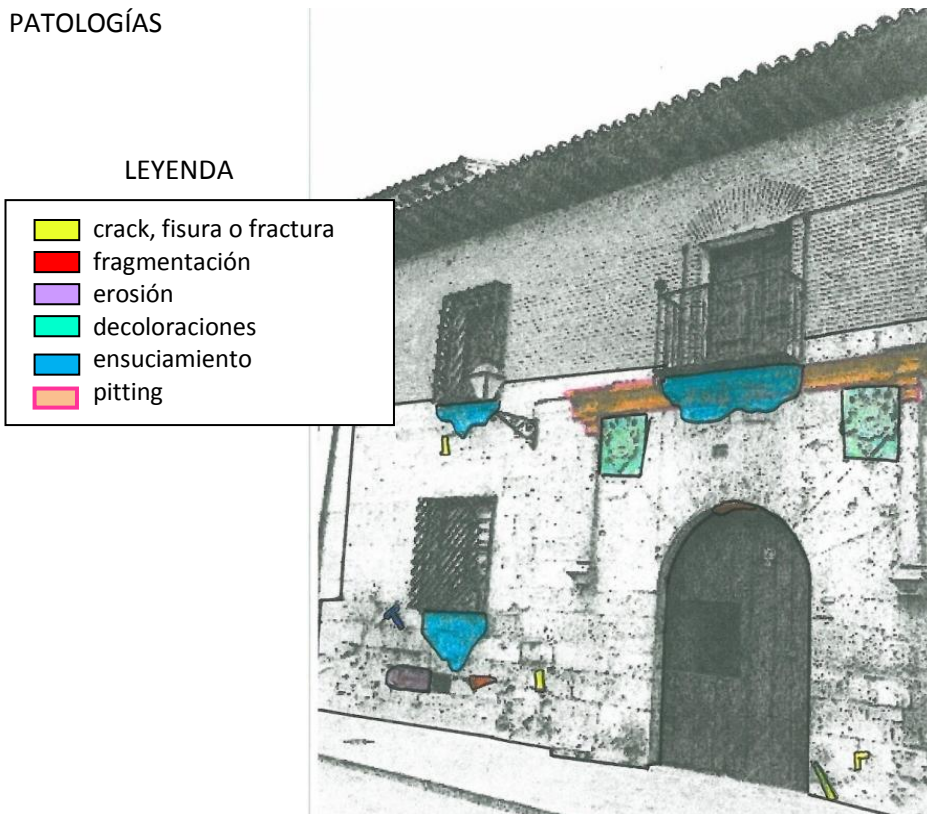
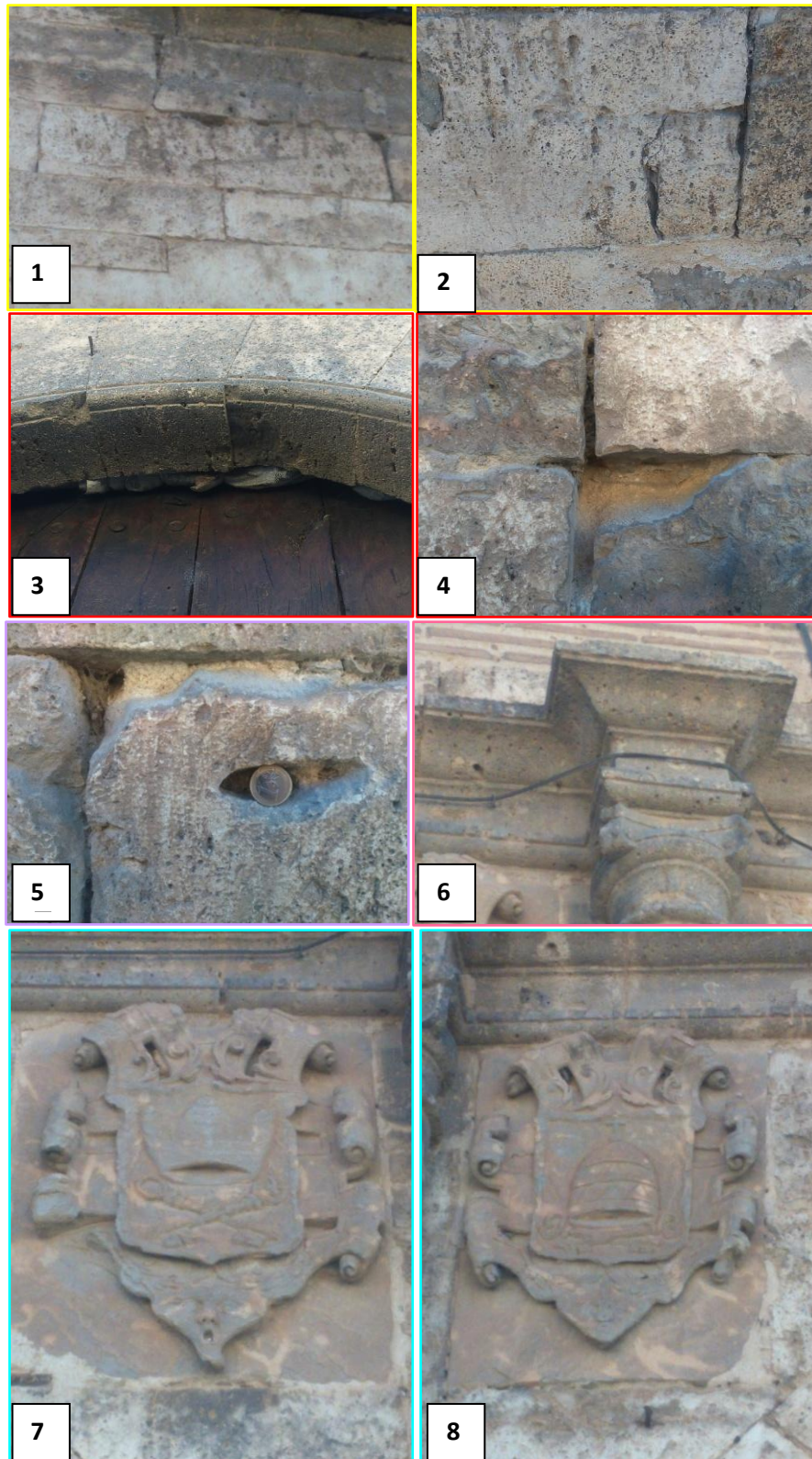


Fig. 3.146. Fachada de la casa de la Nunciatura. Patologías presentes en el monumento



*Fig.4.147. Muestra de las patologías.*

Las imágenes 4.147.1 y 4.147.2. muestran fisuras y fracturas en varios sillares de caliza. La primera se sitúa junto a la ventana superior izquierda y la segunda en la parte inferior derecha junto a la puerta. Sobre la puerta (fig.4.147.3) y en el zócalo de caliza (fig. 4.147.4 ) encontramos fragmentación.



En la imagen 4.147.5., localizada bajo la ventana del piso inferior, vemos la pérdida de un componente, de forma que queda un hueco de gran tamaño, centimétrico. Además vemos el redondeamiento del sillar que lo contenía. Y si nos fijamos en esta misma imagen podemos ver una fragmentación en la unión de sillares.

El pitting o repicado aparece en los dinteles y en la repisa sobre la puerta, una muestra de este pitting lo exponemos en la imagen 4.147.6.

Las imágenes 3.144.7 y 4.147.8. muestran decoloración en los escudos en forma de escorrentía.

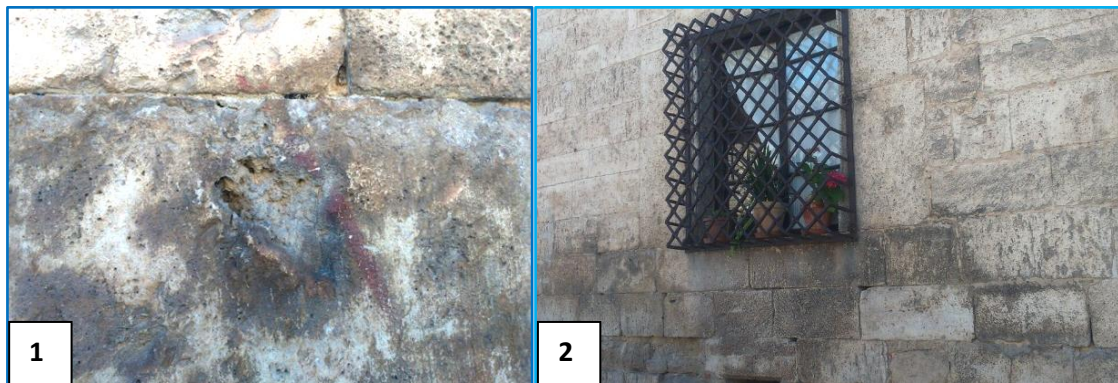


Fig.4.148. Muestra de las patologías.

La imagen 4.148.1. muestra restos de un grafiti en color rojo. El cual es difícil de apreciar, debido a que ha sido limpiado además se encuentra sobre una perforación y recubierto por la pátina de ensuciamiento oscura de la imagen 4.148.2.

Esta pátina de ensuciamiento que aparece bajo las ventanas la exponemos en la imagen 4.148.2, esta pátina se produce por sobre todo por el efecto de la humedad producida ya no solo por la lluvia y otros efectos climáticos, sino que se acrecienta por la escorrentía del riego de plantas domésticas.

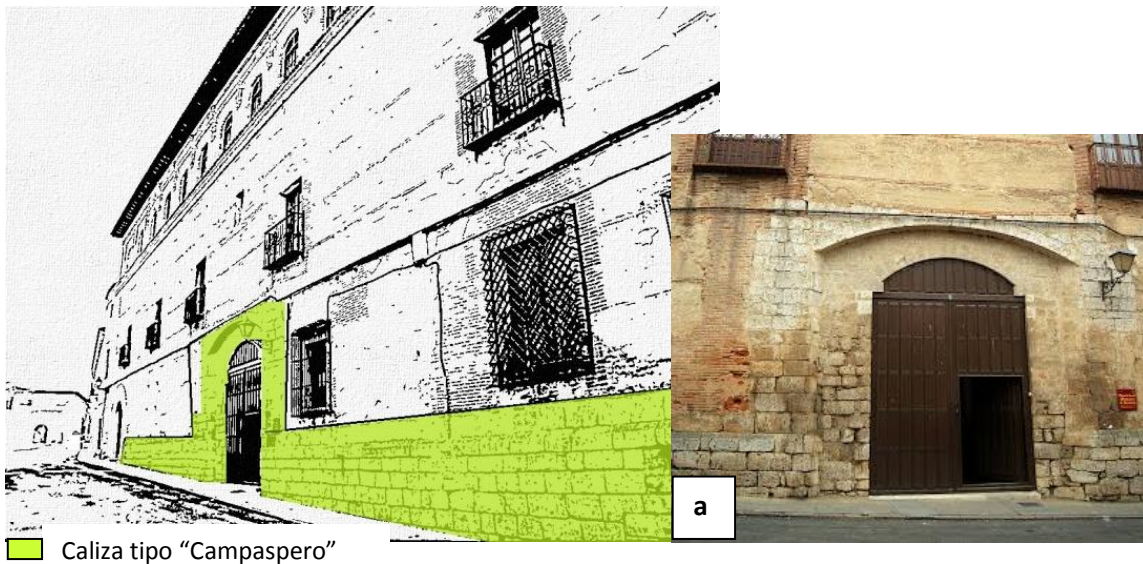
#### 4.24. PALACIO DE LOS MARQUES DE ALCAÑICES



Fig.4.149. Localización del monumento en el municipio de Toro

Alzado Norte

LITOTIPOS



Caliza tipo "Campaspero"

Fig.4.150. Fachada palacio de los marqueses de Alcañices. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) Portada en caliza

La grandiosa fachada de tres plantas de este palacio continúa con la estructura típica de los monumentos toresanos que como ya hemos visto consiste en realizar la construcción en ladrillo y mortero con el zócalo y algunos detalles como las esquinas en caliza.

PATOLOGÍAS

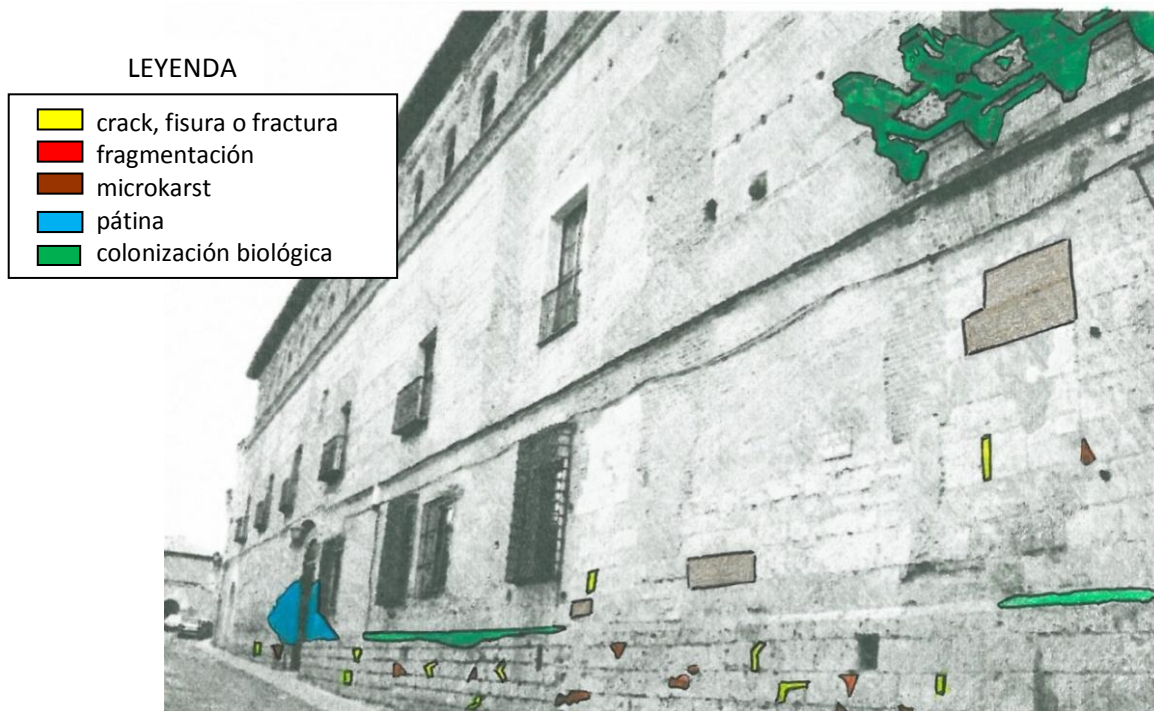
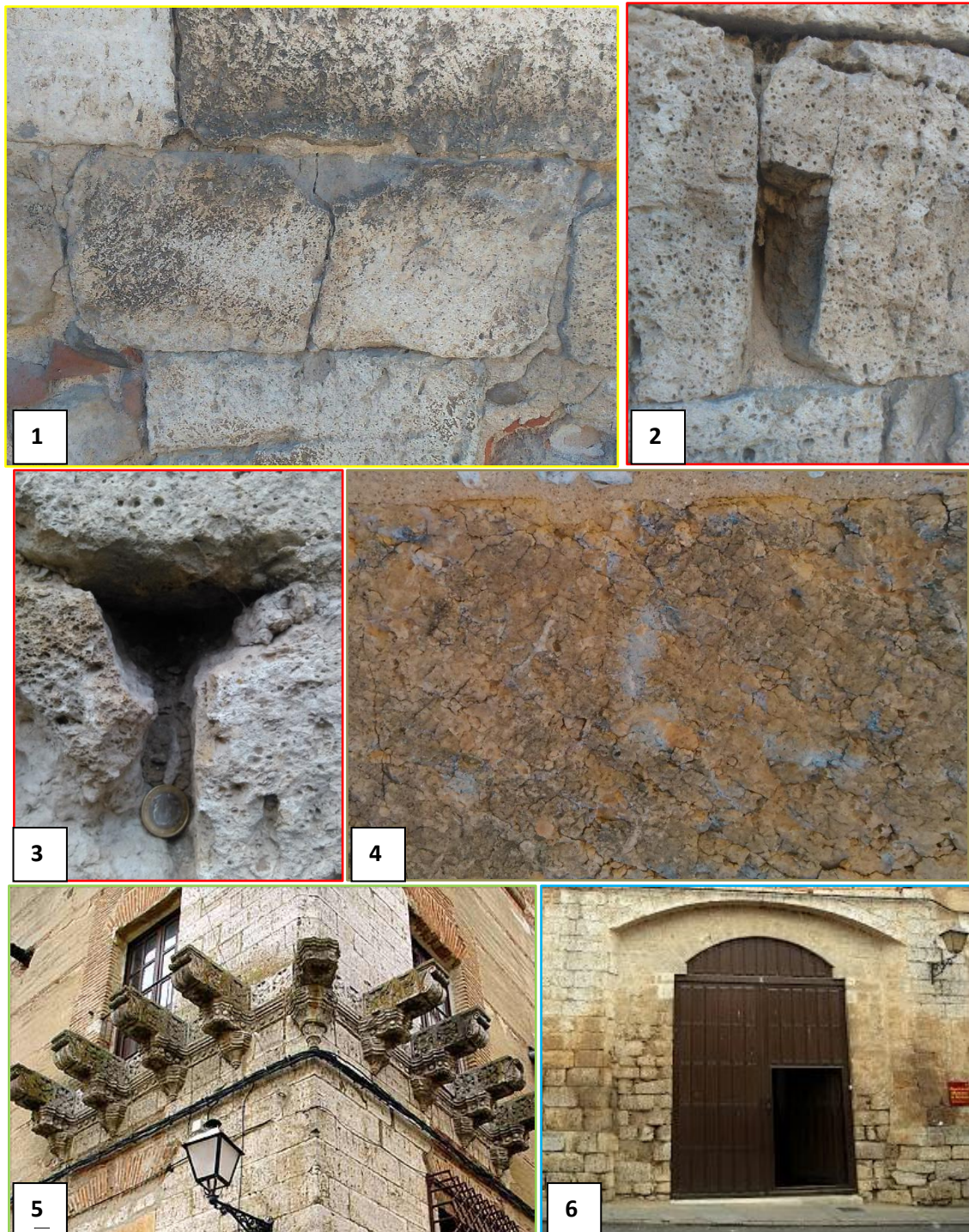


Fig. 4.151. Fachada palacio de los marqueses de Alcañices Patologías presentes en ella.





*Fig.4.152. Muestra de las patologías.*

La imagen 4.152.1. muestra una fisura vertical que atraviesa un sillar de caliza situado en el zócalo.

Las imágenes 4.152.2. y 4.152.3. muestran dos ejemplos distintos de fragmentación ambos en la unión de los sillares.

Bajo el balcón de la esquina derecha hay unos sillares que presentan microkarst (fig.4.152.4.)

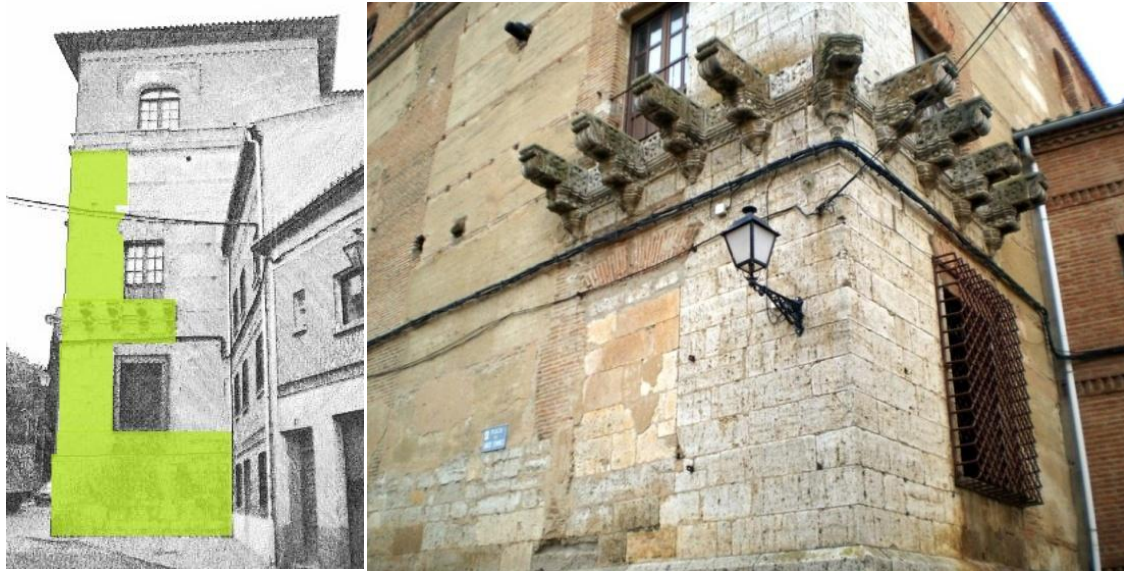


La imagen 4.152.5. muestra los dinteles del esquinazo recubiertos de líquenes

En el zócalo, junto a la puerta (a ambos lados de esta) aparece una pátina ocre que recubre la caliza. Esta pátina la vemos en la imagen 4.152.6.

### Alzado Oeste

#### LITOTIPOS







 Caliza tipo "Campaspero"

*Fig.4.153. Alzado Oeste palacio de los marqueses de Alcañices. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a ) Esquina y dinteles en caliza.*

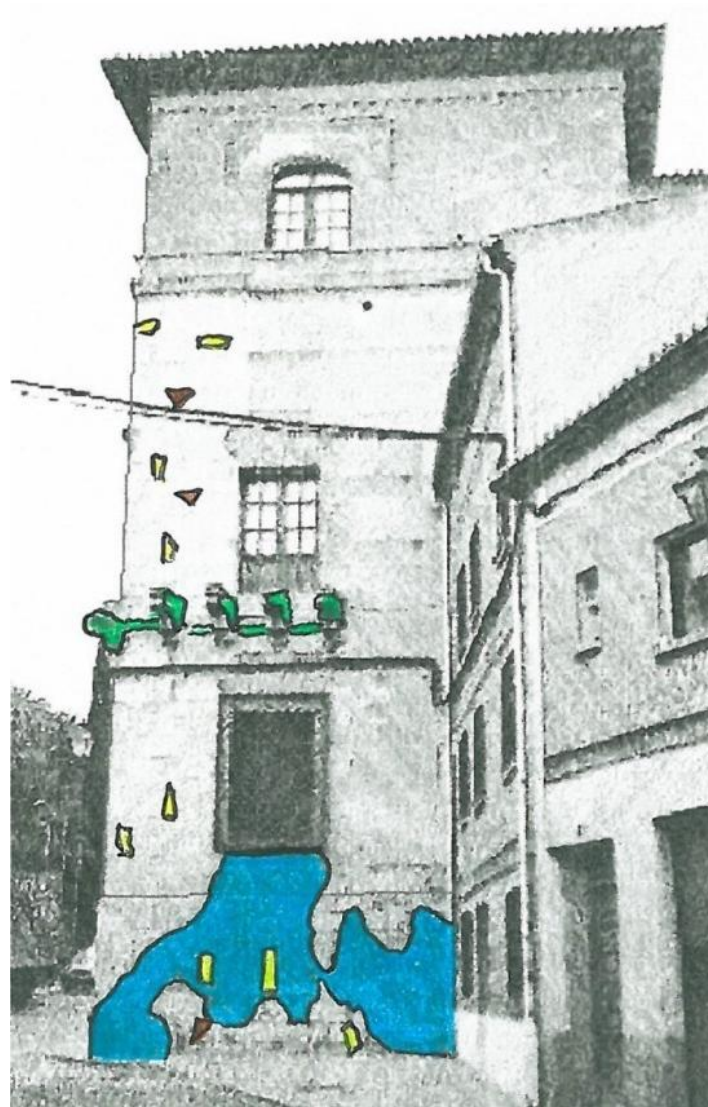
En el alzado Oeste de este palacio renacentista se puede apreciar mejor la utilización de la piedra caliza tanto de forma constructiva en sí como de forma decorativa, ya que mostramos como no solo está situada en el zócalo sino que asciende por la fachada hasta la parte inferior de la tercera planta y forma los dinteles.

#### PATOLOGÍAS

##### LEYENDA

	crack, fisura o fractura
	fragmentación
	pátina
	colonización biológica





*Fig. 4.154. Alzado Oeste palacio de los marqueses de Alcañices. Patologías presentes en el monumento*

En la imagen 4.155.1. vemos un sillar de caliza atravesado completamente por una fisura vertical..

En la 4.155.2 se muestran en detalle unas pequeñas fragmentaciones en el contacto entre sillares. Aunque en esta última también se pueden apreciar pequeñas perforaciones típicas de la roca caliza.

La imagen 4.155.3.muestra la pátina ocre en la caliza del zócalo

Aunque la imagen 4.155.4. pretende mostrar la colonización biológica sobre los dinteles de la esquina. También podemos ver en ella pequeñas fisuras sobre la caliza.

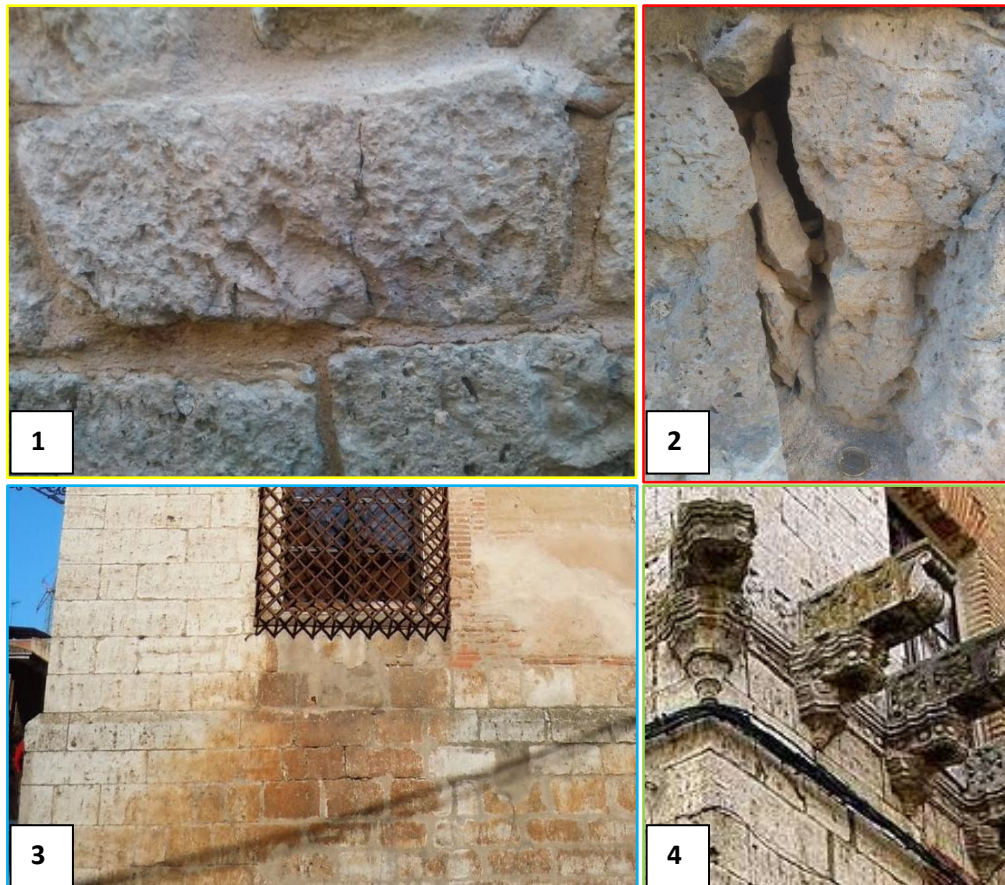


Fig.4.155. Muestra de las patologías.

#### 4.25. ARCO DEL POSTIGO



Fig. 4.156. Localización del monumento en el municipio de Toro



**Puerta Sur**

LITOTIPOS



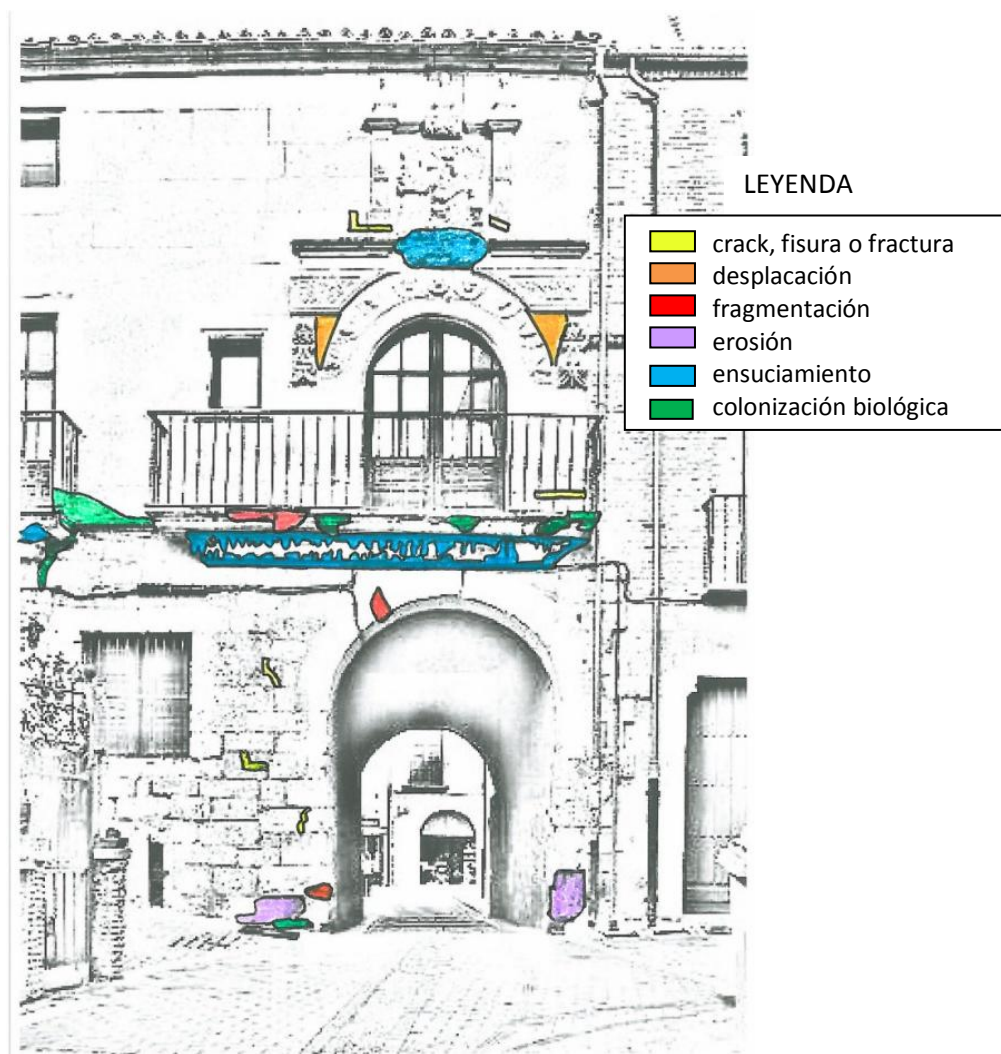
*Fig.4.157. Puerta Sur Arco del Postigo. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) Detalle en arenisca situado en la parte superior del balcón. b) caliza de la parte inferior*

Esta puerta del recinto amurallado de la villa está realizada en piedra caliza beige toda su parte inferior y en arenisca ocre-crema con jaspeado marrón rojizo el arco y la parte superior tal y como se muestra en el esquema de la fig.4.157.

Se han querido destacar las exquisitas figuras situadas sobre el balcón y realizadas en arenisca (4.157. a) y a también una imagen a (fig. 4.157.b) de la caliza de la parte inferior en la cual se puede apreciar la textura.

**PATOLOGÍAS**

Este arco ha sido restaurado en varias ocasiones, por lo que alguna de sus partes han sido reemplazadas , sobretodo en la arenisca de la parte superior ,para la cual se ha utilizado Arenisca de Villamayor, debido a sus similitudes con la original.



*Fig. 4.158. Puerta Sur Arco del Postigo. Patologías presentes en el monumento*

Las imágenes 4.159.1, 4.159.2. y 4.159.3. muestran tres fisuras horizontales en la arenisca. La primera se sitúa en la parte inferior derecha del balcón. Las otras dos a ambos lados del escudo.

En la caliza del balcón tenemos como muestra la figura 4.159.4. fragmentación. En la imagen 4.159.7. también tenemos fragmentación en la arenisca.

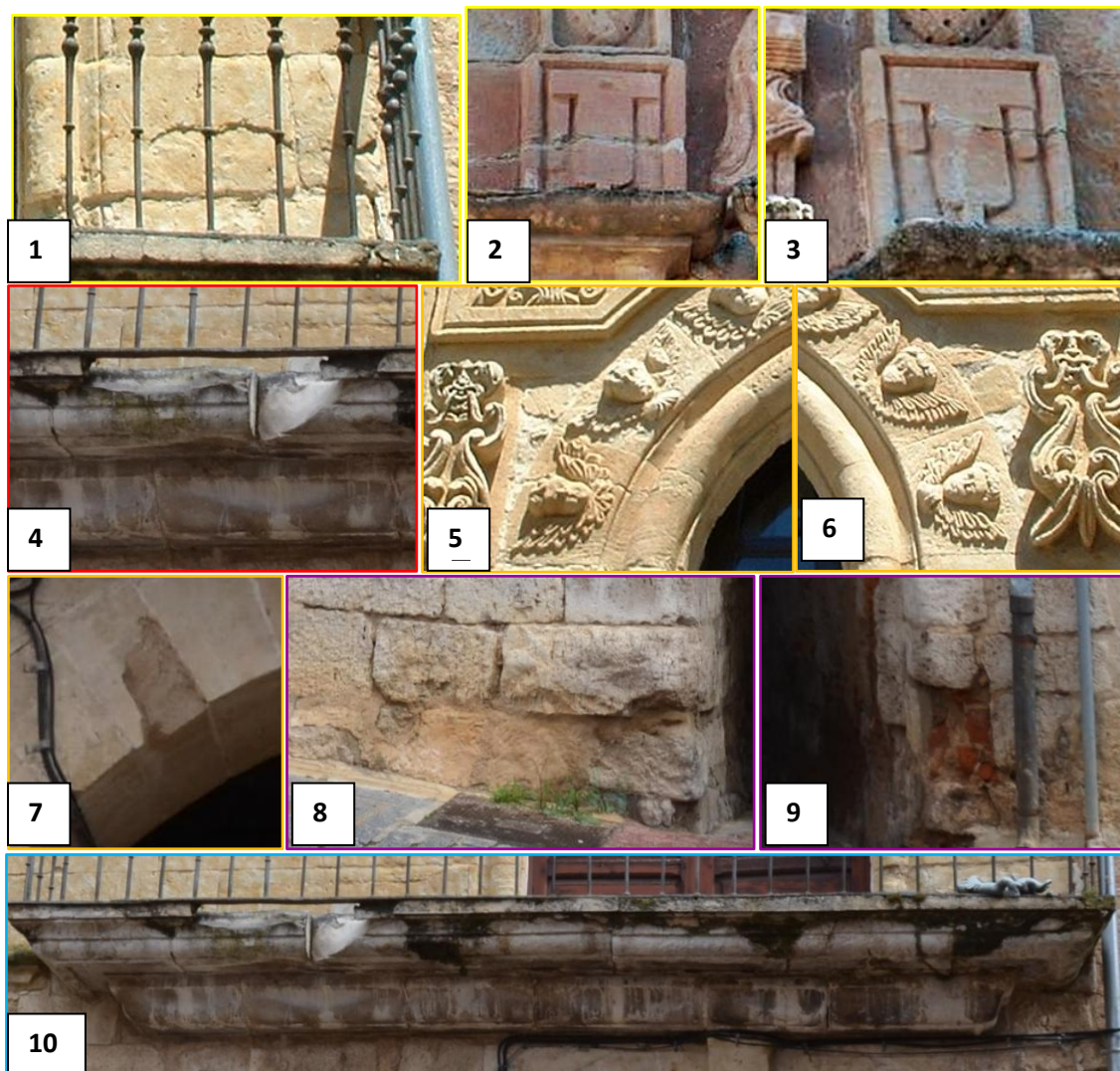
En los laterales superiores del ventanal vemos la desplazación de la arenisca.(fig.4.159.5 y 4.159.6)

En la esquina inferior izquierda encontramos arenización de la caliza(fig. 4.159.8). También en esta imagen vemos como se ha desarrollado vegetación en la caliza

En la esquina inferior derecha tenemos la pérdida de un sillar (fig. 4.159.9)

La imagen 4.159.10. pretende mostrar la pátina de ensuciamiento bajo el balcón, pero también podemos apreciarla fragmentación en el lado izquierdo del balcón.





*Fig.4.159. Muestra de las patologías.*

### **Puerta Norte**

#### **LITOTIPOS**

Tanto la puerta Norte como la puerta Sur de este arco emblemático están construidas con el mismo tipo de rocas y en el mismo orden.

Es decir, en la parte inferior la caliza oquerosa anteriormente mencionada y presente en las figuras 4.157.b) y 4.161.b) Y en la parte superior arenisca ocre-crema fig.4.157.a) y 4.161. a)



Fig.4.160. Puerta Sur Arco del Postigo. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) Arenisca de la parte del balcón. b) detalle de la caliza de la parte inferior en la zona del cartel

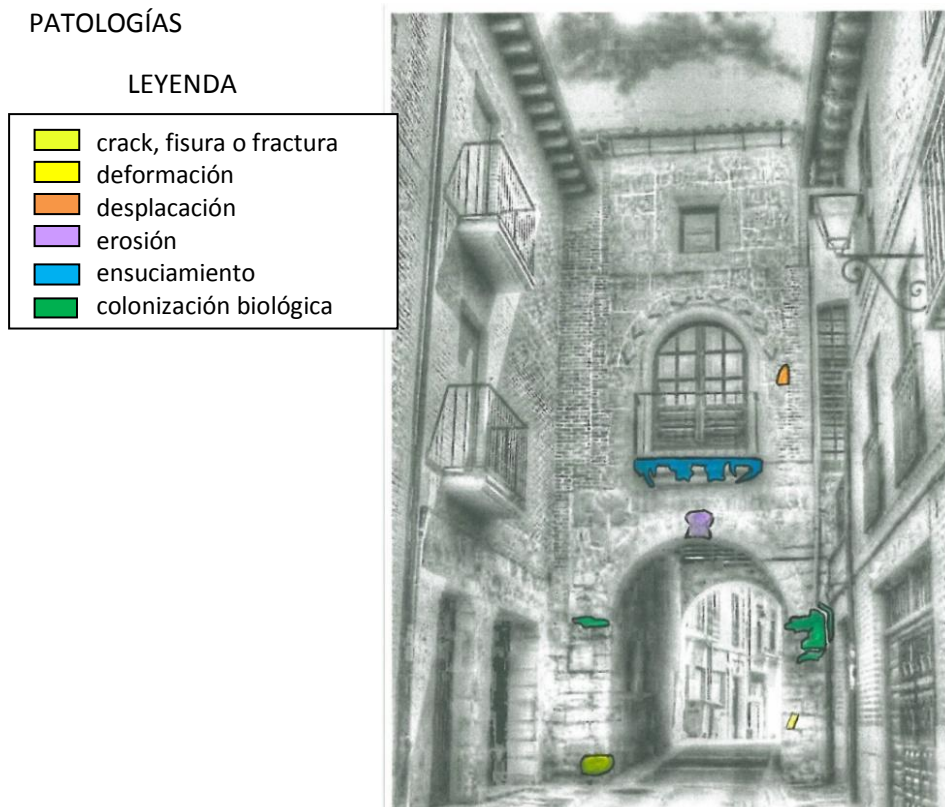
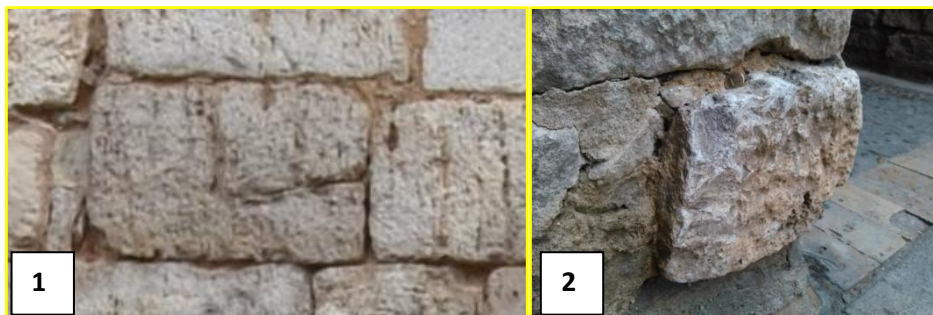


Fig. 4.161. Puerta Sur Arco del Postigo. Patologías presentes en el monumento





*Fig.4.162. Muestra de las patologías*

La imagen 4.162.1. muestra una fisura en la caliza de un sillar.

La imagen 4.162.2. muestra como un sillar ha sido desplazado hacia fuera de la estructura en la esquina inferior izquierda



*Fig.4.163 Muestra de las patologías.*

Tenemos desplazación de la arenisca en el lateral derecho del ventanal (fig.4.163.1)

La imagen 4.163.2. muestra la abrasión de la arenisca de la decoración en la parte central del arco .

Aunque la imagen 4.163.3. pretende mostrar la pátina de ensuciamiento bajo el balcón, también podemos ver la desplazación anteriormente mencionada.

4.26. ARCO DEL RELOJ

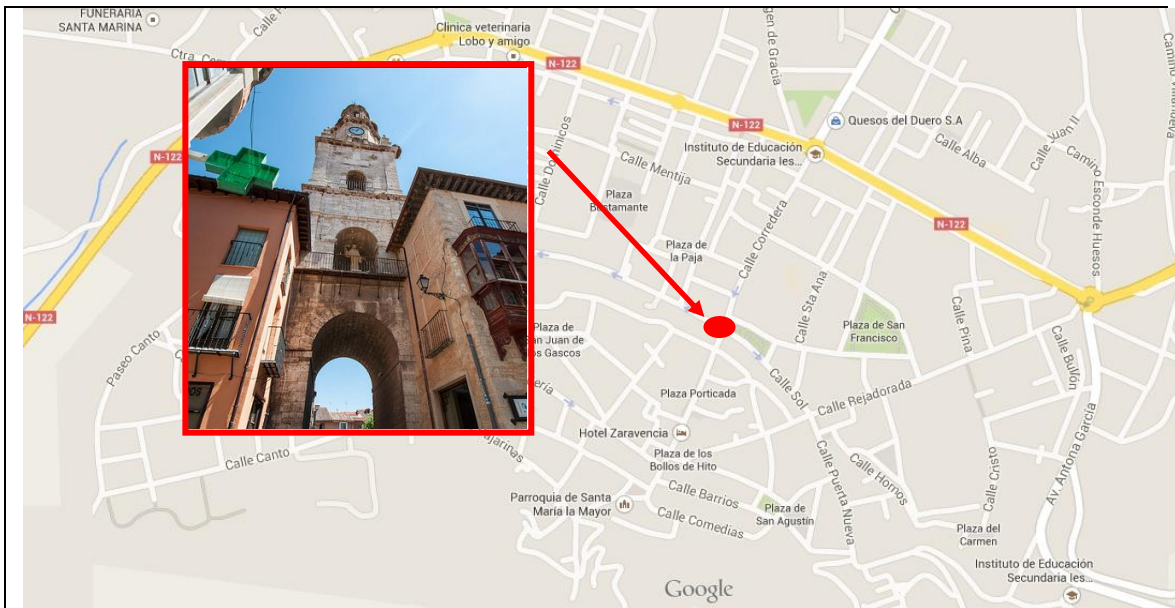


Fig. 4.164. Localización del monumento en el municipio de Toro

LITOTIPOS



Caliza tipo "Campaspero"



Fig. 4.165 Puerta Sur Arco del reloj. Litotipos utilizados en su construcción y restauración. a) caliza blanco-grisácea, muy compacta y algo oquerosa. b) la misma caliza de la parte superior

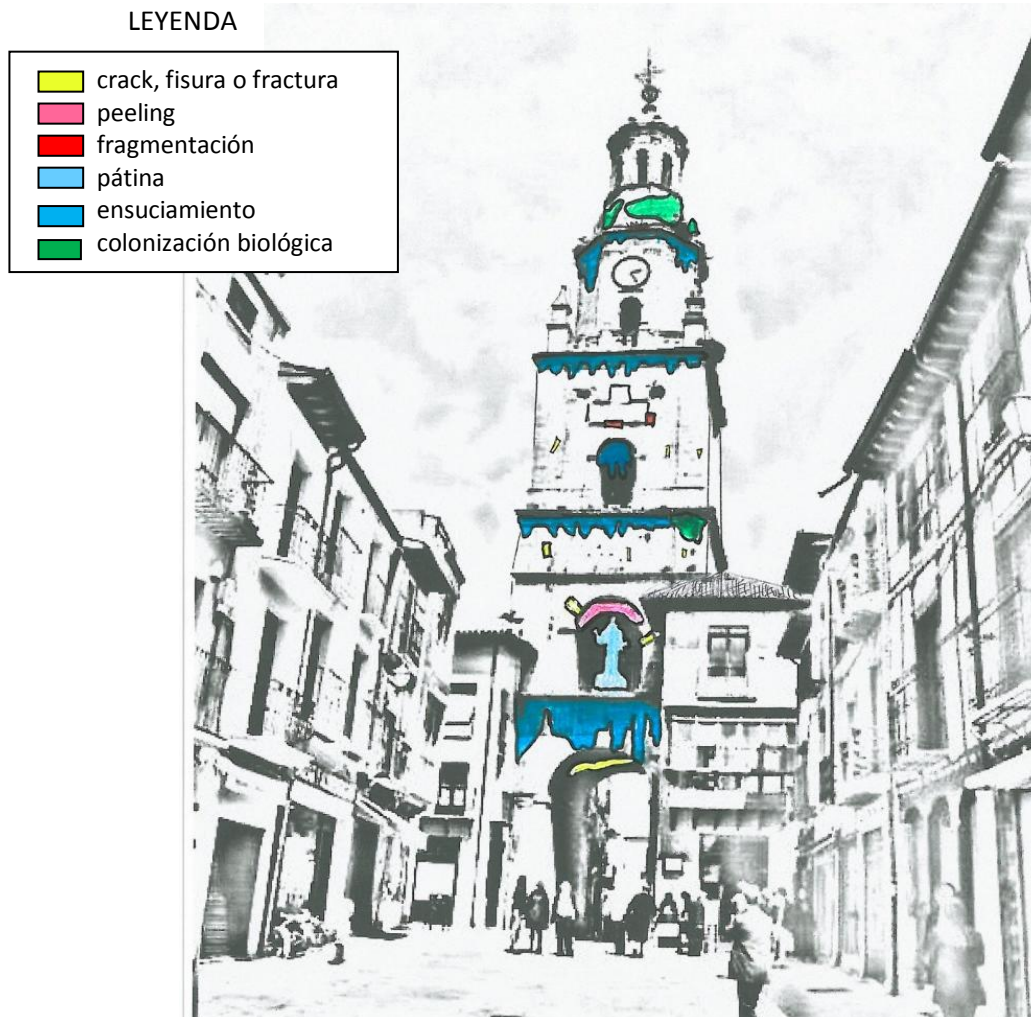


La torre del reloj, símbolo principal de la ciudad, está construido en su totalidad en el mismo tipo de roca una caliza de color blanco-grisáceo, muy compacta y algo oquerosa.

También la figura del Sagrado corazón de Jesús fig,4.165 a) está realizada en dicha caliza que se muestra tanto en la fig.4.165.a) y con más detalle en la fig.4.165.b)

## PATOLOGÍAS

### Alzado Sur



*Fig. 4.166. Puerta Sur Arco del reloj. Patologías presentes en el monumento*

La imagen 4.167.1.muestra una fisura entre varios sillares de caliza que recorre toda la parte interior del arco.

En la imagen 4.167.2. vemos varios puntos en la moldura de caliza que rodea el grabado , además de esto podemos apreciar pequeñas fisuras en los sillares,

Las imágenes 4.167.3 y 4.167.4. muestran la estatua del sagrado corazón de Jesús de caliza y el arco en el que se encuentra. Lo que se pretende mostrar en la 4.167.3.es como en el techo del arco encontramos un peeling muy acusado.

Y la 4.167.4. pretende mostrar como la escultura de caliza está cubierta por una pátina dorada. En la imagen 4.167.4. tenemos un claro ejemplo de la pátina de ensuciamiento en la caliza bajo el balcón inferior.

La imagen 4.167.5 muestra la presencia de líquenes sobre la caliza en la parte superior del arco. Y bajo el nido podemos observar la existencia de pátina de ensuciamiento.

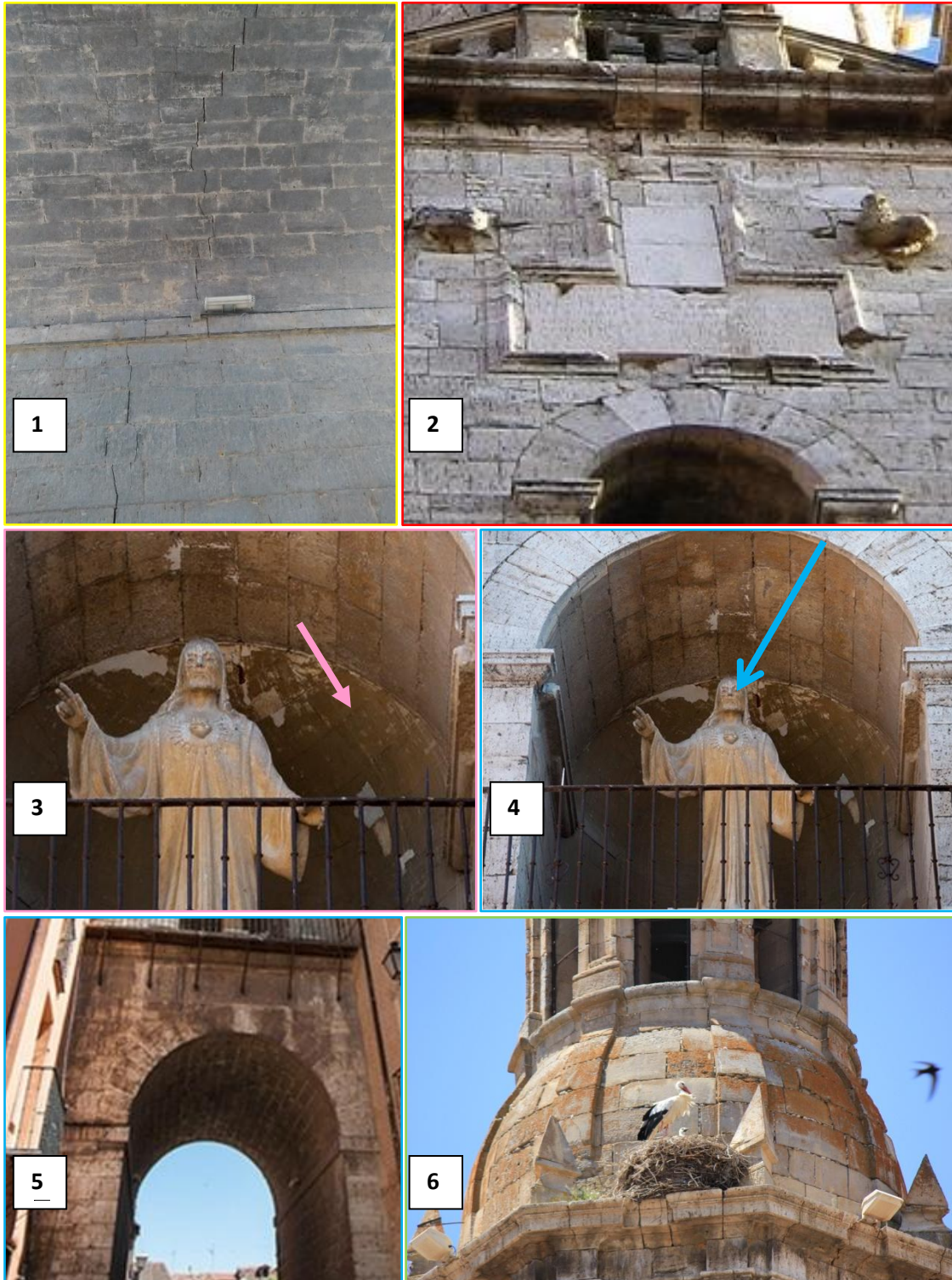


Fig.4.167. Muestra de las patologías.



Alzado Norte



*Fig. 4.168. Puerta Norte Arco del reloj. Patologías presentes en el monumento*

La imagen 4.169.1.muestra una fisura longitudinal que divide al arco del balcón en dos mitades muy similares pasando por varios sillares de caliza. En esta misma imagen podemos ver la existencia de colonización biológica a ambos lados del balcón y también podemos ver las pequeñas fisuras de los sillares de caliza.

En la imagen 4.169.2. vemos como ha afectado la erosión a los sillares de caliza del lateral izquierdo. En alguno de ellos el daño es tal que han sido reemplazados por ladrillos recubiertos de mortero.

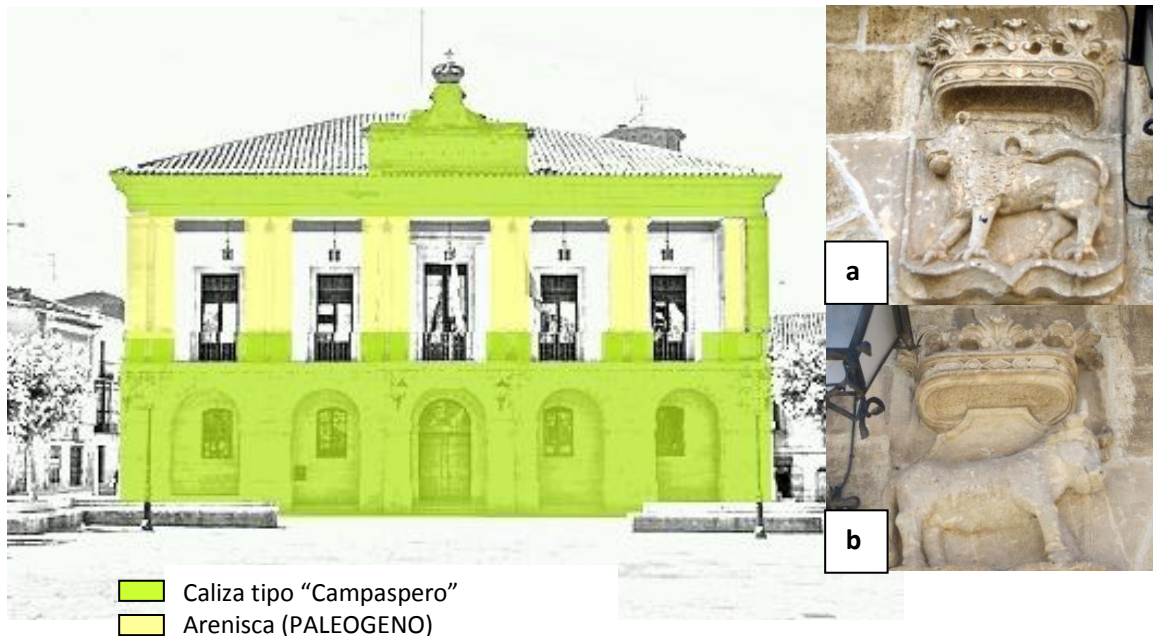
La imagen 4.169.3. muestra un grafiti a poco más de un metro del suelo contando desde la acera situado en el lateral izquierdo del arco.

La imagen 4.169.4.muestra la presencia de líquenes en la parte superior del arco y sobre el reloj podemos apreciar la pátina de ensuciamiento.





LITOTIPOS



*Fig. 4.171.. Alzado ayuntamiento de Toro (Zamora). Litotipos utilizados en su construcción. a) y b) Detalle en caliza blanco-grisácea de los animales presentes en el escudo de la ciudad.*

La fachada del edificio que alberga el ayuntamiento de esta localidad está construida principalmente en caliza. Desde la planta inferior hasta la superior, destacando las columnas superiores en arenisca.

Los animales que representan a la ciudad de Toro son el león y evidentemente el toro. Estos animales que están presentes en el escudo y son símbolo de la ciudad se encuentran tallados en la caliza fig 4.171. a) y b) uno a cada lado de la fachada

Antes de pasar a las patologías hemos de mencionar que en la misma plaza del ayuntamiento, la plaza Mayor se encuentran unos soportales cuya característica a destacar es que exponen en el único elemento de mármol en los monumentos de la ciudad de Toro, una columna de mármol. (Fig.4.172)




Esta columna se encuentra entre otras, pero el resto son todas de caliza.



Fig.4.172a) Columnas de caliza junto a una de mármol b) Columna de mármol

PATOLOGÍAS

LEYENDA

	crack, fisura o fractura
	pátina
	colonización biológica

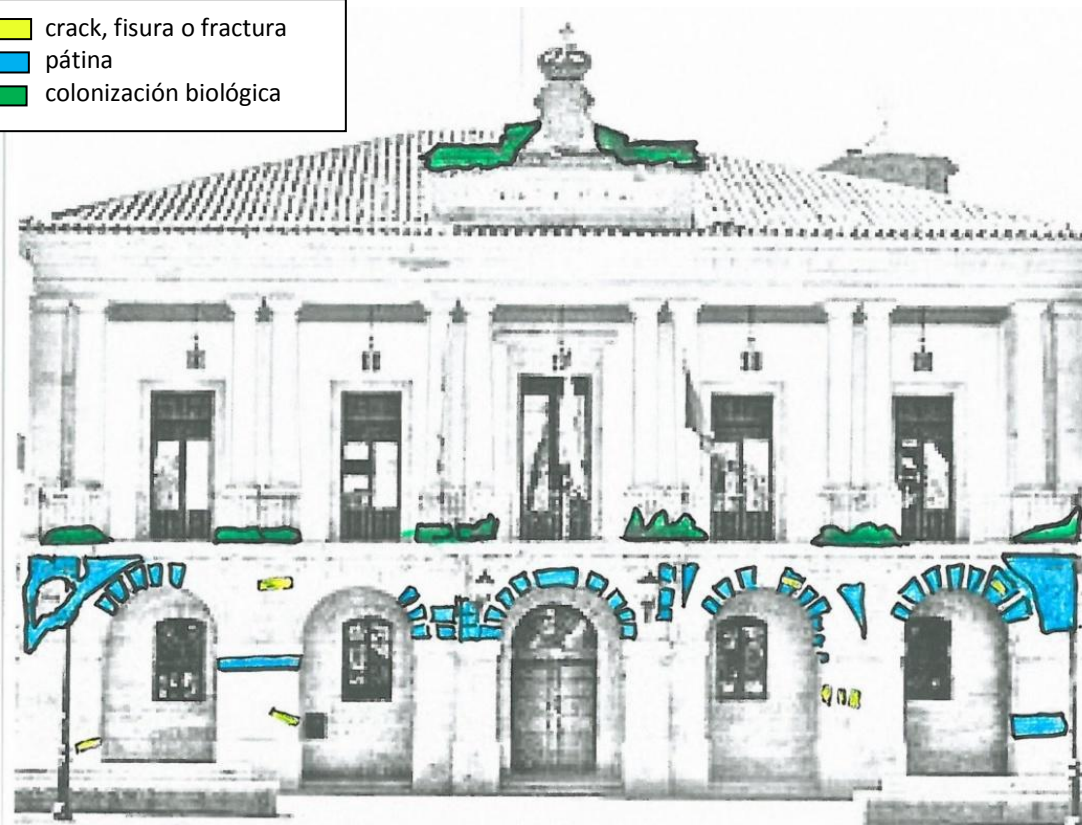


Fig. 4.173. Alzado ayuntamiento de Toro (Zamora). Patologías presentes en el monumento





*Fig.4.174. Muestra de las patologías.*

Las imágenes 4.174.1. y 4.174.2. muestran fisuras en las columnas de caliza. La 4.174.1 muestra una fisura diagonal que casi atraviesa el sillar por completo y la 4.174.2. muestra varias fisuras de pequeño tamaño dentro de los mismos sillares y otra horizontal de mayor tamaño

En la imagen 4.174.3. vemos en detalle la pátina marrón que recubre la caliza, además podemos ver un sillar fracturado y reparado.

En la imagen 4.174.4. lo que encontramos son los líquenes que recubren las bases de las columnas superiores.

Los dos últimos monumentos, que vemos a continuación, no son los más interesantes desde el punto de vista geológico debido a su reciente reconstrucción. Pero no hemos podido dejar de mencionarlos debido a que ambos son un gran reclamo turístico de la ciudad.

Su auténtico valor en ambos casos se encuentra en el interior de ellos.

En el caso de la plaza de toros su importancia está en que es una de las pocas plazas de toros construida casi íntegramente en madera.

Y en que es la tercera plaza de toros más antigua de Castilla y León por detrás de la de Bejar que data de 1711 y de la famosa plaza de Segovia que data de 1805.

Y en el caso del teatro, con categoría de “monumento”, desde el año 2.008 está considerado como “Bien de Interés Cultural”. Por su patio ultrasemicircular con triple galería en torno al semicírculo cuyo patio es de cielo raso decorado con pinturas que representan a dramaturgos enmarcados en medallones.



Fig.4.175. Interior de la plaza de toros y del teatro Latorre

#### 4.28. PLAZA DE TOROS

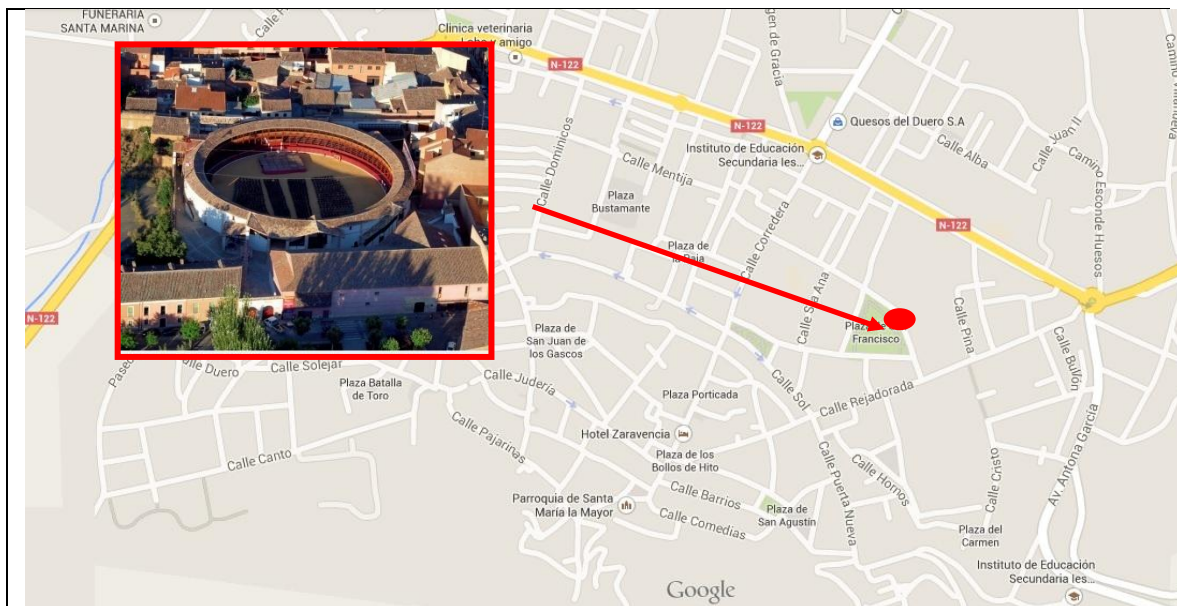


Fig.4.176. Localización del monumento en el municipio de Toro



LITOTIPOS

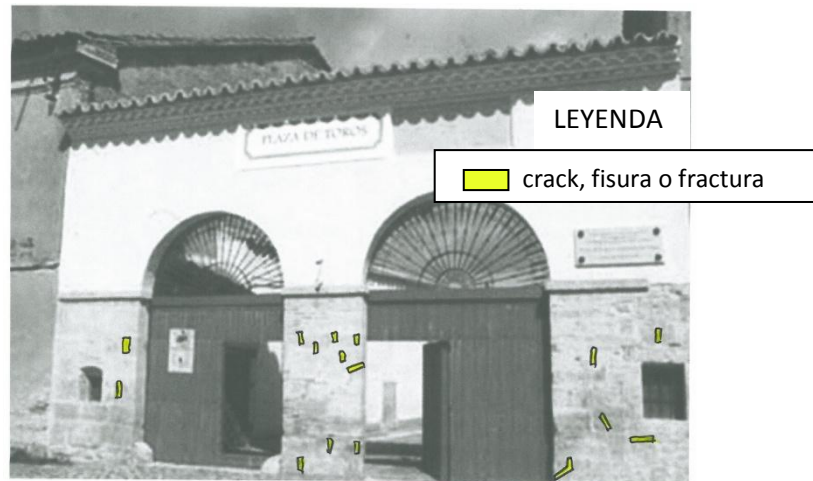


Caliza tipo "Campaspero"

*Fig.4.177. Portada plaza de toros. Litotipos utilizados en su construcción y restauración.  
a) Ventanal en caliza*

Esta fachada también está construida en ladrillo recubierto de mortero con la parte inferior en caliza bioclástica de color grisáceo. En la figura (fig.4.177.a) vemos en detalle el ventanal de la taquilla en caliza

PATOLOGÍAS



*Fig. 4.178. Portada plaza de toros. Patologías presentes en el monumento*



*Fig.4.178. Muestra de las patologías.*

La fig.4.178. muestra ejemplos de las fisuras en caliza de la portada.

#### 4.29. TEATRO LATORRE

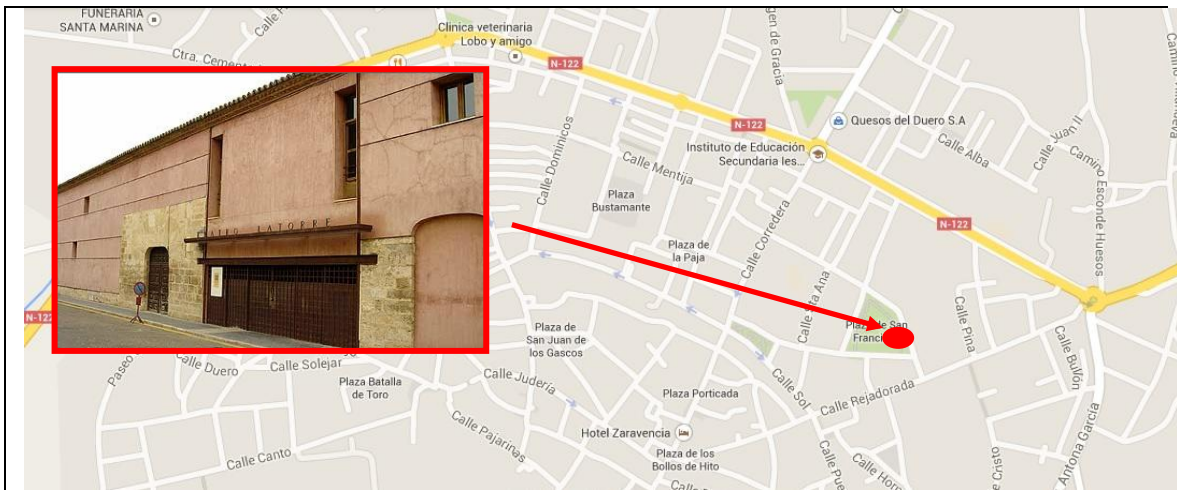


Fig.4.179. Localización del monumento en el municipio de Toro



- Caliza tipo "Campaspero"
- Arenisca (PALEOGENO)



Fig.4.180. Fachada Teatro la Torre. Litotipos utilizados en su construcción y restauración.  
a) Portada b) Detalle de la arenisca

Este monumento está también construido en ladrillo recubierto de mortero con las columnas junto a las puertas en caliza bioclástica de color grisáceo (fig. .a) En cambio la parte superior de la puerta situada más al Norte es de arenisca beige de grano fino



PATOLOGÍAS

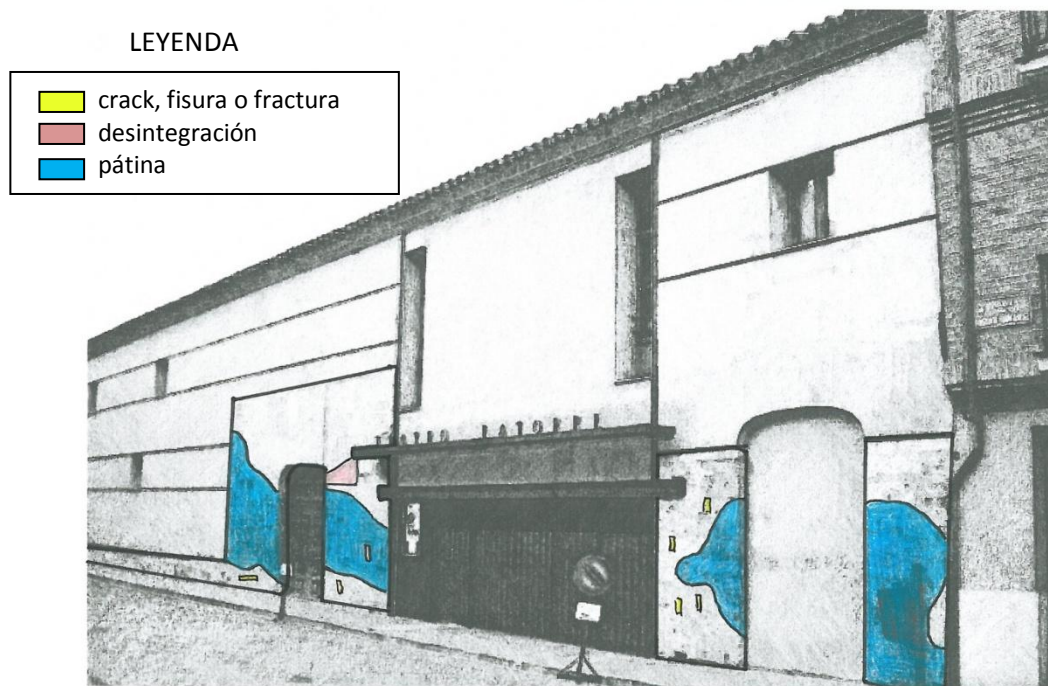


Fig. 4.181. Fachada Teatro la Torre. Patologías presentes en el monumento



Fig.4.182. Muestra de las patologías.

La imagen 4.182.1.muestra una fisura en la caliza. Ésta se encuentra en la parte inferior izquierda del zócalo.

La imagen 4.182.2.muestra un sillar de arenisca que sufre degradación, que está situado en la parte superior derecha de la puerta.



5.

---

**GEOTURISMO: PROPUESTA DE  
ITINERARIO EN EL CONJUNTO HISTÓRICO  
DE LA CIUDAD DE TORO**



## 5. GEOTURISMO: PROPUESTA DE ITINERARIO EN EL CONJUNTO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE TORO

El turismo geológico o geoturismo está en pleno auge desde los últimos años. Su base es acercar la geología a todo aquel que esté interesado en ella ya sea desde un punto de vista didáctico o simplemente como otra forma de ocio.

La Geo-ruta monumental que se va a proponer en este capítulo consiste en la difusión del patrimonio arquitectónico de Toro desde una perspectiva no sólo turística, sino también mostrando a la sociedad otros valores, donde la historia y la ciencia se entremezclan.

La piedra utilizada tradicionalmente para construir ciudades contribuye a su personalidad y da fe del sustrato geológico sobre el que se levantan. Las Rutas Geomonumentales son una de las iniciativas más novedosas y populares en este momento ya que explica fundamentos geológicos mediante la observación de las rocas presentes en estructuras patrimoniales.

En la ruta Geomonumental que se propone en este capítulo vamos a poder observar los principales materiales pétreos utilizados para la construcción de los monumentos de la ciudad de Toro y las patologías de estos.

En la ruta se visitan monumentos emblemáticos de la ciudad, otorgando especial importancia a otros inmuebles de gran relevancia.

Esta ruta sigue un itinerario, realizado en base a los diversos tipos de rocas y a las patologías que estos presentan. Ordenándose según su localización dentro del municipio para poder recorrer la ciudad de una manera cómoda ya que la ruta está pensada para que pueda ser recorrida a pie.

Así paso a paso iremos descubriendo una ciudad repleta de elementos artísticos y monumentos que ahora podremos apreciar desde el punto de vista geológico.



*Fig. 5.1. Panorámica de la ciudad de Toro en 1570 realizada por Anton van den wyngaerde por mandato de Felipe II.*







1. Puerta de Corredera	12. Iglesia de San Julián de los Caballeros	21. Iglesia de San Sebastián de los Caballeros
2. Iglesia de Santo Tomás Cantauriense	13. Alcázar	22. Palacio de Bustamante
3. Palacio de los Marqueses de Castrillo	14. Puente Románico	23. Palacio de los marqueses de Alcañices
4. Palacio de los Condes de Requena	15. Colegiata	24. Palacio de las Leyes
5. Plaza de Toros	16. Iglesia de San Lorenzo el Real	25. Iglesia de la Trinidad
6. Teatro Latorre	17. Ayuntamiento	26. Iglesia de San Salvador
7. Iglesia de Santa Catalina	18. Iglesia del Santo Sepulcro	27. Casa de la Nunciatura
8. Puerta de Santa Catalina	19. Arco del reloj	28. Monasterio de Santa Sofía
9. Toro de Piedra o Verraco	20. Arco del postigo	29. Ermita de Nuestra Señora del Canto
10. Monasterio de San José		
11. Real Monasterio de Santa Clara		

Fig.5.3 Monumentos de la Geo-ruta.

### Breve descripción del recorrido:

Largo recorrido por el conjunto histórico de la ciudad, que puede recorrerse a pie, en el que se podrán observar principalmente los exteriores de los monumentos de Toro, para apreciar y aprender a distinguir distintos tanto los litotipos que los forman como las patologías de los mismos.

Con un trayecto de 6,5 kilómetros, en el que se discurre por un total de 29 lugares de interés geológico- monumental y en el que se realizan 13 paradas aprenderemos a ver la ciudad con una nueva perspectiva.

Este recorrido podrá ser recorrido por diversos grupos de estudiantes escolares, de secundaria y universidad; y por todo aquel que esté interesado ateniéndonos a las limitaciones personales.

### Recomendaciones para la visita



**Longitud y desnivel del recorrido:** aproximadamente 6,5 kilómetros por calles de la ciudad, casi todas con tránsito de vehículos de motor. En general sin grandes pendientes a excepción del trayecto que nos lleva a la sexta parada que según las capacidades de cada uno podrá ser realizada o no.



**Duración de la visita:** unas 6 horas andando a un ritmo normal entre paradas, con detenciones de unos 10 minutos en cada una de ellas. No se trata de un recorrido circular, por lo que hay que tener en cuenta que el final se encuentra en distinto sitio que en el inicio.



**Periodo idóneo del año y del día:** aunque se puede realizar en cualquier época, se recomienda elegir las estaciones intermedias (primavera u otoño) para evitar las temperaturas extremas; se recomienda consultar los horarios de visita si se quiere acceder a alguno de los monumentos que permiten el acceso a su interior.



**Grado de dificultad:** Bajo; el recorrido transcurre fundamentalmente en llano, sin grandes pendientes (exceptuando la sexta parada), por zonas adaptadas para el tránsito peatonal.



**Material recomendado:** calzado cómodo, ropa adecuada para las condiciones meteorológicas, cámara de fotos, libreta y lápiz.



**Observaciones adicionales:** como se transita por calles no peatonales es imprescindible prestar atención al tráfico y respetar las normas de circulación. Además, si se propone recorrer el itinerario en un solo día, se recomienda hacer un descanso para comer, entorno a la parada número 6.

¿Qué ver?

Litotipos presentes:



Fig. 5.4. Ejemplos de las litotipos

Patologías presentes:



Fig.5.5. Ejemplos de patologías





Fig.5.6. Ejemplos de patologías

**Lugares de Interés Geológico a visitar.**

El geoitinerario consta de 13 paradas en las cuales veremos un total de 29 monumentos, los cuales están analizados en el capítulo 4 de la presente memoria.

Iniciamos el recorrido en la Puerta de Corredera.

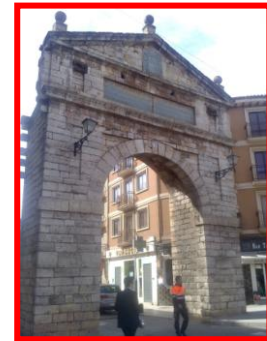
**Primera Parada: Calle Corredera.**

En esta primera parada, siguiendo la calle, encontraremos los siguientes monumentos uno detrás de otro en dirección Sur

**1. Puerta de Corredera:**

Se debe observar desde sus dos lados Norte y Sur e identificar los litotipos y patologías descritas en el capítulo 4 de la presente memoria.

A 100 metros a mano derecha en dirección Sur encontramos el siguiente monumento.



**2. Santo Tomás Cantauriense:**



Diferenciamos los litotipos que aparecen y las patologías que podemos encontrar

Continuamos en la misma calle y en la misma dirección ahora a mano izquierda a otros 120 metros llegamos a la actual biblioteca, el palacio de los Marqueses de Castrillo.

**3. Palacio de Marqueses de Castrillo**

Identificamos el litotipo del palacio que es único y sus patologías.

Para llegar a la siguiente parada debemos seguir en la misma calle en la misma dirección hasta la plaza de Santa marina donde torceremos a mano izquierda continuando por la calle Concepción



**Segunda Parada: Plaza de San Francisco.**

En esta parada veremos tres edificios cercanos.

A 75metros del inicio de la calle de la Concepción tenemos el Palacio de los Condes de Requena.



4. Palacio de los Condes de Requena



Identificamos el litotipo exterior en caliza y pasamos al su interior para ver el hermoso claustro y localizar las patologías y apreciar los litotipos.

Al salir continuamos en dirección Este hacia la plaza de San Francisco donde veremos la plaza de Toros y el teatro Latorre

5.y 6. Plaza de Toros / Teatro Latorre

Estos dos monumentos no contienen gran información geológica por lo que no será necesario detenernos mucho.

Continuamos por la calle San Francisco en dirección Sur hasta llegar al cruce con calle Rejadorada y calle Santa Catalina de Roncesvalles, seguimos por esta última 150metros.



**Tercera Parada: Santa Catalina de Roncesvalles.**

Ésta parada agrupa tres elementos visibles uno desde el otro si seguimos el recorrido marcado

7. Iglesia de Santa Catalina



Una vez realizada la inspección ocular en busca de las patologías e identificamos la caliza y la arenisca.

Seguimos en la misma calle en dirección Este.

8. Puerta de Santa Catalina

Esta puerta o arco ha de ser analizado desde las dos perspectivas desde sus dos caras. Desde esta puerta nos colocamos mirando hacia el Este y podremos ver el verraco de Piedra en la rotonda



#### 9. Toro de Piedra o Verraco



Es una pieza tallada de granito colocada sobre un pedestal de caliza.

Partiendo desde el arco o puerta de Santa Catalina nos dirigimos en dirección Sur por la calle Antona García hasta el cruce con Calle Cristo de la batallas. Continuamos por esta misma y luego por la calle Cristo en dirección Sur hasta plaza del Carmen

#### **Cuarta Parada: Plaza de Santa Clara**

Esta parada incluye tres monumentos en tres localizaciones muy próximas entre sí. Debido a la importa debido a los litotipos utilizados y a las patologías de estos esta parada será una de las más largas.

#### 10. Monasterio de San José

Desde esta plaza nos dirigimos en por la calle de San Marcos hacia calle del corral, donde entraremos en la plaza de Santa Clara, que recibe este nombre por el emplazamiento del siguiente monumento.



#### 11. Real Monasterio de Santa Clara



Salimos de la plaza de Santa Clara por la calle Hornos que nos lleva en dirección Oeste a encontramos en la plaza de San Julián

#### 12. Iglesia de San Julián de los Caballeros

La fachada de esta iglesia presenta muchas y muy interesantes patologías.

Nos situamos enfrente de la fachada de San Lorenzo en la calle Puerta Nueva y ahora a 75 metros en dirección sur encontraremos la plaza de San Agustín donde se sitúa nuestra próxima parada.





**Quinta Parada: Plaza de San Agustín**

13. Alcázar



Esta parada no nos va a llevar mucho tiempo, teniendo en cuenta que sólo incluye un monumento y que no presenta gran variedad ni de tipos de roca ni de patologías de las mismas.

Nos dirigimos ahora por el paseo del Espolón disfrutando de las vistas de la vega de Toro hasta llegar a la colegiata de Toro , aquí se presenta la posibilidad de bajar unas escaleras pertenecientes al mismo pase para dirigirnos a la parada número 6.por la cuesta empedrada 250metros.

**Sexta Parada: Río Duero (*Dificultad media*)**

14. Puente Románico

Esta parada está condicionada por el estado de forma del visitante ya que para acceder al puente se ha de bajar una cuesta cuya pendiente empinada hace que resulte algo duro.



Sin embargo la belleza y gran variedad de patologías hacen de esta parada una de las más interesantes.

Tras esta parada se recomienda hacer un descanso para comer algo ya sea junto al puente, que en épocas estivales se habilitan casetas para ello, o a la subida del recorrido inverso hasta la colegiata, donde hay varios locales restaurantes.

**Séptima Parada: Plaza de la Colegiata.**

15. Colegiata



En esta plaza encontramos uno de los símbolos más emblemáticos de la ciudad

En la colegiata debemos observar sus tres alzados, Norte, Sur y Este.

A 87 metros desde la puerta Norte de la Colegiata por la calle Mayor, llegamos a la plaza Bollos de Hito donde empieza nuestra parada número 8.

**Octava Parada: Plaza Mayor.**

En esta parada veremos dos iglesias más y el ayuntamiento.

La calle Bollos de Hito se comunica con la calle de San Lorenzo, calle en la que encontraremos la iglesia de San Lorenzo el Real.

**16. Iglesia de San Lorenzo el Real**

En ella las patologías que encontramos están localizadas en el zócalo

Ahora debemos retornar hacia la plaza Bollos de Hito, que comunica con la calle mayor, donde se encuentran nuestros dos monumentos siguientes, uno frente a otro.



**17. Ayuntamiento**



Parte inferior de caliza y superior de arenisca. Si nos fijamos detenidamente podremos encontrar alguna patología pero no muchas ya que es de construcción relativamente reciente

**18. Iglesia del Santo Sepulcro**

Ya desde el ayuntamiento podemos ver el Arco o Torre del Reloj (Que forma parte de nuestra parada número 9) en dirección Norte donde pasa a llamarse Puerta del Mercado.



**Novena Parada: Calle las gallinas.**

Esta parada incluye dos de los arcos más bellos de la ciudad, antiguas puertas de acceso a la ciudad, de la entonces existente muralla

**19. Arco del reloj**



Pasamos bajo el arco y nos encontramos en la plaza de Santa Marina que conecta por su lado Oeste con la calle Amor de Dios, antigua calle de las gallinas.



## 20. Arco del postigo

Este arco comunica el final de la calle de las gallinas o Amor de Dios con la calle la antigua.

Aquí debemos observar y analizar puerta norte y puerta sur al igual que en el anterior.

La prolongación de la calle de las gallinas o Amor de Dios es la calle de la Reina, por la que continuamos unos 40 metros hasta la calle conejas al final de la cual encontramos uno de los monumentos de la siguiente parada.



## **Décima Parada: Plaza de la paja- Bustamante.**

En esta parada tenemos dos monumentos de pequeña envergadura.

## 21. Iglesia de San Sebastián de los Caballeros



Esta pequeña iglesia, aunque no presenta una gran variedad de tipos de piedra las patologías son muchas y muy variadas.

El lado Oeste de esta iglesia comunica con la calle de Bustamante, al final de la cual, haciendo esquina con la calle de la Reina encontramos el Palacio de Bustamante.

## 22. Palacio de Bustamante

Para continuar con nuestro itinerario después de ver el palacio nos dirigimos por la calle de la Reina y Santo Domingo.



Llegamos a nuestra siguiente parada.

## **Undécima Parada: Santo Domingo-Calle Capuchinos.**

Esta parada incluye tres monumentos cercanos uno sito en la calle santo Domingo y dos en la calle Capuchinos.

23. Palacio de los marqueses de Alcañices



La fachada de esta estructura está en casi la totalidad de la calle, al final de la cual tenemos la calle Capuchinos.

Nos dirigimos por la calle Capuchinos hasta la mitad de la calle donde encontramos los restos del palacio de las leyes.

24. Palacio de las Leyes

Cuando hayamos terminado de analizar los restos del palacio, volveremos sobre nuestros pasos por la calle Capuchinos a 120 metros tendremos la parroquia de la Santísima Trinidad.



25. Iglesia de la Trinidad



La iglesia de la Santísima Trinidad es el último monumento de la parada.

Para seguir visitando los monumentos, seguimos todo recto desde la calle Capuchinos, por su prolongación, calle San Pedro, a 250 metros llegamos al cruce con la calle Judería y pocos metros más adelante llegamos a la plaza de San Salvador.

**Duodécima Parada: San Salvador- Tablarredonda.**

Esta parada muestra una iglesia, un convento y la casa de la Nunciatura. Estando estas dos últimas por una distancia de escasos 50 metros.

26. Iglesia de San Salvador

Esta iglesia de estilo mudéjar y no presenta mucha variedad de rocas, ni de patologías de las mismas. Por lo que tardaremos en verla menos que otras.

Después continuamos por la calle Judería hasta llegar al cruce con la calle Tablarredonda, donde está ubicada la casa de la Nunciatura.





27. Casa de la Nunciatura



En ella encontramos bastantes patologías.

En el cruce de la calle Tablarreonda con la calle Judería se cruzan también sus prolongaciones, calle Santa Sofía y calle de Armas respectivamente. Donde se encuentra el monasterio de Santa Sofía.

28. Monasterio de Santa Sofía

Los componentes pétreos de este monasterio presentan muchas y muy variadas patologías que debemos apreciar, además de los distintos litotios que lo forman.

Finalmente, para llegar a la parada número trece, debemos recorrer la calle Santa Sofía hasta el final, continuar por la calle el solejar hasta la plaza de la Magdalena y a continuación recorreremos 500 metros de la calle Canto hasta llegar a la ermita que alberga a la patrona de la ciudad.



**Decimotercera Parada: Paseo del Canto.**

29. Ermita de Nuestra Señora del Canto



Esta es la última parada, pero no por ello la menos importante, de hecho su portada existen numerosas patologías y distintos litotipos en su construcción.

**Complemento de la Ruta.**

Como complemento a este itinerario se propone la realización de unas fichas explicativas de cada monumento con el contenido del capítulo 4.

Estas fichas, podrían ser facilitadas a todo aquel que quisiera disfrutar de este itinerario, de manera gratuita en la oficina de turismo de la ciudad de Toro.



6.

---

**CONCLUSIONES**



## **6. CONCLUSIONES**

La labor realizada en el presente Trabajo de Fin de Carrera, nos ha permitido alcanzar los objetivos planteados al inicio del mismo y establecerlas siguientes conclusiones:

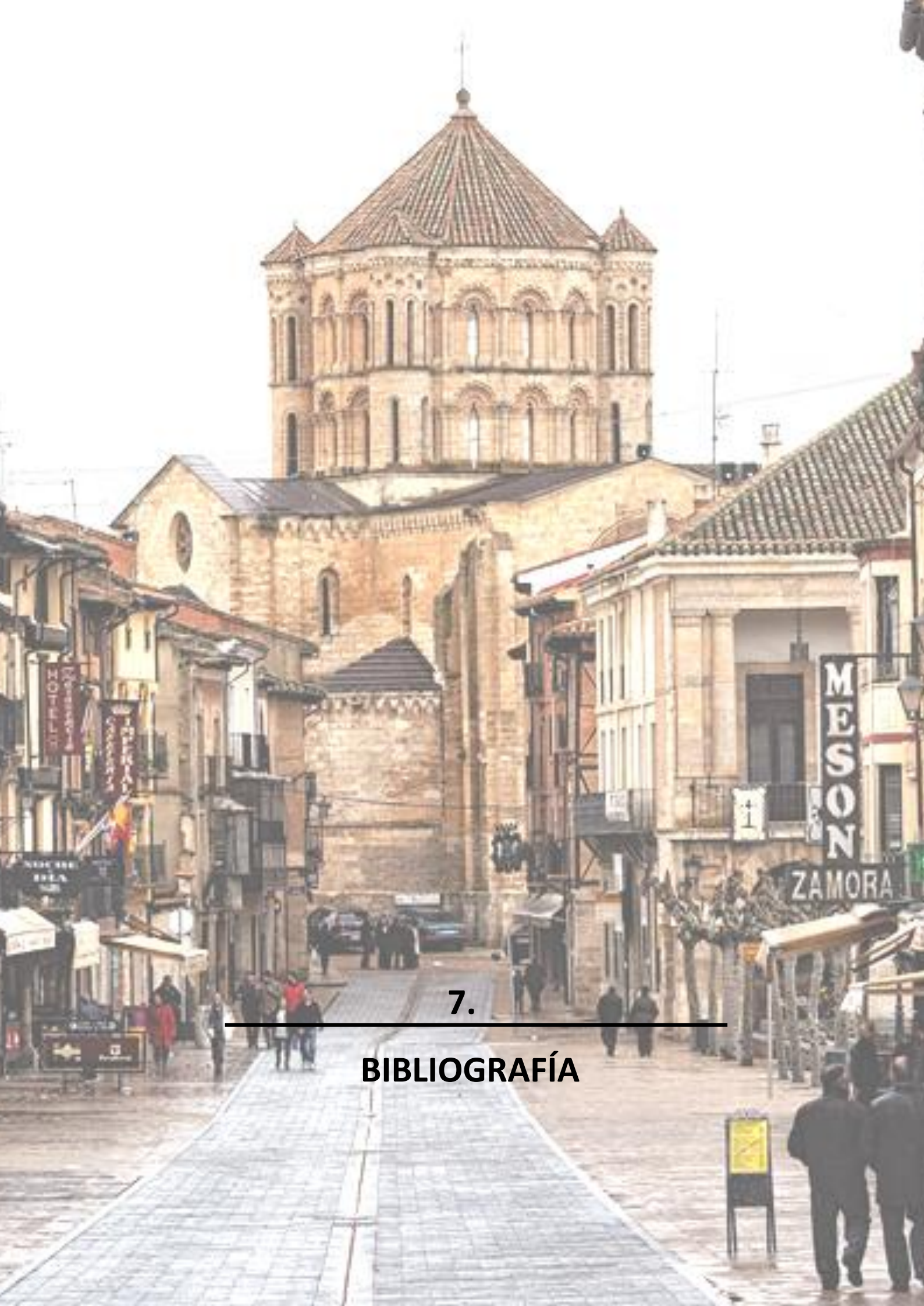
1. Las rocas más ampliamente utilizadas en la construcción de los monumentos en Toro, son la arenisca y la caliza. Ésta última más compacta y con una menor porosidad y capacidad de absorción al agua, lo que hace que sea colocada en zócalos, en las partes inferiores de los edificios y en elementos más expuestos. Los granitos, las pizarras y los mármoles apenas existen en el conjunto patrimonial de la ciudad de Toro.
2. Las patologías más abundantes en las calizas son las fisuras y perforaciones, totalmente características de las mismas. Así también, es común que se produzcan en ellas descamaciones, desplazaciones, pátinas naranjas y los ejemplos más claros de peeling.
3. Las areniscas, son los materiales pétreos que más se degradan, y es por ello donde más variedad de patologías presentan. Tenemos erosión, desintegración, descamación, alveolización, blistering, pátinas, etc.
4. El granito es el litotipo más resistente a la hora de presentar patologías. Muestran degradación, fracturación y fragmentación por la meteorización y algún tipo de pátina o ensuciamiento.
5. El análisis realizado mediante el mapeado de los monumentos, nos ha permitido esclarecer y poner de una forma didáctica, tanto los litotipos como las patologías en los monumentos Poniendo de manifiesto el interés geológico de los mismos.
6. La puesta en valor del patrimonio geológico de la zona de estudio, se pone de manifiesto en la identificación de 29 monumentos de estilos arquitectónicos distintos, en los cuales aparecen cuatro litotipos y existen veinte tipos diferentes de patologías, despertando el interés científico, didáctico y turístico o recreativo.
7. Se ha diseñado un itinerario, que recoge el patrimonio geológico-monumental a través de los diferentes puntos de interés turístico. Este recorrido podría

realizarse en el tiempo estipulado gracias a los mapeados, que permiten una rápida localización de cada tipo de roca y patología en concreto. Por lo que se puede realizar con diversos grupos de estudiantes, lo que hace de este trabajo un gran elemento para la divulgación de la geología.

Así mismo, la elaboración propuesta de unas fichas con los distintos mapeados, que se entregaría de forma gratuita en la oficina de turismo de la ciudad de Toro, contribuiría a mostrar el punto de vista geológico de la ciudad.

8. Este trabajo podría ser la base para futuros proyectos, implementándose en webs como son la de Patrimonio cultural de Castilla y León, la web del Instituto Geológico Minero de España (IGME)...con la posibilidad de poderse descargar esta información del geoportal correspondiente, ya sea para llevarla a la hora de realizar el recorrido o hacer una visita virtual, además se podría realizar una app para android y iphone, lo que facilitaría la puesta en valor y globalización de la geología.





7.

---

## BIBLIOGRAFÍA

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

- ARMENTEROS, I., CORROCHANO, A., ALONSO- GAVILÁN, G., CARBALLEIRA, J. y RODRÍGUEZ, J. M. (2002): Duero Basin (Northern Spain). En: *Geology of Spain*. (Gibbons, W. y Moreno, M. T., Eds.) The Geological Society of London, 309-315.
- BLANCO, J.A., ARMENTEROS, I., HUERTA, P. (2008): Silcrete and alunite génesis in alluvial paleosols (late cretaceous to early Paleocene, Duero basin, Spain) *Sedimentary Geology*, 11 (1-2), 1-11.
- BLANCO, J.A., CORROCHANO, A., MONTIGNY, R. et THUIZAT, R. (1982): Sur l'âge du debut de la sedimentation dans le bassin tertiaire du Duero (Espagne). Attribution au Paleocene por datation isotopique des alunites de l'unité inferieure. *C. R. Acad. Sci.*, 295, 259-262.
- BLANCO, A. et CANTANO, M. (1983): Silicification contemporaine a la sedimentacion dans l'unité basale du Paleogene du bassin du Duero (Espagne). *Sci. Geol. Mem.*, 72, 7-18.
- COREMANS (2013): Criterios de intervención en materiales pétreos. Ministerio de educación y Cultura, 207 pp.
- CORROCHANO, A. (1977): Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno en la provincia de Zamora. Tesis Doctoral Universidad de Salamanca, 336 pp, 22 láminas (Inédita.)
- GARCÍA DE LOS RÍOS COBO, J.I. y BÁEZ MEZQUITA, J.M., (2001): La Piedra en Castilla y León, Junta de Castilla y León, 2001, 2ª Edición
- GARCÍA-TALEGÓN, J., IÑIGO, A. C., MOLINA, E., PÉREZ-RODRÍGUEZ, J. L., VARGAS, M y VICENTE, M. A. (1994a): Granitos empleados en Ávila (España).I. Composición química de las distintas variedades. *Mater. Construcc.* 44 (233), 23-28.
- GARCÍA-TALEGÓN, J., MOLINA, E. and VICENTE, M.A. (1994b): Nature and characteristic of 1:1 phyllosilicates of weathered granite. (Ávila, Spain). *Clay Miner.* 29(1), 727-734.
- GARCÍA-TALEGÓN, J., VICENTE, M.A, VICENTE-TAVERA, S and MOLINA, E. (1998): Assessment of chromatic changes due to artificial ageing and/or conservation treatments of sandstones. *Color Res. And App.*
- GARCÍA-TALEGÓN, J., IÑIGO, A. C., VICENTE-TAVERA, S. y ALONSO-GAVILÁN, G. (2015). Villamayor Stone (Golden Stone) as a Global Heritage Stone Resource from Salamanca (NW of Spain). *J. Geol. Society of London*, 407 (1), 109-120.
- HERNÁNDEZ CABALLERO, M. (2002): Guía de Toro. Ciudad de Realengo, 3ª Edición.
- HUTTON, J.T. , TWIDALE, T.R., MILNES, A.R. y ROSSER, H.,(1972): Composition and genesis of silcretes and silcrete skins from the Beda Valley, Southern Arcoona Plateau, Southern Australia, *Journal of the Geological Society of Australia* 19, 31-39.



**LA PIEDRA EN LOS MONUMENTOS DE LA CIUDAD DE TORO. GEOTURISMO. Julio de 2015**  
**Bibliografía.**

- ICOMOS Glossary (2012): Illustrated Glossary on Stone Deterioration Patterns. Paris: Monuments and Sites XV. International Scientific Committee for Stone (ISCS). Comité scientifique international "Pierre" de l'ICOMOS. (Vergès-Belmin, V., ed.), 80 pp.
- IGME (1980): Hoja y memoria nº 370 (Toro) del Mapa Geológico de España a E. 1:50000. (MAGNA), 1ª Edición.
- IÑIGO, A. C., VICENTE-TAVERA, S., RIVES, V. y VICENTE, M.A. (1995): Porosidad libre en granitos alterados: comentarios de las normas. *Mater. Construc.*, 45, 47-53.
- JIMÉNEZ FUENTES, E., CORROCHANO, A., ALONSO-GAVILÁN, G. (1983): El Paleógeno de la cuenca del Duero. En: Comba, J.A. (Coordinador). Geología de España, Libro Jubilar J.M. Ríos. IGME. Madrid, 489-493.
- LÓPEZ-PLAZA, M., LÓPEZ-MORO, F.J., MOLINA, E., GARCÍA-TALEGÓN, J. (2012): Los granites silicificados del este de Sayago (Zamora). En: De Los Plutones a Los Monumentos: Un recorrido temático por la piedra del este de Sayago (Zamora). Editado por: Francisco Javier López-Moro, Miguel López-Plaza, Luis Vasallo Toranzo, Eduardo Azofra Agustín, José Ignacio García-de los Ríos. Instituto de Estudios Zamoranos Florián de Ocampo. 249-265
- MADRUGA, F. (1991): Rocas opalinas del Oeste de España. Aplicaciones como materiales de construcción y evaluación de su puzolanidad por técnicas conductimétricas. Junta de Castilla y León, Ed. Ámbito.
- MANCHADO, E. M., SUÁREZ, M., GARCÍA ROMERO, E. (2008): Minerales del grupo de la alunita en el yacimiento de caolinita de Tamame de Sayago (Zamora). *Macla*9, 151-152.
- MOLINA BALLESTEROS, E., GARCÍA-TALEGÓN, J. y VICENTE HERNÁNDEZ, M. A. (1997a): Estudio de perfiles silicificados en el borde SO de la cuenca terciaria del Duero. Una nueva interpretación genética de la silicificación. *Rev.Soc.Geol.España*,10(3/4)
- MOLINA BALLESTEROS, E., GARCÍA-TALEGÓN, J. y VICENTE HERNÁNDEZ, M. A. (1997b): Paleoweathering profiles developed on the Iberian Hercynian Basement and their relationship to the oldest Tertiary surface in central and western Spain. *J. Geol. Society of London*, 120, 175-185.
- NORMAL, 11 (1985): Assorbimento d'acqua per capillarità. Coefficiente de assorbimento capillare, 11.CNR-ICR. Roma.
- NORMAL, 7 (1981): Assorbimento d'acqua per immersione totale – capacità di imbibizione, 7. CNR-IRC, Roma.
- NF (1973 a): Mesures de la porosité, de la masse volumique réelle et de la masse volumique apparente, B 10-503.
- NF (1973 b): Mesure du coefficient de absorption d'Eau.

**LA PIEDRA EN LOS MONUMENTOS DE LA CIUDAD DE TORO. GEOTURISMO. Julio de 2015**  
**Bibliografía.**

Pedró (1993): Un phenomene normal de la superface de la planete:Làiteration dea roches. En:*Alteración de granitos y rocas afines*. (Vicente, M.A.; Molina Ballesteros, E. y Rives, V., Eds). CSIC. Madrid. 17-50.

Rayot, V. (1994): Alteration du centre de l’Australie: Rôle des solutions salines dans la gèneses des silcrettes et des profils blanchis. *Mémoires Sciences de la Terre, École des Mines de Paris* 22, 142.

RILEM (1980): Bulk densities and real densities. 1-2.

SÁNCHEZ DEL CORRAL JIMÉNEZ, A., (2007): Geomorfología del dominio fluvial del Duero en el sector de Toro (Zamora). Evolución reciente de la llanura de inundación. Cuaternario y Geomorfología, *Rev. Sociedad Española de Geomorfología*, 21 (1-2), 103-122.

THIRY, M. (1981): Sédimentation continentale et altérations associées: calcitisations, ferruginisations et silicifications. Les argiles plastiques du Sparnacien du Bassin de Paris. *Sci. Géol. Mém. Strasbourg*. 46, 173 pp.

THIRY, M. (1993): Silicifications continentales. En: *Sédimentologie et Géochimie de la Surface, Memoire de G. Millot*.177-189.

THIRY, M. Y MILNES, A.R. (1991): Pedogenic and groundwater silcrettes in Stuart Creek opal field, South Australia. *Journal of Sedimentary Petrology* 61,111-127.

TWIDALE, C.R. Y MILNES, A.R. (1983). Aspect of the distribution and desintegration of siliceous duricrusts in arid Australia. *Geologie en Mijnbouw*,62,373-382

UNE-EN 12670 (2003): Piedra Natural. Terminología. AENOR.

VERA, J.A. (2004): Geología de España, Sociedad Geológica de España y el Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 683 pp.

WASHBURN, E.W. (1921): Note on a method of determining the distribution of pore sizes in a porous material. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 7.115-116.

**WEBS**

- [www.google.es/maps](http://www.google.es/maps)
- [www.igme.es](http://www.igme.es)
- [Wikimedia commons](http://commons.wikimedia.org)
- [mysite.pratt.edu](http://mysite.pratt.edu)
- <http://materconstrucc.revistas.csic.es>