

# ANÁLISIS HISTÓRICO, MATERIAL Y ESTRUCTURAL DE LA TORRE DE ORTEGÍCAR CAÑETE LA REAL, MÁLAGA (ESPAÑA)



TRABAJO FIN DE GRADO

Eloísa Ríos Fernández  
Tutor: Francisco Javier Gallego Roca  
Co-tutor: Rafel Bravo Pareja

Escuela Técnica Superior de Arquitectura  
Universidad de Granada  
Junio 2021

## AGRADECIMIENTOS

«Quiero agradecer a todos aquellos que me han ayudado a lo largo de esta larga etapa y han colaborado en esta investigación.

En primer lugar, a mi tutor, Javier Gallego Roca, así como a mi co-tutor, Rafael Bravo Pareja, por su ayuda en la planificación, información y organización en este Trabajo de Fin de Grado.

También quiero agradecer a aquellos que me han formado como profesional y como persona durante estos años, realizando un trabajo que nunca se podrá valorar lo suficiente.

En segundo lugar, a mi familia, mi madre, mi padre, mi hermano, y mi pareja, quienes han estado a lo largo de toda mi carrera apoyándome en todo momento, y animándome a seguir adelante aportando todo su esfuerzo y todos sus recursos con tal de educarme y formarme lo mejor posible para afrontar la vida.

También, agradecer a la Universidad de Granada por acogerme. Después de este período de investigación escribo este apartado de agradecimientos para finalizar mi TFG.

Desarrollar este estudio ha tenido un gran impacto en mi persona y es por eso que me gustaría agradecer a todas aquellas personas que me han apoyado durante este proceso.

## RESUMEN

El presente trabajo que vamos a ver a continuación está relacionado con el proyecto para el Trabajo de Fin de Grado en el Grado de Arquitectura de la Universidad de Granada.

Se enmarca dentro del ámbito de Restauración Arquitectónica y pertenece al curso académico 2020/2021.

Este documento se compone de dos partes principalmente. Por un lado, una investigación histórica y material de la Torre de Ortégicar, situada en el municipio de Cañete La Real, en Málaga; y por otro lado su análisis constructivo y estructural en la actualidad.

## ABSTRACT

The present work that we are going to see next is related to the project for the Final Degree Project in the Degree of Architecture at the University of Granada.

It is framed within the area of Architectural Restoration and belongs to the 2020/2021 academic year.

This document consists of two main parts. On the one hand, a historical and material investigation of the Torre de Ortégicar, located in the municipality of Cañete La Real, in Malaga; and on the other hand, its constructive and structural analysis today.

# ÍNDICE TFG\_ORTEGÍCAR

01. Introducción. Declaración de intenciones TFG.....	6
02. Justificación y motivación.....	18
03. Objetivos y metodología.....	21
04. Recopilación documental.....	25
04.1. Contexto arquitectónico y paisajístico.....	25
04.2. Análisis histórico-constructivo y proceso histórico.....	28
04.3. Levantamiento arquitectónico.....	32
Plantas, alzados y secciones estado actual	
04.4. Levantamiento arquitectónico.....	49
Levantamiento fotográfico..	
04.5. Levantamiento arquitectónico.....	60
Fotoplanos estado actual.	
04.6. Levantamiento crítico.....	69
Estudio de degradaciones. Plantas, alzados y secciones.	
04.7. Levantamiento crítico.....	81
Análisis fotográfico de patologías.	
04.8. Materiales y degradaciones.....	86
05. Sistema constructivo.....	96
06. Análisis estructural.....	106
07. Cálculo de estructura y análisis de estabilidad. Metodología de trabajo.....	112
07.1. Descripción de sistema estructural.....	113
07.2. Características de los materiales.....	115
07.3. Cálculo de acciones.....	116

07.4. Análisis de resultados.....	117
07.4.1. Modelización geométrica.....	117
07.4.2. Asignación de propiedades.....	118
07.4.3. Asignación de cargas y condiciones de contorno.....	119
07.4.4. Mallado de modelos.....	120
07.4.5. Cálculo del problema.....	122
07.5. Resultados.....	123
07.5.1. Análisis de desplazamientos.....	123
07.5.2. Análisis de tensiones.....	126
07.6. Hipótesis de cálculo sobre la altura máxima permitida.....	129
08. Conclusiones.....	131
09. Bibliografía.....	134

# 01

INTRODUCCIÓN.  
DECLARACIÓN DE INTENCIONES

# LA RESTAURACIÓN ARQUITECTÓNICA

## 01. INTRODUCCIÓN. DECLARACIÓN DE INTENCIONES TFG

La restauración es una materia relativamente joven, que fundamente sus raíces tanto en la moderna investigación histórica como en las tradicionales prácticas de mantenimiento que tienden a conservar un objeto con un reconocido valor, cuyo objetivo es prolongar su duración en la historia.

Todo ello la hace distinguirse de la simple puesta en eficiencia, por razones de uso o económicas, de cualquier producto de la actividad humana y se dirige, a la vez, a los monumentos, entendidos en su sentido etimológico de "documentos" únicos e irrepetibles, expresiones de gusto, de arte, de sabia "cultura material", más allá que del mismo fluir del tiempo.

Su objetivo es la recuperación y conservación de lo construido. Para ello, han de ejecutarse acciones de reconstrucción conservativa o de rehabilitación, dotándolos así de nuevos servicios y/o instalaciones.

Se presenta en actuaciones que implican restituir alguna de las partes o elementos perdidos que la componen, así como la ampliación de un monumento, o inserción de contrucciones nuevas en un conjunto histórico; aquello que en su origen italiano se conoce como "completamente del costruito".

Humanes comenta: *"En estos casos, el papel del arquitecto es fundamental, el cual ha de ser creativo pero a la vez amable con la arquitectura existente, que queda condicionada por el resultado de la relación entre lo pasado y lo actual. Las diferentes conceptos entre lo histórico y lo actual, el pacto antiguo/nuevo, han causado la eterna polémica existente desde que la restauración arquitectónica se establece como práctica profesional"*. [1]

---

[1] HUMANES, A. (1994). Restauración arquitectónica: el diálogo entre lo antiguo y lo nuevo. *Arquitectura: Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM)*, (299), 8-11.

La manera de plantear un diseño de restauración va ligada a la idea de arquitectura histórica, así como al estudio de los valores y a las aspiraciones culturales. No existe una única forma de plantearlo, puesto que es el producto de todas las actuaciones que en él se lleven, y del cual dependa de la sensibilidad de los distintos proyectistas.

El hecho es que, frente a un mismo edificio o parte de este, las intervenciones que se pueden llevar a cabo pueden llegar a ser totalmente distintas entre unos arquitectos y otros. No es algo mecánico, si no, que el resultado se genera en un contexto que va cambiando en el tiempo sujeto a diversas sinergias. Sin embargo, esto no quiere decir que se permita la improvisación y la rapidez en la toma de decisiones.

Así pues, viendo la necesidad de la realización de un estudio y una documentación del edificio, en 1883 se fijaron unos criterios y principios generales que fuesen de aplicación en las acciones que se se realizasen.

Por otro lado, a lo largo de la historia, las actuaciones que se han llevado a cabo, consistían en procedimientos de cambio o suma de elementos. Sin embargo, a finales del siglo XVIII, se produce una evolución en la forma de pensar, adquiriéndose conciencia de la historia y del valor del patrimonio heredado.

La arquitectura, se presenta como la vertiente artística que por su continuo uso, se vea sometida en mayor medida a procesos de deterioro y desgaste, y por tanto, a procesos de restauración que se vayan adaptando a las necesidades del habitante. Todo esto, se traduce en transformaciones de las ciudades que nos lleva a una imagen actual de las mismas, diversa de la que poseían siglos atrás.

Un edificio no es inalterable. Permanece en un estado de continua evolución formal y funcional. Es por tanto un organismo capaz de adaptarse a los condicionantes que cada momento cultural le imponga. De esta forma se genera una vinculación biyectiva entre la historia macro y la historia micro, la historia del edificio con la historia de la ciudad.

Para Torres Balbás *“un monumento antiguo es, en muy contadas ocasiones, de un mismo estilo en todas sus partes. Ha vivido, y viviendo se ha transformado. Porque el cambio es la condición esencial de la vida. Cada edad lo ha ido marcando con su huella. Es un libro sobre el cual cada generación ha escrito una página. No hay que modificar ninguna de ellas. No son de la misma escritura porque no son de la misma mano”*. [2]

[2] TORRES BALBÁS, L. (1919). Legislación, inventario gráfico y organización de los monumentos históricos y artísticos de España. En Actas del VIII Congreso Nacional de Arquitectos (pp. 3-89). Zaragoza: Tipografía de Salvador.

Todo proceso de intervención en un edificio precisa un conocimiento exhaustivo de todos aquellos niveles en los que se manifiesta. La consideración de edificio histórico implica el estudio riguroso de su evolución constructiva, dilucidando todos aquellos momentos de cambio que han ido puliendo su fisonomía, hasta la percepción actual. Llegados a este punto, resulta imprescindible un método que regule dicho análisis.

Partiendo de la subjetividad que conlleva la crítica, todo análisis arquitectónico debe entenderse bajo la influencia del momento cultural de la persona que lo realiza, iniciando o continuando un proceso de revisión permanente, por parte de las generaciones futuras. Para Cesare Brandi *“la restauración constituye el momento metodológico del reconocimiento del monumento en su consistencia física y en la doble polaridad estética e histórica, con vistas a su transmisión en el futuro”*. [3]

La Carta de Venecia de 1964 recogía en su Art. 2 el siguiente texto *“la conservación y restauración de monumentos constituyen una disciplina que requiere de todas las ciencias y todas las técnicas que puedan contribuir al estudio y salvaguarda del patrimonio monumental”*.

En 1972 la Carta del Restauo, ampliaba estas consideraciones mediante un punto bien definitorio al respecto: *“La redacción del proyecto de restauración de un edificio debe venir precedido de un atento estudio del monumento, según varios puntos de vista (posición en el contexto territorial o en el tejido urbano, aspectos tipológicos, apariencia y cualidades formales, sistemas y características constructivas, ...) tanto de la obra original como de sus eventuales añadidos o modificaciones. Partes integrantes de este estudio serán la investigación bibliográfica, iconográfica, archivística, etc., para recoger todo posible dato histórico. El proyecto se basará sobre un completo levantamiento planimétrico y fotográfico, con interpretaciones bajo los puntos de vista metrológicos, trazados reguladores y de sistemas de proporciones y comprenderá un cuidadoso estudio específico para verificar sus condiciones de estabilidad”*.

[3] BRANDI, (1963). Cesare. Teoría del Restauo. Ed. Alianza forma. Torino.

Piero Sanpaolesi [4] estructura el estudio preventivo del monumento en dos fases:

1.- Examen arquitectónico:

- Levantamientos gráficos y fotogramétricos.
- Levantamientos fotográficos.
- Levantamientos y reproducciones complementarias.

2.- Estudios analíticos:

- Estudios históricos.
- Estudios artísticos.
- Estudios estructurales.
- Estudios de la inserción en el entorno.

Para ello, se servirá de instrumentos que le permitan obtener dicho conocimiento del edificio. Los denominados instrumentos intrínsecos son aportados por el propio edificio, mientras que los extrínsecos proceden de fuentes externas, pudiéndose manifestar estas, de muy diversas formas. [5]

El propio edificio constituye un documento histórico excepcional. Es un testimonio que permite extraerle una gran cantidad de información, no solamente sobre la arquitectura en sí misma sino también sobre la sociedad que lo creó y lo usó [6]. La mirada atenta e intencionada del mismo conduce a la identificación de sus etapas constructivas, de las diferentes tecnologías aplicadas y de las transformaciones espaciales en función de sus cambios de uso. La descripción objetiva de las fábricas aporta un catálogo importante de datos, un registro de hechos y vicisitudes antrópicas y naturales. [7]

[4] SANPAOLESI, Piero. (1977). *Discorso sulla metodologia generale del restauro dei monumenti* Ed. Edam. Firenze.

[5] Puede consultarse al respecto: ESTEBAN CHAPAPRIA, Julián. Estudios previos a la restauración de monumentos, recogido en FERNÁNDEZ MUÑOZ, Ángel L. Director. *Restauración arquitectónica*. Ed. Universidad de Valladolid. Valladolid, 1991. pp. 159- 176./ MARINO, Luigi. *Il progetto di restauro*. Ed. Alinea. Florencia, 1981./ GUTIÉRREZ, R. y VIÑUALES, G. M. La documentación histórica y la restauración arquitectónica. En *Teoría e Historia de la restauración. Máster de Restauración y Rehabilitación del Patrimonio*. (1997). pp. 190-199./ PARENTI, Roberto. La edificación histórica, la estratigrafía mural y la transcripción de las fuentes documentales. *Cuadernos de la Alhambra* Nº 29- 30. Patronato de la Alhambra. Granada, 1993- 1994. pp. 57- 65./ GUTIÉRREZ, Ramón. Las fuentes históricas y la heurística. *Teoría e Historia de la restauración. Máster de Restauración y Rehabilitación del Patrimonio*. 1997. pp. 172-179./ PÉREZ AMUCHASTEGUI, A. y CASSANI, J.L. Metodología de la investigación histórica, la heurística y la clasificación de fuentes. En *Teoría e Historia de la restauración. Máster de Restauración y Rehabilitación del Patrimonio*. 1997. pp. 180- 189.

[6] GUTIÉRREZ, Ramón. Op. cit. pp. 172- 179.

[7] PARENTI, Roberto. Op. cit. pp. 258- 269.

Es esencial que exista un proceso continuo de ida y vuelta entre la documentación histórica y la propia obra. La investigación histórica vinculada a la restauración es de por sí intencionada. No se trata de saber todo lo posible sobre el edificio, la sociedad en la época en que se hizo o la historia de los personajes que lo habitaron. Se trata de saber sobre todo qué formas de uso, alteraciones, adiciones, intervenciones, criterios de diseño, técnicas constructivas y soluciones espaciales tuvo la obra que se va a restaurar. [8]

Los Estudios Previos configuran una parte esencial de la asignatura de Restauración Arquitectónica en Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Durante el año que cursé la asignatura, trabajamos con una metodología precisa que he tratado de plasmar, por mi interés hacia el Patrimonio Arquitectónico en una pequeña torre del paisaje cercano a Ronda.

En el seguimiento que he realizado, ha sido un referente la forma de abordar los Estudios Previos. (Gallego Roca, J. Estudios Previos. Laboratorio de Restauración Arquitectónica. [LRA]. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Granada. Página web: [ira.stei](http://ira.stei)).

[8] GUTIÉRREZ, Ramón. Op. cit.

Cualquier intervención en un edificio histórico debería cumplir una serie de fases de investigación necesarias antes de acometer el proyecto de restauración:

- Información preliminar.

Información urbanística, catalogación, memoria descriptiva...

- Investigación histórica y artística

La investigación bibliográfica y de archivo debe ser preliminar a cualquier intervención y puede resultar también útil para una correcta intervención de restauración. El estudio histórico de un edificio pide resolver problemas de datación y estudio de restauraciones precedentes, así como la descripción de todas y cada una de sus partes, con inventario, descripción, filiación cronológica y estilística, análisis de los elementos y de las técnicas constructivas de la época de la construcción

- Investigación arqueológica.

Sondeo o prospección arqueológica puntual y del entorno.

- Levantamiento gráfico y fotográfico.

Es necesario el conocimiento de la exacta geometría de la construcción y de los elementos singulares, además de un exacto levantamiento planimétrico para la elección posterior de los métodos de intervención.

- Investigación constructiva y estructural.

Es necesario profundizar en la fase de conocimiento del edificio tanto en la precisa distribución de los materiales en el interior de la construcción, su caracterización física, química, técnica y mecánica de la construcción así como de la difusión y entidad de las alteraciones y el estado de degradación del edificio, para evitar recurrir a trabajos de restauración inútiles, si no perjudiciales. Por tanto, cualquier intervención debe ir precedida de un atento estudio de la situación con el objeto de determinar entre todas las operaciones posibles de intervención aquellas que producen una menor perturbación a la obra y la mayor ventaja para la conservación del edificio. El empleo de las técnicas no destructivas en esta fase, se está difundiendo cada vez más, y cuenta con un amplio consenso en todos aquellos proyectos que más que de proyecto de restauración hablan de proyecto de conservación.

*“Es necesario- escribe Marco Dezzi Bardeschi- y fundamental, enfatizar el momento del análisis y del proyecto respecto al sucesivo momento de la intervención, sustituir la programación por la intervención extemporánea... y en esta programación entran las técnicas no destructivas con fines diagnósticos que permiten conservar la integridad del objeto investigado, proporcionando rápidamente una cantidad de datos cualitativos y cuantitativos útiles para un correcto diagnóstico”. [9]*

- Diagnóstico y proyecto.

Una vez obtenidos el mayor número de datos de los análisis y ensayos, se pasa a la fase diagnóstica. La fase del diagnóstico constituye un momento fundamental de conocimiento para definir cualquier operación de intervención. Para definir esta fase, según se comenta anteriormente, podemos contar con el empleo de las técnicas no destructivas o en algunos casos de las tradicionales o destructivas.

La elección de un tipo de intervención depende de un diagnóstico previo realizado mediante un estudio apropiado, para poder conocer cada detalle de la construcción. La prevención y la rehabilitación solo pueden realizarse acertadamente si el diagnóstico del estado del edificio se ha efectuado cuidadosamente.

- Control de las intervenciones de conservación. Monitorización

Es muy importante señalar que el conocimiento y tratamiento de muchas de las patologías implica un seguimiento continuado en el tiempo para conocer la evolución del proceso que aconsejará o desaconsejará una intervención. Este seguimiento constante es el futuro deseable para todo el patrimonio, mueble e inmueble, con la ayuda de los procedimientos informáticos y las técnicas más avanzadas.

Habría que utilizar el diagnóstico científico, en el caso del Patrimonio Arquitectónico, como disciplina, como base de actuación, lo que sería el concepto de medicina preventiva. Sin diagnóstico no se cura. [10]

[9] Dezzi Bardeschi, M. (2005). Conservar, no restaurar. Hugo, Ruskin, Boito, Dehio et al. Breve historia y sugerencias para la conservación en este milenio. Loggia, Arquitectura & Restauración, (17), 16-35.

[10] GALLECO ROCA, J. Estudios Previos. Laboratorio de Restauración Arquitectónica (LRA). Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Granada. (sin publicar)

*El Discorso sulla metodologia generale del restauro dei monumenti* (1973) [11], del arquitecto Piero Sanpaolesi, incide de manera significativa en aquello que más caracteriza hoy a la restauración: el método a través de los estudios previos.

En esta concepción de la restauración destacan dos partes esenciales: una es aquella que analiza los motivos y fines de la restauración, prestando especial atención a qué cosa es la restauración;

Otra está dedicada a la conservación y restauración y analiza los principios generales donde recomienda que para la elección de conceptos claros es necesario hacerse una clara idea de los fines que se quieren conseguir con la restauración de cierto edificio.

Un apartado en este libro se titula: *Importancia de los documentos y los levantamientos, antes y después de los trabajos*.

Sanpaolesi reivindica la fase previa de cualquier intervención: Toda intervención conservativa no puede más que fundarse por tanto sobre el conocimiento formal, histórico y crítico más que en la práctica y la protección del monumento o del edificio en general, llevando a la máxima profundidad en las investigaciones sea en sentido histórico, sea tecnológico, sea estructural.

Tales investigaciones tienen como finalidad planificar coherentemente e interpretar todas las actuaciones en la fase preparatoria o de estudio de la restauración, porque debe suministrar, los datos necesarios a la elección y formulación de un programa operativo y en la mayor parte de los casos sirven en fin por alcanzar también a la necesaria redacción de una previsión de gastos.

Todavía, en el caso de la restauración, la previsión de gastos es siempre ampliamente sujeta a variaciones a veces bastante notables que intervienen por causa de la revelación de datos imprevistos durante el curso de los trabajos, que pueden requerir frecuentemente también inversiones en las operaciones a completar, modificaciones a veces radicales del programa, tanto del punto de vista estático y conservativo.

[11] SANPAOLESI, R (1980). *Discorso sulla metodologia generale del restauro dei monumenti*. Firenze: Editrice Edam.

Es de hecho fácil darse cuenta que la restauración, en su fase ejecutiva, o sea después del inicio de los trabajos, debe tender a intensificar las investigaciones formales y estáticas del edificio, y que ello sea un deber preciso del arquitecto y al mismo tiempo una facultad que al arquitecto debe ser reconocida. Lo demuestra la práctica de cada día; o sea es también teóricamente confirmado por la forma a menudo indefinida que necesariamente asumen los proyectos de restauración (Sanpaolesi, 1980, pp. 27-28). [12]

Partiendo de la subjetividad que conlleva la crítica, todo análisis arquitectónico debe entenderse bajo la influencia del momento cultural de la persona que lo realiza, iniciando o continuando un proceso de revisión permanente, por parte de las generaciones futuras. Para Cesare Brandi; la restauración constituye el momento metodológico del reconocimiento del monumento en su consistencia física y en la doble polaridad estética e histórica, con vistas a su transmisión en el futuro (Brandi, 1977, p. 6). Brandi sintetiza tres principios en la restauración de monumentos que siendo prácticos no pueden decirse empíricos: el primero es que la reintegración deberá ser siempre fácilmente reconocible, sin que esto infrinja la unidad que se tiende a reconstruir; el segundo principio es relativo a la materia de la cual resulta la imagen, la cual es insustituible; el tercer principio se refiere al futuro: que toda intervención no imposibilite eventuales futuras intervenciones (Brandi, 1977, pp. 17-18). [13]

[12] GALLEGO ROCA, J. (2017). La cultura de la restauración arquitectónica en los umbrales del siglo XXI. Discurso de apertura, Universidad de Granada, curso académico 2017-2018. Granada: Universidad de Granada.

[13] BRANDI, C. (1977). Teoría del restauro. Torino: Giulio. Einaudi editore.

El estudio de este Trabajo Final de Grado se basa en un análisis histórico, material y estructural de la torre de Ortegícar. Está situada en Cañete la Real, localidad y municipio español situado en la parte occidental de la comarca del Guadalteba, en la provincia de Málaga.

Para su investigación, seguiremos varios ejemplos que nos ayuden a comprender su construcción y el estado de su estructura.

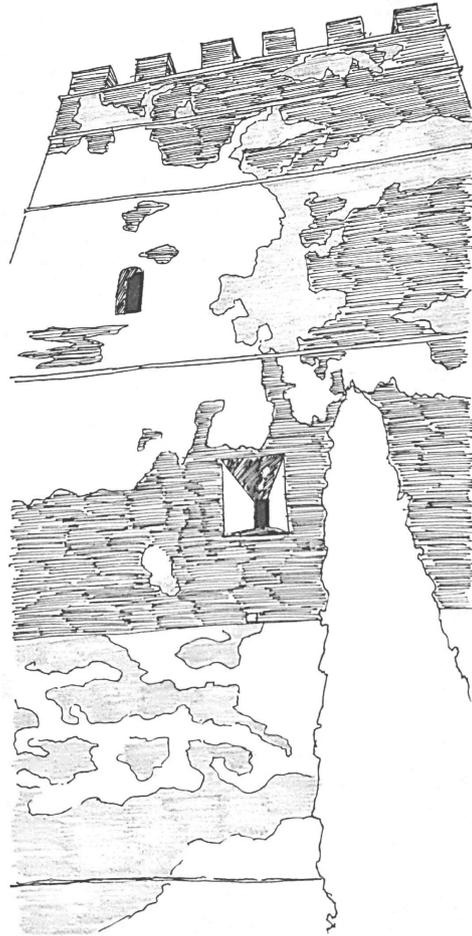
El trabajo se articula en varias partes: una parte centrada en el desarrollo, tanto histórico como arquitectónico de la torre de estudio, aportando planos e imágenes tanto de la situación como del entorno. Esta parte, a su vez irá estructurada desde lo general (situación e información sobre el entorno inmediato) hasta lo específico, en este caso, el análisis orgánico que la compone.

Tras ello, una recopilación documental que engloba: análisis métrico, fotográfico, fotoplanos del estado actual y un estudio del levantamiento crítico, analizando degradaciones y patologías mediante planos y fotografías.

Se incorpora también un estudio del sistema constructivo con sus detalles y cada una de las partes que compone la torre.

Por otro lado, se realiza un estudio estructural, debido a las patologías, fisuras, y principalmente, debido a la gran grieta que aparece en el alzado 4 de la torre.

Se analizan los desplazamientos, tensiones, así como las causas y justificaciones que se han considerado adecuadas sobre las grietas que aparecen mediante imágenes exportadas de Abaqus, que permiten explicar y exponer cada uno de estos aspectos.



DIBUJO 1 [14]

[14] Dibujo 1. Autoría propia

# 02 JUSTIFICACIÓN Y MOTIVACIÓN

## 02. JUSTIFICACIÓN Y MOTIVACIÓN.

A pesar de que para muchos, el patrimonio está hecho sólo de “piedras” y “huesos” de nuestros antepasados, la realidad es bien distinta.

Debemos considerarlo como valioso, y bien merece que sea disfrutado por las futuras generaciones.

Una parte de este patrimonio es palpable –como las construcciones, paisajes, sitios arqueológicos, etc.-, convirtiéndose en una parte fundamental de nuestra identidad global y a nivel individual, que ha de ser tenido en cuenta. [15]

Por todo lo anterior, es importante conocer y comprender bien nuestro patrimonio cultural y esforzarse por conservarlo. Es necesario para crear una seña de identidad colectiva y no perder la historia que ha marcado el tiempo.

La importancia que tiene en la actualidad el patrimonio histórico y cultural, ha requerido de siglos para su concienciación en la sociedad de la importancia del legado histórico.

De esta manera, el principal objetivo de este trabajo se ha centrado en conocer el grado de conservación del patrimonio arquitectónico a través del cortijo y la inclusión en este de la Torre de Ortegícar, objeto de estudio.

En el ámbito más personal, la oportunidad que me brindó mi territorio natal, en la Serranía de Ronda, me ha llevado a la elección de una materia que pudiera desarrollar a través de la observación directa.

El motivo de la elección de esta investigación, es dar a conocer este rincón singular malagueño, una Torre de origen árabe, desconocida por la mayoría.

La construcción sólo se puede verse desde el exterior, ya que actualmente, se encuentra en un recinto privado.

No obstante, este deseo por el conocimiento y la cultura de la restauración se han visto amparados por los años de carrera, que han ayudado a comprender la evolución y transformación de la arquitectura en el tiempo.

[15]Conoceris, la importancia de nuestro Patrimonio Cultural. (2017).

## VALORACIÓN BIEN CULTURAL

La Torre de Ortegícar se sitúa en un lugar estratégico, ya que se podía divisar la localidad de Cañete la Real, y un entorno dominado por un conjunto importante de arquitectura defensiva de indudable valor patrimonial.

La valoración de la Torre de Ortegícar resulta especialmente relevante si se analiza como uno de los elementos que integran el sistema de defensa y señalización de los territorios de frontera entre los Siglo XIII y XVI.

Su posición territorial y su relación con el resto de atalayas y castillo, por tanto, su valor más relevante desde la perspectiva histórica. [16]

La Torre conserva elementos esenciales de su característica tipológica, presentando una figura que la reconoce como hito en el paisaje circundante. El valor del emplazamiento, sobre un cerro abierto al paisaje, contribuye a potenciar sus cualidades paisajísticas.

Por otro lado, la propia materialidad de la Torre y la información tipológica y documental que conservan sus fábricas, nos muestran un elemento singular que merece su restauración y puesta en valor.

Sin embargo, a pesar de ello, y de tratarse de una de las pocas torres que en la actualidad se mantienen, no existe información relevante ni estudios interesantes sobre el conjunto de la torre.

Por ello, uno de los principales motivos de la elaboración de este trabajo, como ya hemos dicho, es dar a conocerla, tanto la Torre, tema primordial del trabajo, así como el Cortijo de Ortegícar, del cual tampoco hay mucha más información de la incluida en el documento "Cortijos, haciendas y lagares de la provoncia de Málaga. [17]

La intervención propuesta pretende garantizar la conservación de la Torre y evitar su deterioro, contribuyendo con ello a la puesta en valor del elemento con una actuación que considere la totalidad de los valores históricos, documentales, culturales y paisajísticos. La Torre de Ortegícar presenta un mal estado de conservación, por lo que la intervención deberá consolidar el perfil existente, interviniendo puntualmente en las fábricas.

[16] MONTIJANO GARCÍA, J. (1996). Arquitectura de las grandes explotaciones agrarias del sur de la provincia de Málaga.

[17] Torre alquería y puente de Ortegícar, Cañete la Real (Rincón Singular)

# 03

## OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

### 03. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Con todo lo mencionado anteriormente, el objetivo principal de este trabajo, es dar a conocer algunos ejemplos interesantes de cortijos y torres en Andalucía como introducción y ayuda a la hora de entender e analizar la estructura tanto exterior e interior que componen a la torre de Ortegaícar y su conjunto.

La estructura metodológica que se sigue, mantiene una distribución clara en cuanto a los pasos reales que se han seguido para el estudio y elaboración del tema.

En cuanto al campo de búsqueda, ha sido posible la observación directa de la zona y su transformación en los últimos años.

Desarrollaremos una investigación actual del estado de la torre y su entorno. Se establecerá una comparativa entre los datos tomados en el año 2006, (cuando se llevó a cabo una restauración de las partes más dañadas, como la cubierta y el encalado de la parte inferior de la fachada en sus cuatro alzados), y la investigación personal realizada para este trabajo en el año 2021, donde finalmente se mostrarán una serie de ortofotos y estudios fotográficos y métricos, que favorecerán la comprensión e interpretación del conjunto.

Se incorporarán además croquis y documentación tomadas en las diferentes visitas realizadas al lugar, así como dibujos y vistas del conjunto.

Por otra parte, se analizan los daños estructurales presentes en el torreón, así como grietas profundas, fisuras superficiales, pérdida de mortero de agarre, daños en las vigas, etc.

Finalmente, la compilación de la información ha seguido, en primer lugar, una estructura de análisis histórico y arquitectónico del monumento; desde su construcción hasta día de hoy, siguiendo una investigación histórica que ayudase a comprender el estado actual del mismo.



DIBUJO 2 [18]

[18] Dibujo 2. Autoría propia

# 04

RECOPIACIÓN DOCUMENTAL

## 04. RECOPIACIÓN DOCUMENTAL

### 04.1. Contexto arquitectónico y paisajístico

Hacia el acceso a la alquería protegida por la antigua torre de Ortexicar, nos encontramos con un magnífico puente nazarí del tipo conocido como "lomo de asno" de unos 6,30 m. de altura sobre el río Guadalteba.

La luz del arco es de 4,47 m., con un pretil en cada uno de los lados de 0'9 m. de altura por 0'31 de anchura el de la izquierda y 0'9 por 0,35 m. el de la derecha en sus respectivos puntos centrales. La anchura del dovelaje de ladrillo del arco, ligeramente apuntado, es de 0,97 m.

Su fábrica combina la mampostería irregular y argamasa con el ladrillo, aunque distintas reparaciones modernas han dejado su sello en un hormigón de cemento que cubre el antiguo aparejo. Sobre el puente trascurre una calzada de cantos rodados de 3,5 m. de anchura que se va abriendo, como es normal, en la finalización del pretil, elemento también en ese sector extremo con una considerable mayor abertura.

Se trata de una imponente torre medieval, que constituye un ejemplo único de la arquitectura militar, de origen probablemente nazarí, que se levanta en el interior de un amplio patio de una antigua alquería árabe.

Es de planta cuadrangular de 8,75m x 8,50m y unos 18,60 m de altura, con huecos irregulares, integrada en un complejo amurallado, situada junto al Río Guadalteba, en la localidad de Cañete la Real, no lejos del Km. 26 de la carretera 341 entre Teba y Cuevas del Becerro. En sus proximidades, encontramos además, un puente romano que sobrevive milagrosamente no lejos de las paredes del cortijo.

Es, pues, una verdadera atalaya que domina una extensa zona agrícola, pese a lo abrupto y accidentado del terreno hacia su vertiente Sur.

En cuanto a la planta de acceso sigue una extraña distribución, ya que responde a su adaptación a una posible construcción preexistente de época romana. En la pieza central se aprecia una bóveda de cañón y una escalera que da acceso a la planta

primera. En el descansillo de esta, hay una pequeña puerta, con dintel de madera, y de la cual no se ha podido saber la antigüedad.

Da paso a una serie de habitaciones, las cuales, sin duda, se tratarían de la vivienda del alcalde y de los guardas que defendían la zona.

Se tiene constancia de que que en la torre vivían un alcade, quien desempeñaba su función judicial en nombre del Conde de Ureña, su señor, un alcalde ordinario, un alguacil y un escribano.

En los laterales hay dos salas de diferente tamaño, vaída y de cañón respectivamente, muy descuidadas en la actualidad, y en las que la presencia de humedad es abundante.

En primer lugar, en este nivel encontramos la estancia que actúa como núcleo de la torre, de base cuadrada y de poco más de 2,20x2,20 m.

En la zona izquierda, a través de un arco se accede a otra estancia con bóveda de medio cañón y con asientos en los extremos.

Después de esto, pasamos a los dos niveles siguientes, muy similares en cuanto su distribución en varias habitaciones, variando tan sólo las cubiertas. Se crean espacios bien iluminados mediante troneras en la planta primera y por ventanas resueltas con arcos de medio punto en la segunda.

En la segunda planta, las cubiertas se distribuyende la siguiente forma: en la pieza central hay una generosa cúpula de ocho gallones soportada por cuatro trompas de aristas.

Su altura total hasta la clave es de 5,55m. En las estancias laterales, cubiertas mediante bóvedas de espejo. El resto de las piezas quedan envueltas por bóvedas de cañón en su mayoría. Queda destacar la de los corredores de las escaleras, que se cubren con pequeñas bóvedas de aristas entrelazadas con diferentes bóvedas de cañón.

Por otra parte, nos encontramos con la última planta, muy modificada y en algunas zonas restaurada debido al deterioro que en ella se manifestaba. Está compuesta por un muro contiguo al preexistente que conforma un palomar nazarí, y sobre el cual descansan vigas de madera en rollizo, que sirven de sustento a la terraza superior de la torre, a la que se accede a través de una escalera con un diseño singular.

La terraza ha llegado con almenas, muchas de ellas reconstruidas en época reciente. Se realizó una urgente reforma de emergencia que fue vital para para la conservación y restauración de la torre, consistente en la consolidación de la actual cubierta de la terraza, en parte derruida, y su impermeabilización mediante lámina asfáltica, para impedir el paso del agua de lluvia.

Se realizó un inventario de fisuras indicadoras de posibles movimientos en la torre, mediante una instrumentación de las más significativas.

- Seguimiento de la evolución de 8 puntos situados 2 a 2 entre las esquinas de las caras exteriores de la torre.
- Movimientos verticales: Control de 4 puntos situados en las esquinas de las caras exteriores de la torre.
- Movimientos horizontales: Control de 3 puntos (1 en la planta segunda y 2 en la planta tercera).
- Movimiento de grietas: Seguimiento de las 9 grietas instrumentadas (6 en la planta tercera, 2 en la planta segunda y 1 en la planta primera).

Carecemos por desgracia de documentos o referencias históricas sobre la construcción de la torre primitiva de Ortegícar. Sólo por conjeturas basadas en los datos históricos referentes a Ortegícar, y en un análisis de las características constructivas de la torre, podemos esbozar una fecha o más bien un periodo de construcción. [19]

[19] GALLEGO ROCA, J. (2006) Torre de Ortegícar descripción. (sin publicar)

ANÁLISIS HISTÓRICO-CONSTRUCTIVO  
Y PROCESO HISTÓRICO

## 04.2. Análisis histórico-constructivo y proceso histórico

Si bien las referencias sobre la torre de Ortegícar no comienzan a aparecer en la documentación escrita hasta el siglo XIV, en relación con las distintas campañas de conquista protagonizadas por los castellanos en este sector de la frontera del Reino de Granada, los estudios que estamos realizando sobre el origen y pervivencias de determinadas edificaciones cástrales de la zona de Ronda, nos permiten aventurar ciertas semejanzas, así como establecer algunos paralelismos.



Sin lugar a dudas, lo que hoy conocemos sobre la torre de Ortegícar responde a un tipo de edificación defensiva de carácter rural que estaba estrechamente ligada a la existencia de una población campesina. A partir de una torre defensiva ha estado asociado el cereal, al que se añadió después el olivar, con una almazara hidráulica. Mantiene funcionalidad agrícola. Es por ese motivo, por el que el apodo que reciben estas torres lo toma del carácter de dicho poblamiento: la alquería. Cabe señalar que estas torres suelen tener un diseño en planta de diseño cuadrangular, rondando en torno a los seis y ocho metros de lado, y una altura media que ronda los 15-16 m. De hecho, en su mayor parte, están realizadas en tapial (tabiya), y en su base es frecuente encontrar instalaciones de almacenamiento de grano o agua.

Según distintas fuentes, Ortegícar puede ser considerado como preislámico o romance, y surge de los vocablos latinos "Hortus Sacer" (huerto santo o sacro, literalmente). Este hace referencia a la posible existencia de una instalación de carácter monástico, que, si bien se denomina "mozárabe", incluso podría tener un origen anterior.

Adentrándonos en la historia del lugar, la Crónica de Juan II de Castilla narra cómo en octubre de 1407, estando el ejército sitiando Setenil, algunos nobles organizaban entradas en tierras musulmanas para ganar esclavos, cereales, ganado y joyas.

Uno de los capitanes más raudos era Gómez de Suárez de Figueroa, hijo del Maestre de Santiago, que en una expedición de castigo ocupó Cañete.

Posteriormente, el día 12, el mismo jefe, acompañado de gran cantidad de nobles y mil quinientos lanceros logró rendir la villa y castillo de Ortegícar, y los habitantes de la zona.

tuvieron que ser desocupados. Tras la conquista, Cañete pasó a ser dominio señorial, dando lugar a una estructura de sociedad diferente.

Por consiguiente, las propiedades de las familias islámicas dieron lugar a un gran latifundio que permanece en la actualidad.

Es por ello, que la principal culpa se debe al resultado de la creación de una frontera fundamental, establecida entre cristianos y musulmanes, donde la situación económica y política cambiaron totalmente las anteriores estructuras agraria, demográfica, etc, como ya se ha comentado con anterioridad. Este fue el caso de Ortegaícar.

Fue en la época de Alfonso XI cuando la comarca que rodea al valle del río Guadalteba fue conquistada.

Tan pronto como fue posible, la familia de los Girón, explotaron al máximo las posibilidades agrarias del despoblado de origen sevillano, extendieron su mayorazgo por la zona y consiguió por Real Provisión, que Pedro de Cárdenas cediese el dominio de Ortegaícar al Maestre don Pedro Girón, o a su hijo don Alfonso Téllez. Así la villa despoblada, pasó a aumentar el patrimonio del Condado de Ureña, años más tarde, Ducado de Osuna.

Un documento del siglo XVIII nos describe el enorme caserío de Ortegaícar: *"Un corral llamado del Concejo, un castillo antiguo, de construcción árabe, de cuatro paredes iguales de trece varas cada una, con cuatro pisos; en el bajo hay una habitación y en los altos seis, destinado todo a almacenes de semillas y maderas..."*.

A causa de todo esto, Ortegaícar aparentaba tratarse de un municipio, donde se estabalecían reuniones entre los concejales, los ganaderos y cazadores eran encarcelados por los guardas, etc.

Por otro lado, estaba el mayordomo de los Girón, que era el que se encargaba de llevar las cuentas de los arrendatarios y del diezmo que se pagaba a la iglesia.

Téngase en cuenta que Ortegaícar se componía de: 256 fanegas de regadío, 1.741 fanegas de labor de secano, 550 fanegas de monte bajo de romeral y 450 fanegas de sierra. [20]

[20] GALLEGO ROCA, J. Ficha de diagnóstico Torre de Ortegaícar, conjunto histórico (sin publicar)



DIBUJO 3 [21]

[21] Dibujo 3. Autoría propia

# LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO

PLANIMETRÍA: PLANTAS, ALZADOS Y SECCIONES ESTADO ACTUAL

### 04.3. Levantamiento Arquitectónico.

Planimetría: Plantas, alzados y secciones estado actual.

En este apartado, se expone el acercamiento gráfico y la toma de medidas de la torre y el cortijo en su estado actual.

Como podemos apreciar en este torreón, se han usado las técnicas constructivas convencionales, aunque no usan formas totalmente ortogonales, ya que los ángulos completamente rectos no están presentes en su construcción.

A priori, la primera impresión causada por esta falta de ortogonalidad, es la causante de las grietas que hay en la torre, que se manifiestan tanto en el interior como en el exterior de esta.

El levantamiento arquitectónico hacia un espacio construido puede determinarse por tres necesidades puntuales:

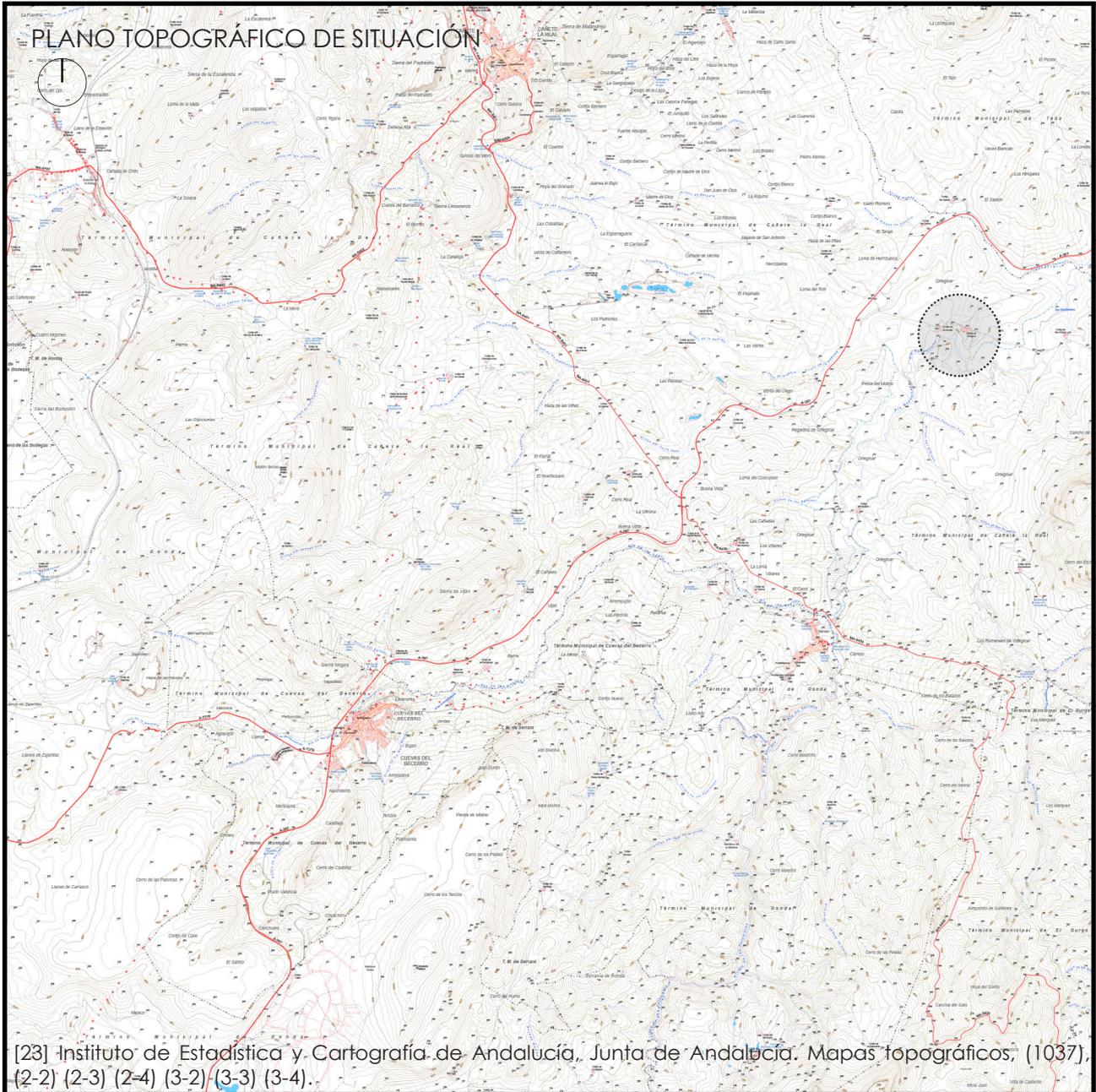
Actualización de planimetrías; intervención en una edificación desde remodelación, modificación o ampliación; así como cuando en un objeto edificatorio existente, dispone de planos o información para su elaboración. En este caso, el objetivo es realizar un análisis del estado actual del cuerpo con la finalidad de una posterior restauración de los espacios. [22]

En primer lugar, se representan varios planos de situación y emplazamiento del espacio estudiado, así como la planimetría de la torre en planta del estado actual y una sección principal de la torre a escala 1.125.

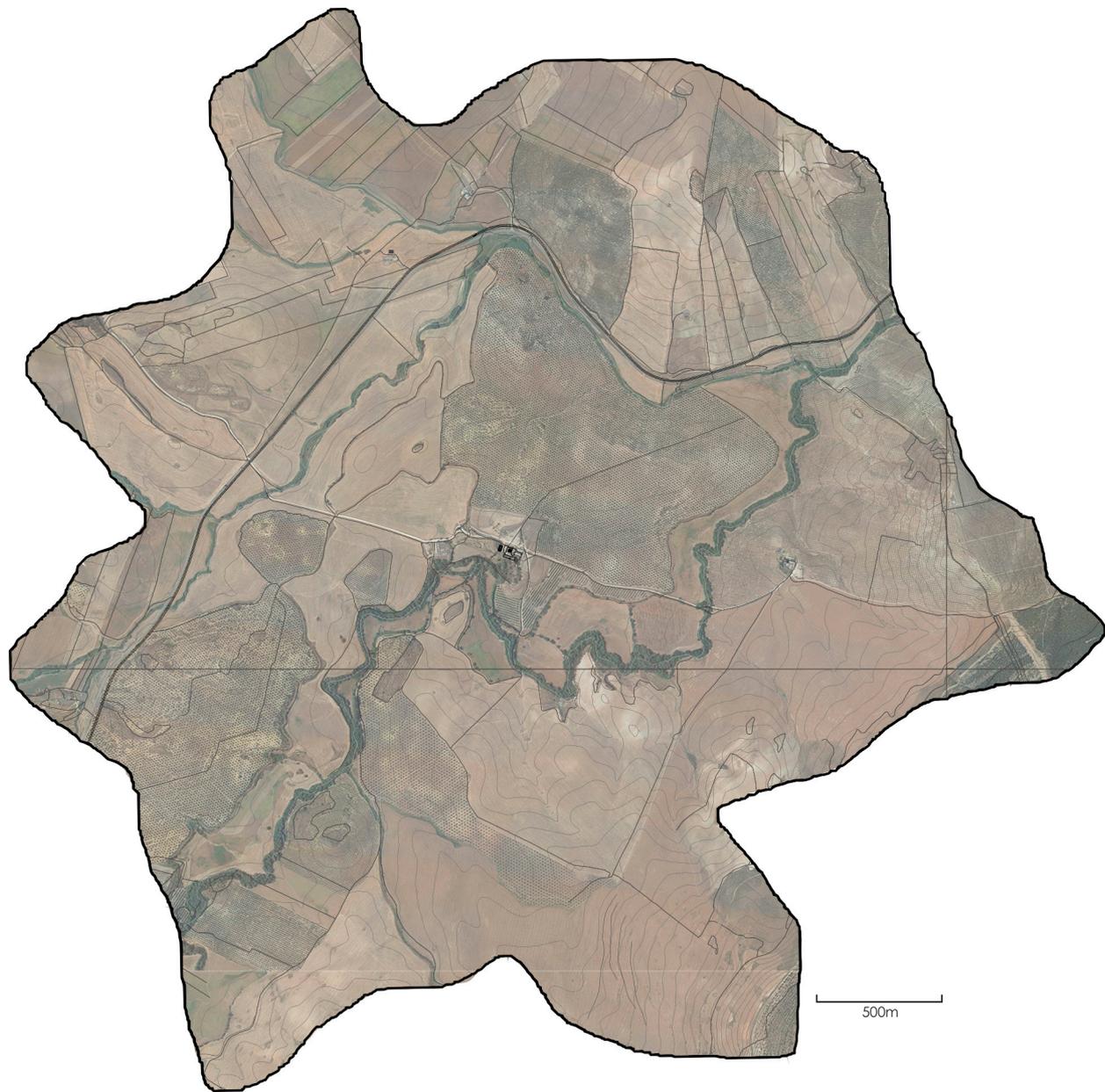
Tras esto, en apartados posteriores, se mostrarán los fotoplanos realizados tras las diferentes visitas al lugar.

[22] LILIAN M. (2017). Técnicas para un levantamiento arquitectónico. Revista oblicua, 11, 19-27.

# PLANO TOPOGRÁFICO DE SITUACIÓN



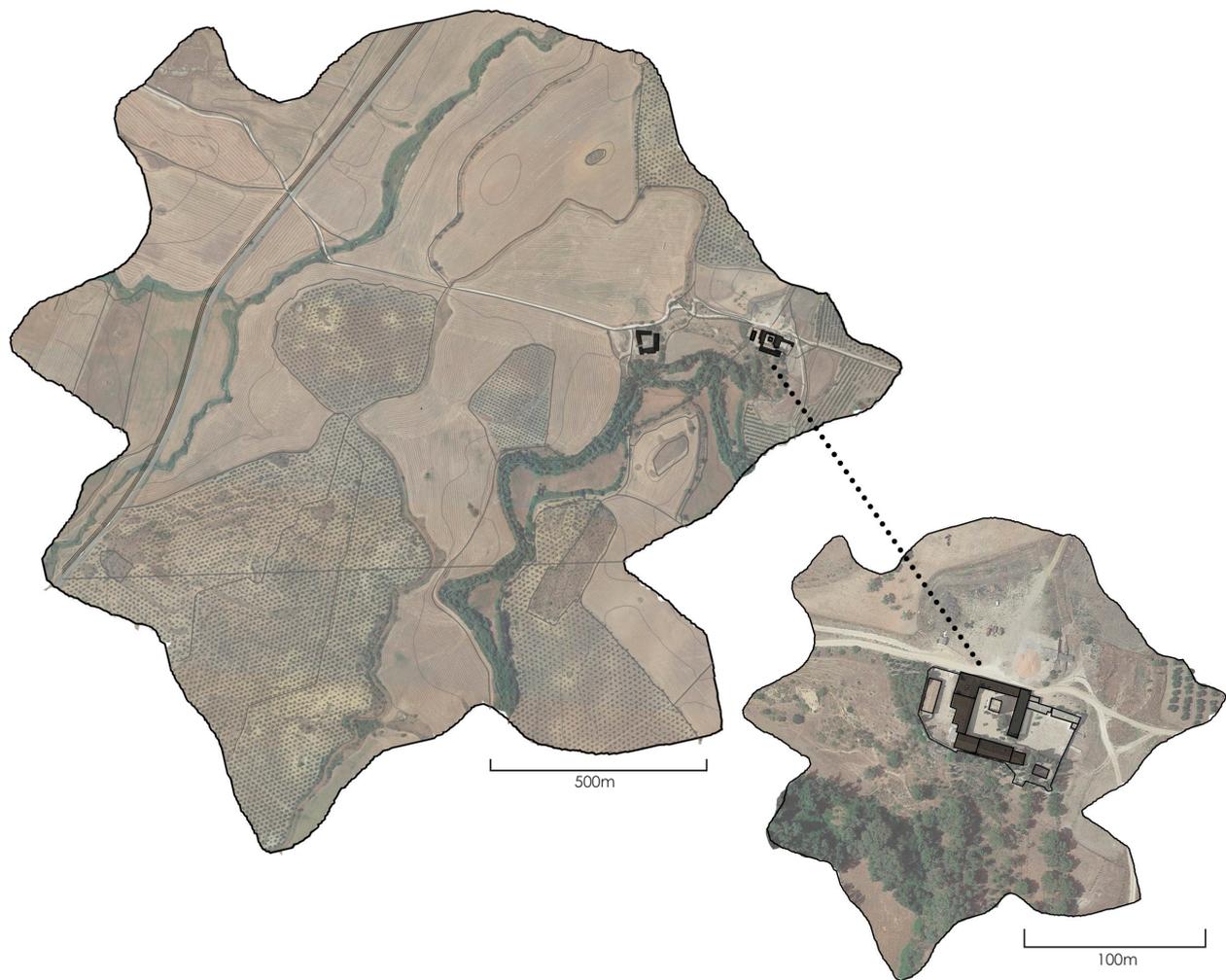
[23] Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, Junta de Andalucía. Mapas topográficos, (1037), (2-2) (2-3) (2-4) (3-2) (3-3) (3-4).



500m



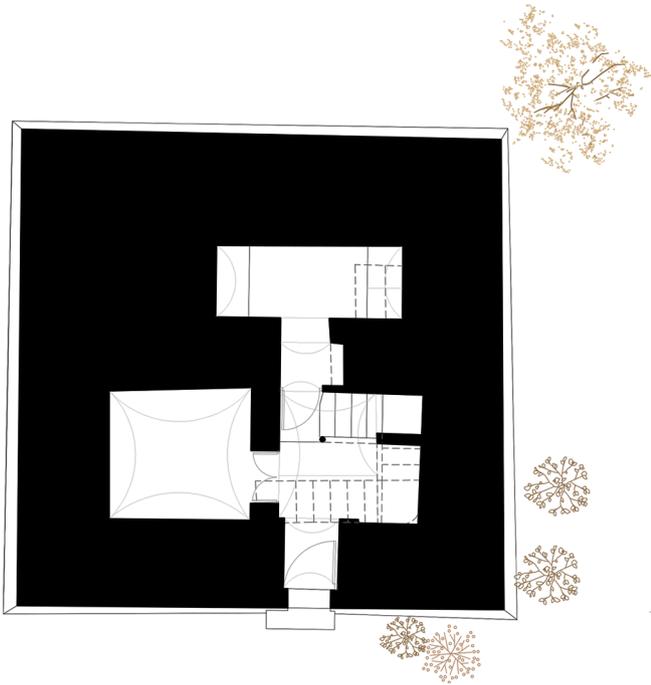
VISTA 3D DE SITUACIÓN



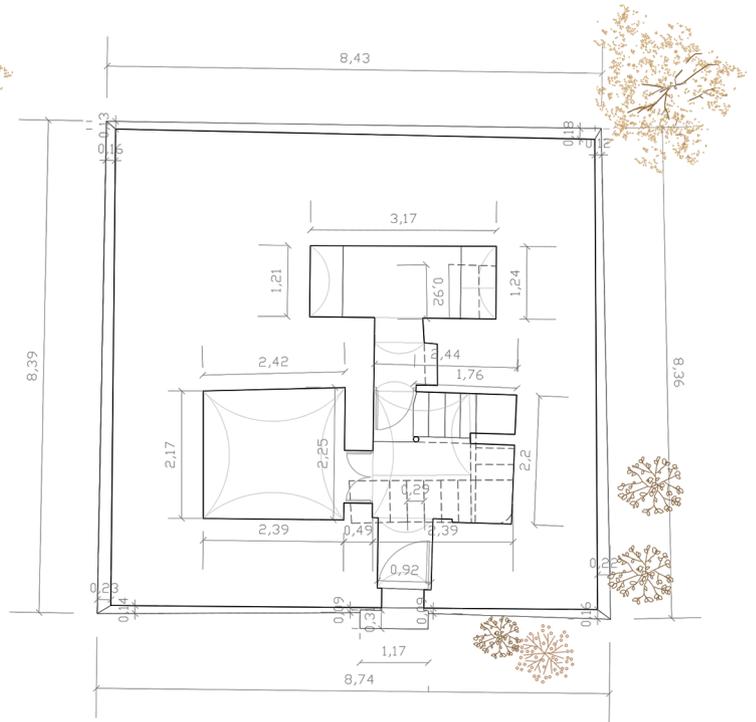
[24] Ortégicar, Cañete la Real. Google Earth, (07/ 07/ 2018)



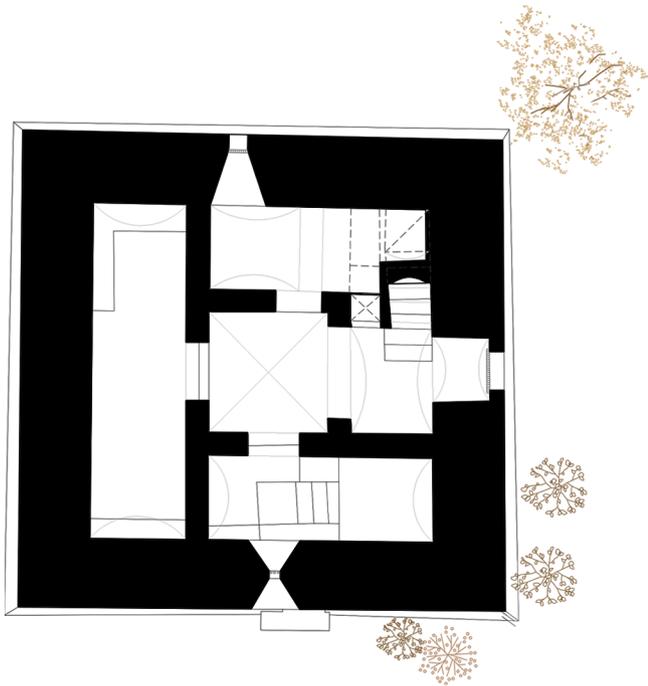
VISTA 3D DE SITUACIÓN



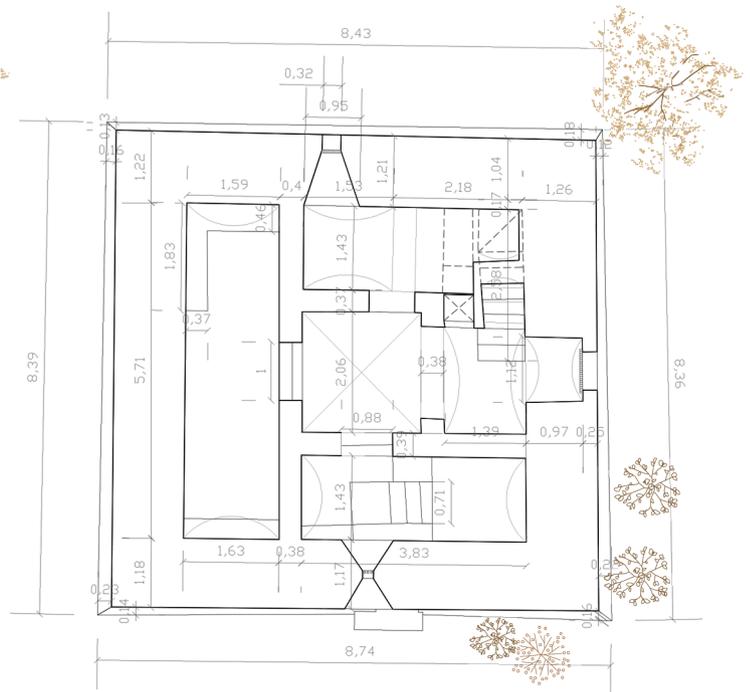
PLANTA NIVEL 0  
E 1.125



PLANTA NIVEL 0 ACOTADA  
E 1.125



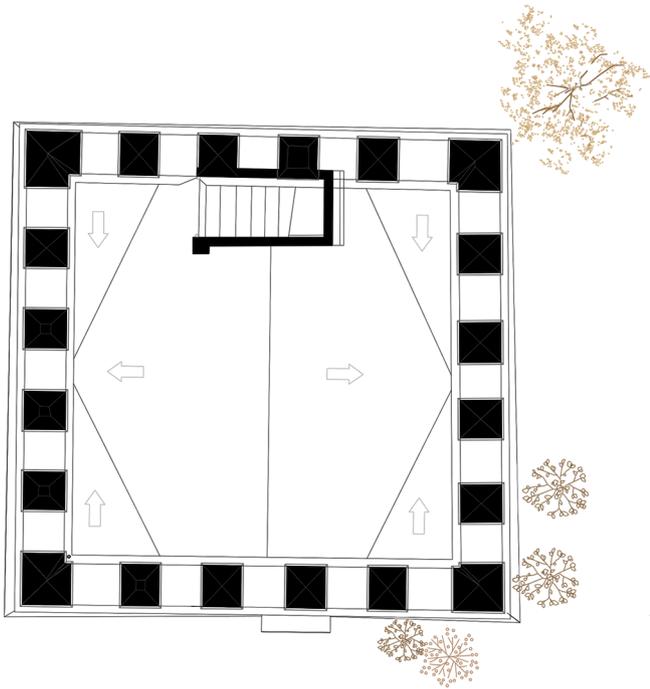

 PLANTA NIVEL +1  
 E 1.125



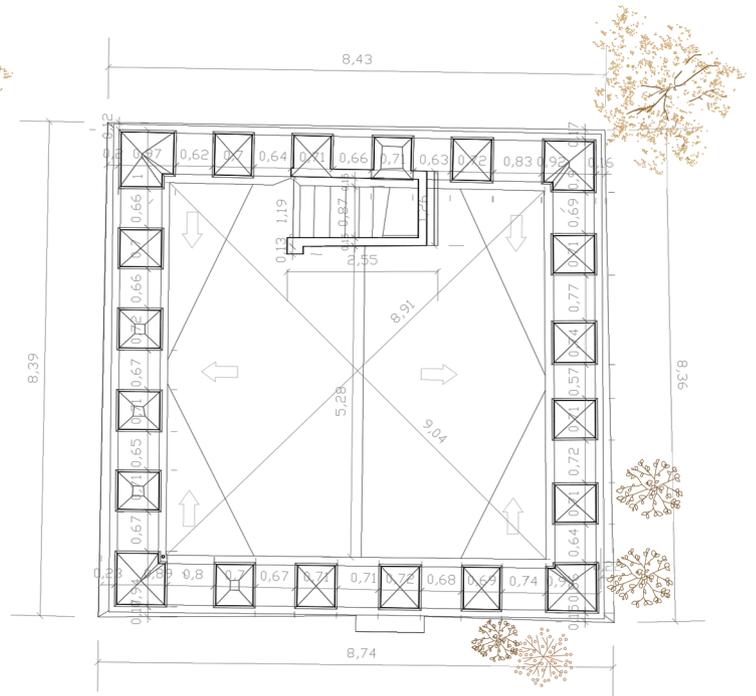

 PLANTA NIVEL +1 ACOTADA  
 E 1.125



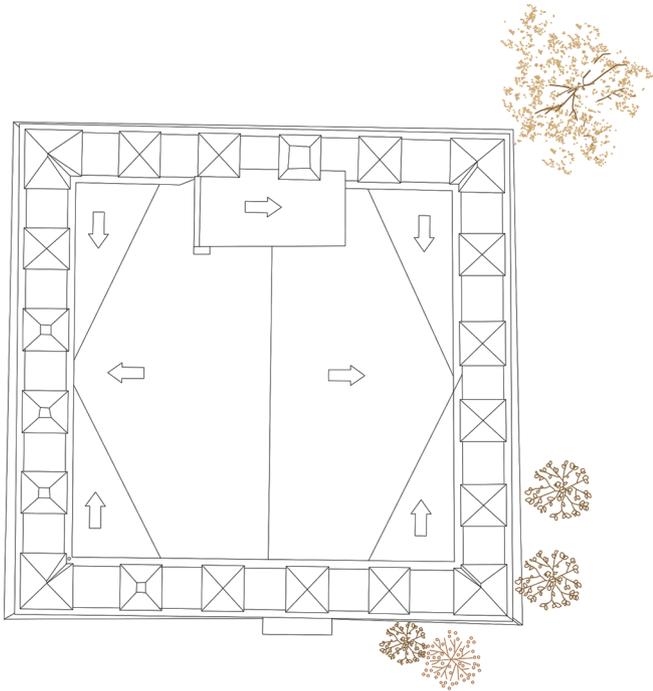




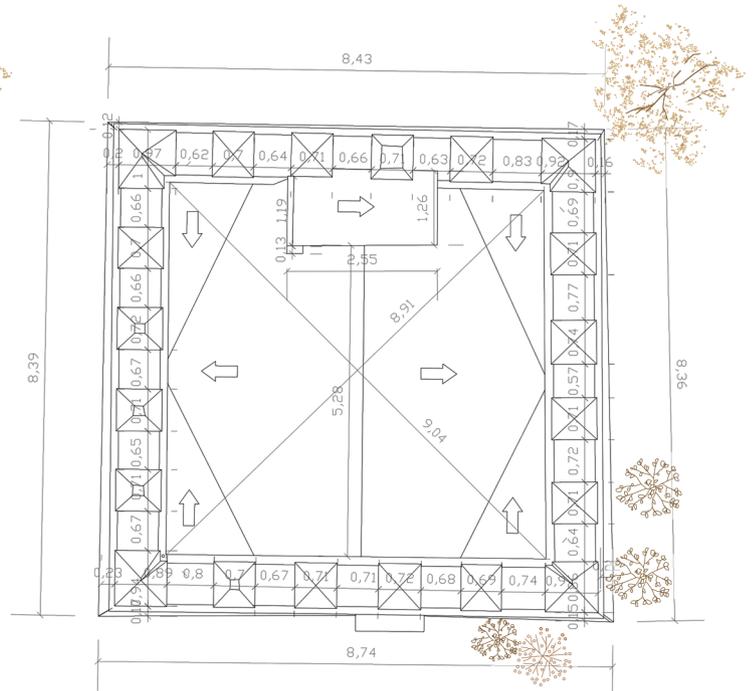

 PLANTA NIVEL TERRADO  
 E 1.125



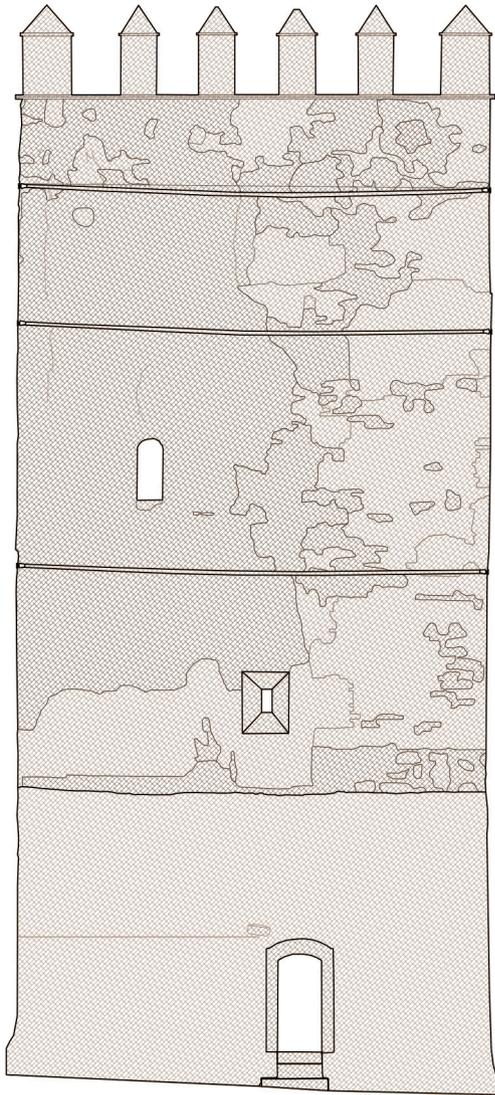

 PLANTA NIVEL TERRADO ACOTADA  
 E 1.125



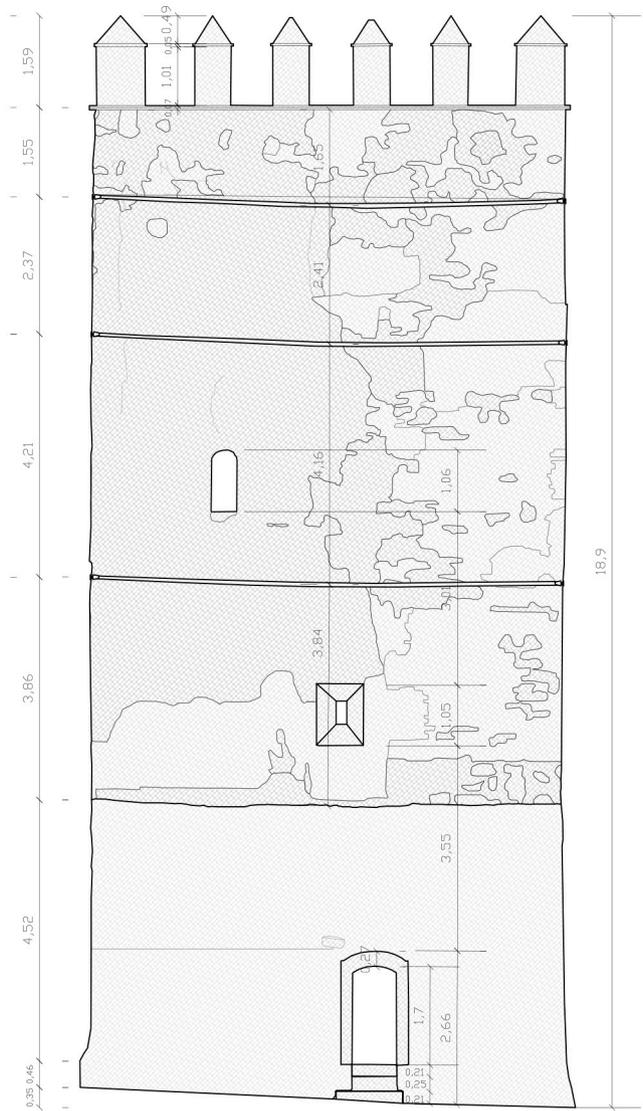

 PLANTA NIVEL CUBIERTA  
 E 1.125



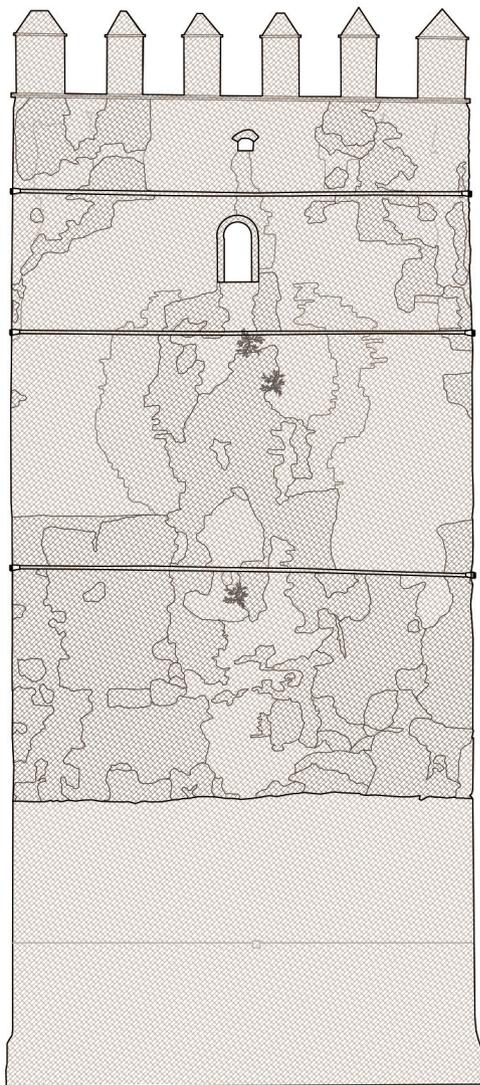

 PLANTA NIVEL CUBIERTA ACOTADA  
 E 1.125



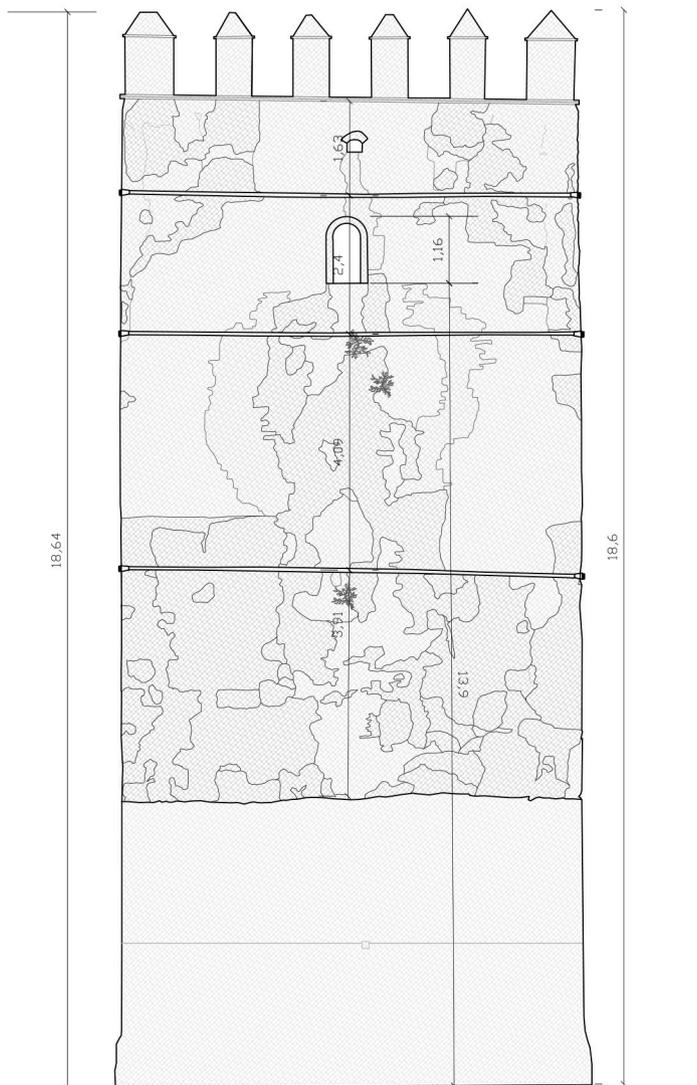
ALZADO 1  
E 1.125



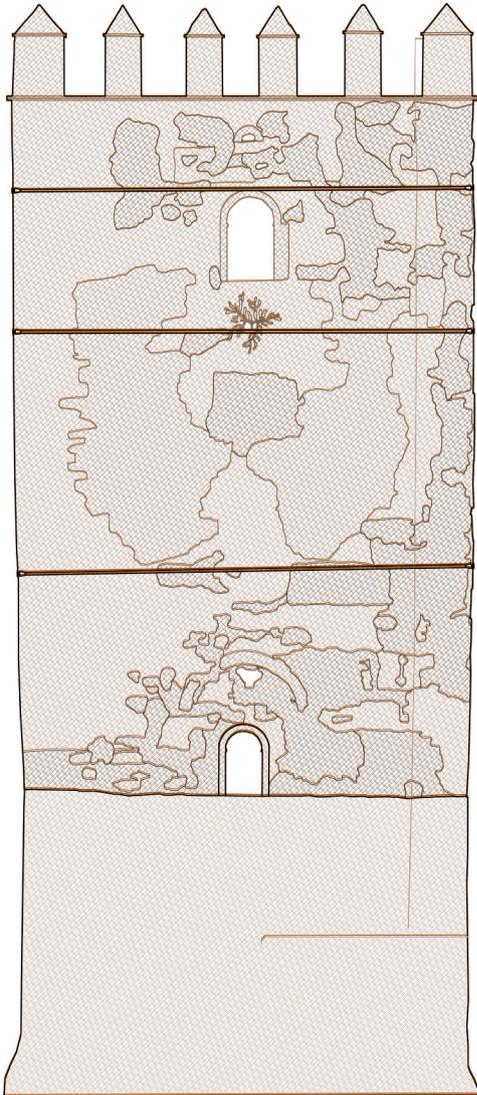
ALZADO 1 ACOTADO  
E 1.125



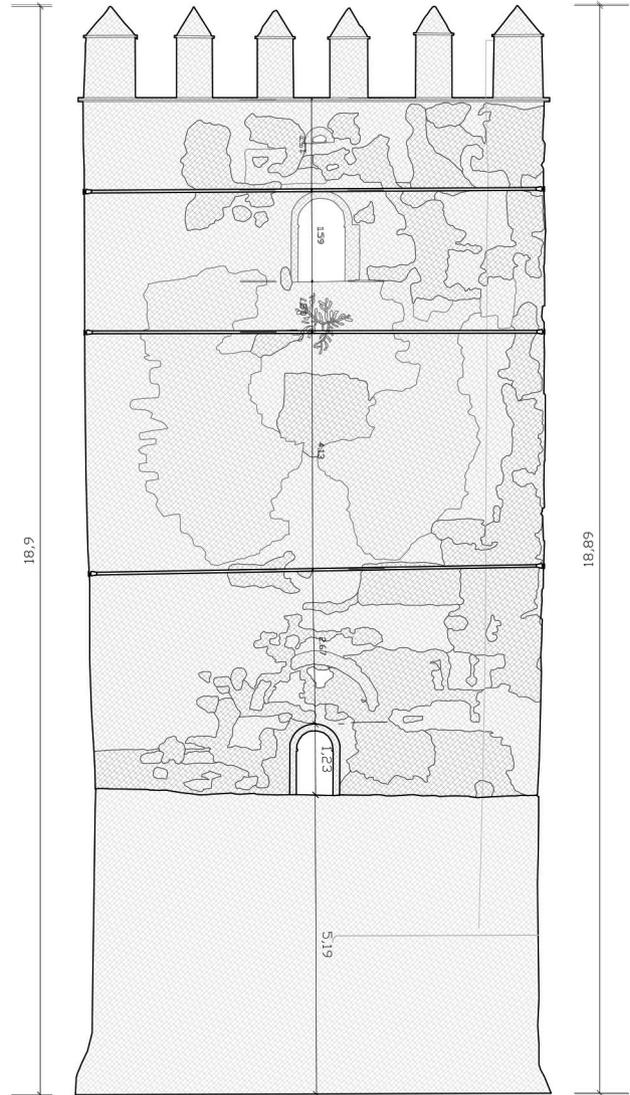
ALZADO 2  
E 1.125



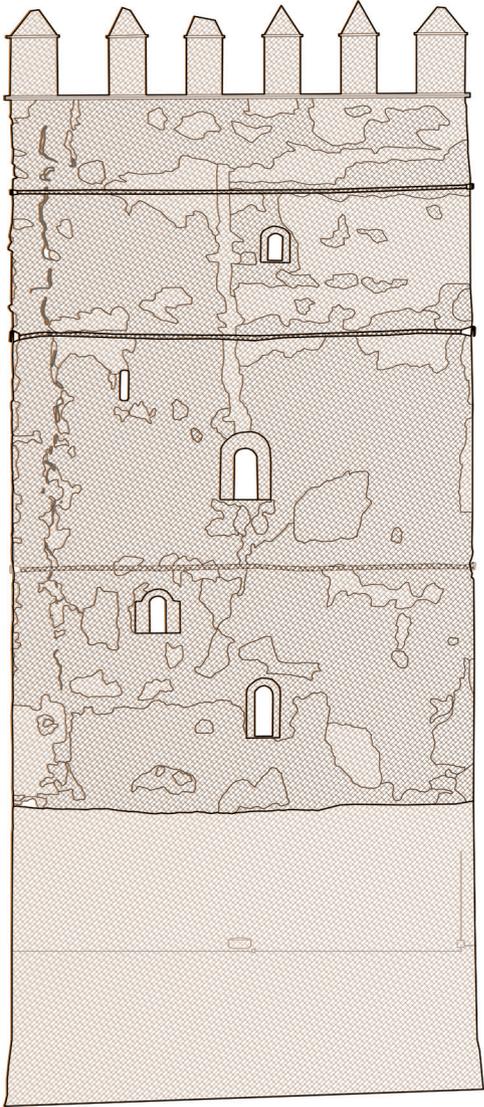
ALZADO 2 ACOTADO  
E 1.125



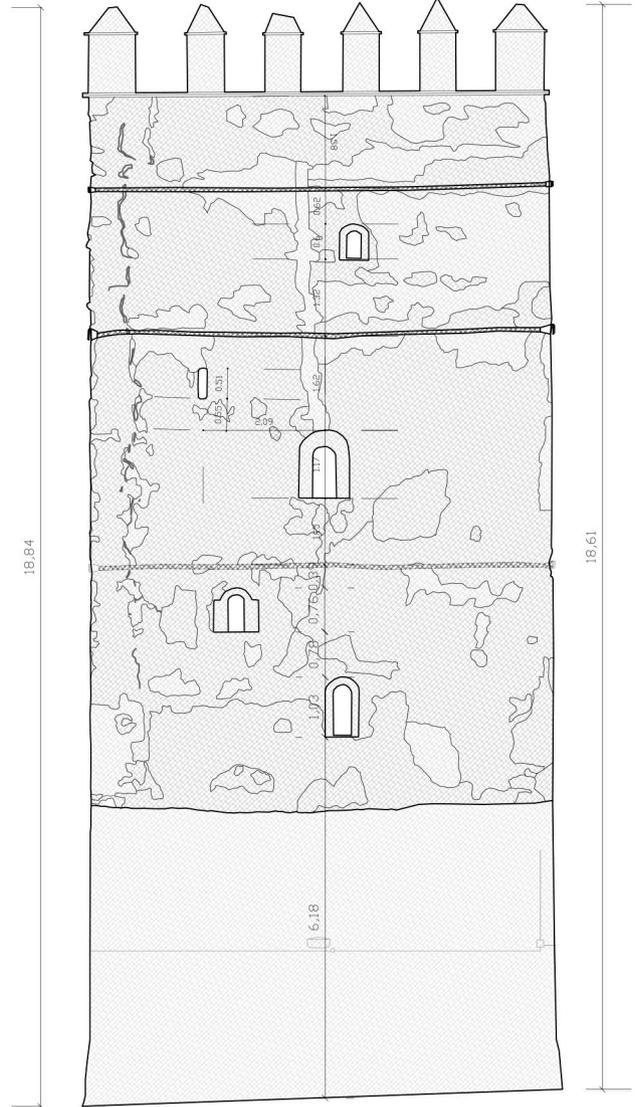
ALZADO 3  
E 1.125



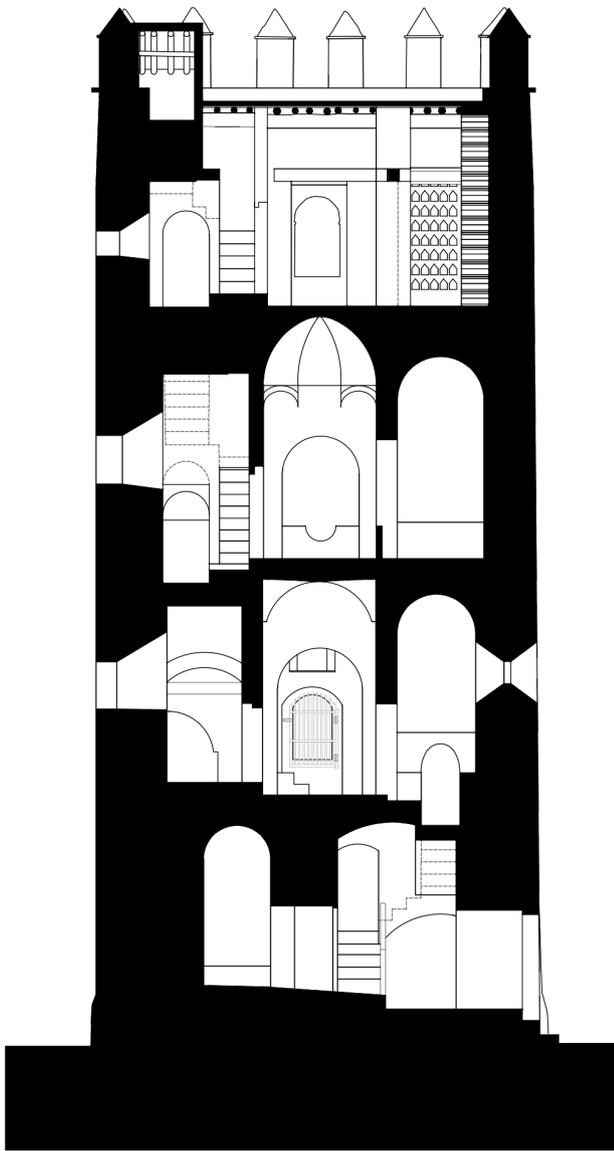
ALZADO 3 ACOTADO  
E 1.125



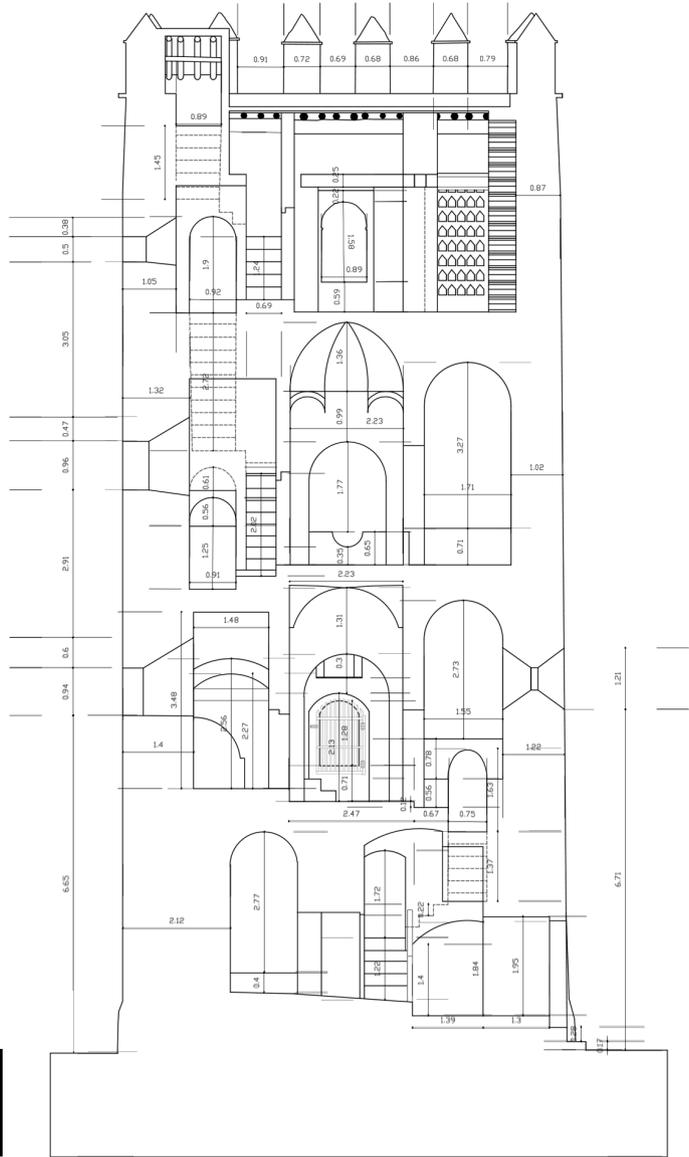
ALZADO 4  
E 1.125



ALZADO 4 ACOTADO  
E 1.125

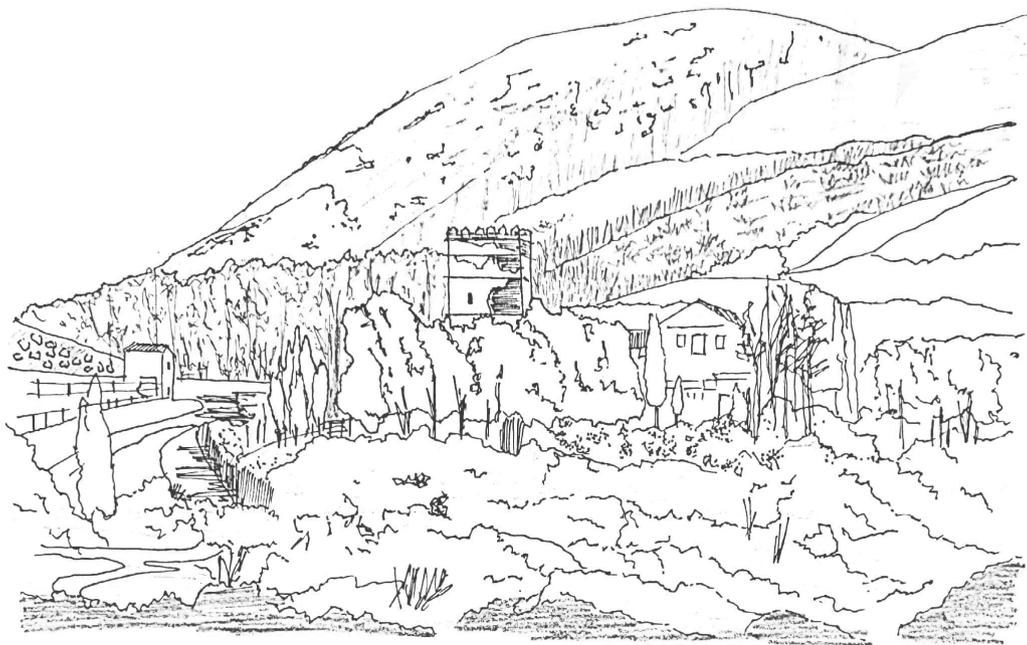


SECCIÓN PRINCIPAL  
E 1.125



SECCIÓN PRINCIPAL ACOTADA  
E 1.125

[25] Todas las plantas, alzados y secciones tanto acotadas como sin acotar son de elaboración propia.



DIBUJO 4 [26]

[26] Dibujo 4. Autoría propia.

LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO

LEVANTAMIENTO FOTOGRÁFICO

#### 04.4. Levantamiento Arquitectónico. Levantamiento fotográfico.

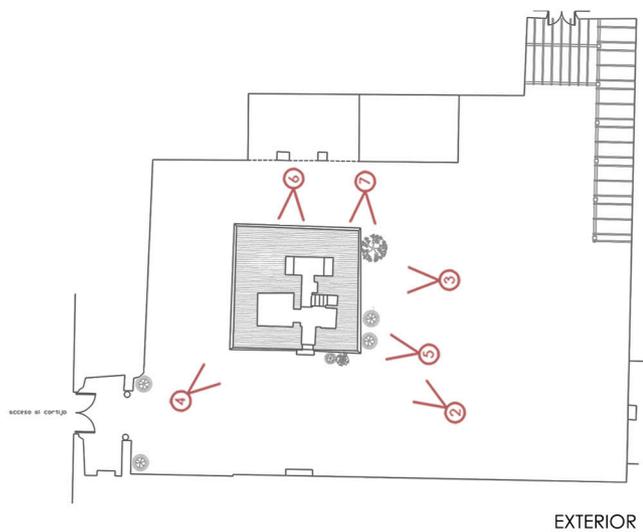
Para continuar con los demás partes, se muestra el análisis fotográfico del lugar. Para la elaboración de este trabajo, se contaba con un análisis previo, realizado con motivo de una restauración que se llevó a cabo en las partes que más lo requerían. Estas fotos corresponden concretamente al año 2006.

Por ello, se decide establecer una comparativa fotográfica entre el estado que tenía la fortificación en ese año y el estado que muestra en la actualidad.

Se muestran diferentes vistas de fotos del antes y el después. Se puede apreciar poca diferencia entre ambas. Lo que más destaca es el aspecto dejado y sucio que muestra en la actualidad. Además, la humedad ha incrementado en las zonas donde ya existía y se ha manifestado en zonas donde era inexistente. Todas estas fotos quedan reflejadas en un plano en planta para su comprensión.

Además, por otro lado, se representan los fotoplanos de alzados de fachada exteriores, así como los suelos y techos de la torre estudiada.

En este apartado, es donde se interpreta la manera más gráfica del trabajo, conociéndose así de una mejor forma su estado actual.



## ANÁLISIS FOTOGRÁFICO EXTERIOR



FOTO 1 (2006)

FOTO 1 (2021)



FOTO 2 (2006)



FOTO 2 (2021)



FOTO 3 (2006)



FOTO 3 (2021)



FOTO 4 (2006)



FOTO 4 (2021)



FOTO 5 (2006)



FOTO 5 (2021)



FOTO 6 (2006)



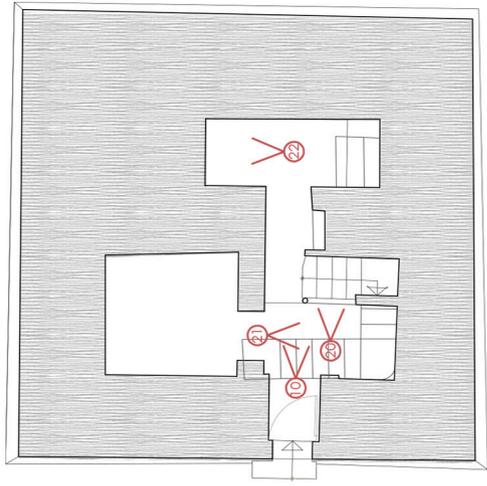
FOTO 6 (2021)



FOTO 7 (2006)



FOTO 7 (2021)



NIVEL 0

## ANÁLISIS FOTOGRÁFICO NIVEL 0



FOTO 10 (2006)



FOTO 10 (2021)



FOTO 20 (2006)



FOTO 20 (2021)



FOTO 21 (2006)



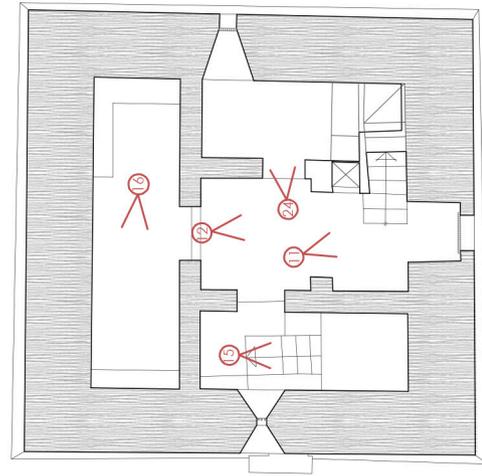
FOTO 21 (2021)



FOTO 22 (2006)



FOTO 22 (2021)



NIVEL +1

## ANÁLISIS FOTOGRÁFICO NIVEL +1



FOTO 11 (2006)



FOTO 11 (2021)



FOTO 12 (2006)



FOTO 12 (2021)



FOTO 15 (2006)



FOTO 15 (2021)



FOTO 16 (2006)



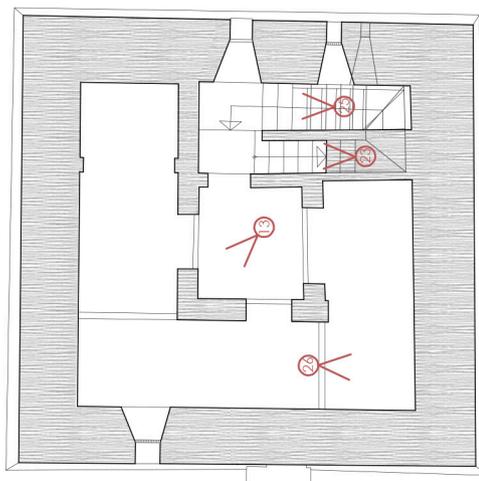
FOTO 16 (2021)



FOTO 24 (2006)



FOTO 24 (2021)



NIVEL +2

## ANÁLISIS FOTOGRÁFICO NIVEL +2



FOTO 13 (2006)



FOTO 13 (2021)

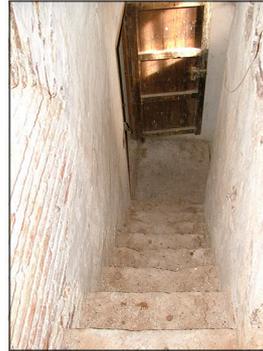


FOTO 23 (2006)



FOTO 23 (2021)



FOTO 25 (2006)



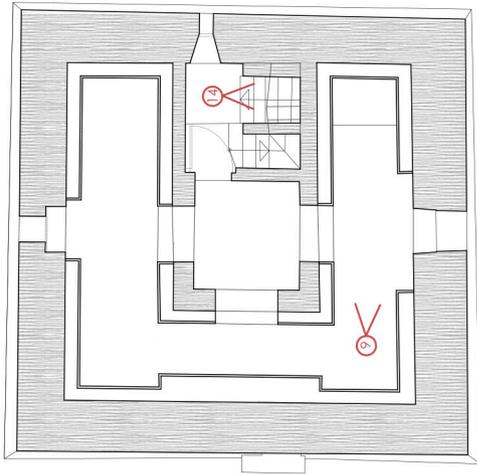
FOTO 25 (2021)



FOTO 26 (2006)



FOTO 26 (2021)



NIVEL +3

## ANÁLISIS FOTOGRÁFICO NIVEL +3



FOTO 9 (2006)



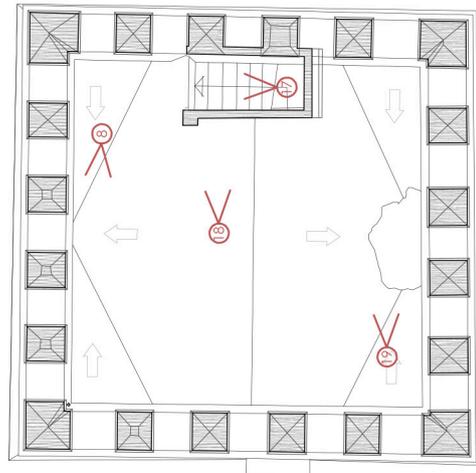
FOTO 9 (2021)



FOTO 14 (2006)



FOTO 14 (2021)



NIVEL CUBIERTA

## ANÁLISIS FOTOGRÁFICO NIVEL CUBIERTA



FOTO 8 (2006)



FOTO 8 (2021)



FOTO 17 (2006)



FOTO 17 (2021)



FOTO 18 (2006)



FOTO 18 (2021)

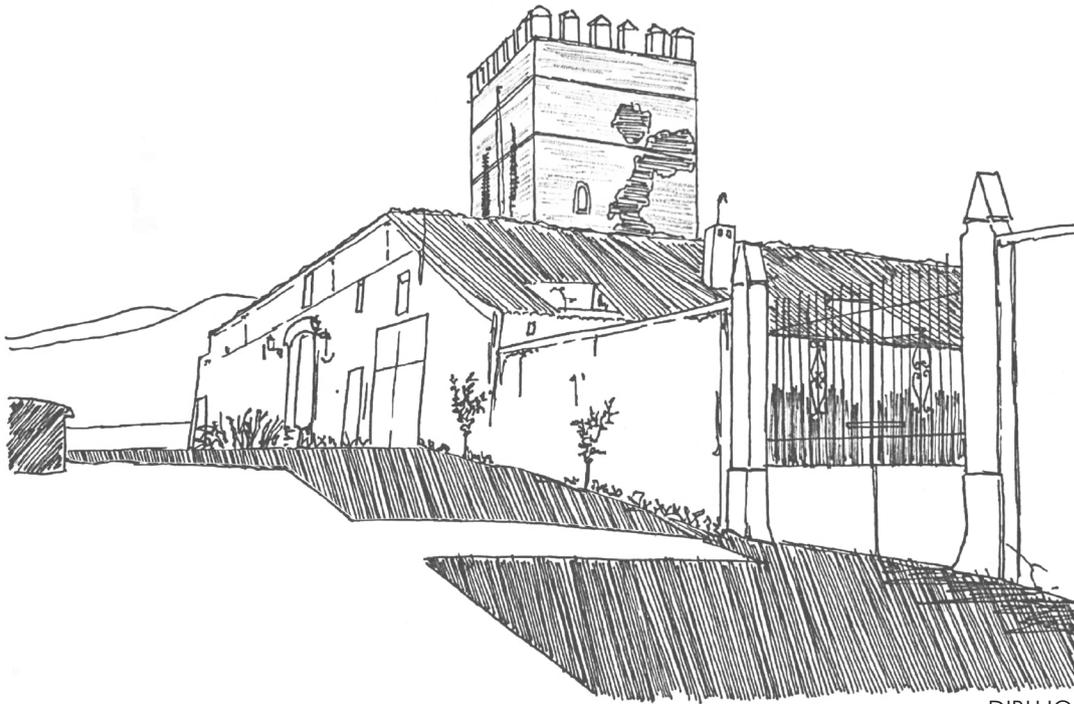


FOTO 19 (2006)



FOTO 19 (2021)

[27] GALLEGO ROCA, J. (2006). Imágenes. Autoría propia. (2021). Imágenes.



DIBUJO 5 [28]

[28] Dibujo 5. Autoría propia.

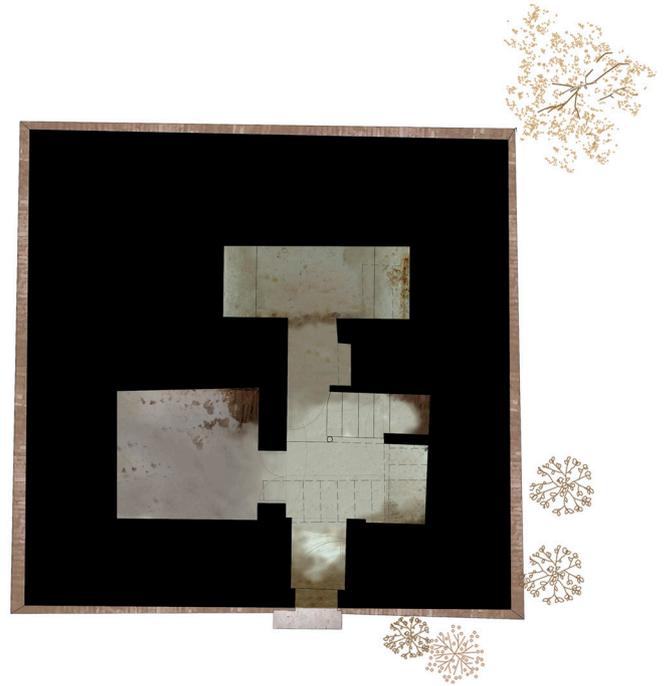
# LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO

FOTOPLANOS ESTADO ACTUAL

04.5. Levantamiento Arquitectónico.  
Fotoplanos del estado actual.



FOTOPLANO SUELO NIVEL 0  
E 1.125



FOTOPLANO TECHO NIVEL 0  
E 1.125



FOTOPLANO SUELO NIVEL +1  
E 1.125



FOTOPLANO TECHO NIVEL +1  
E 1.125



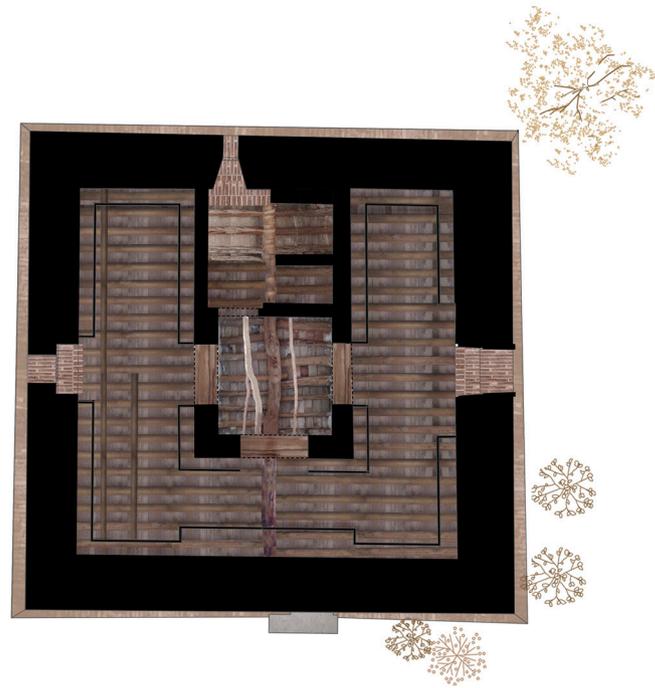
FOTOPLANO SUELO NIVEL +2  
E 1.125



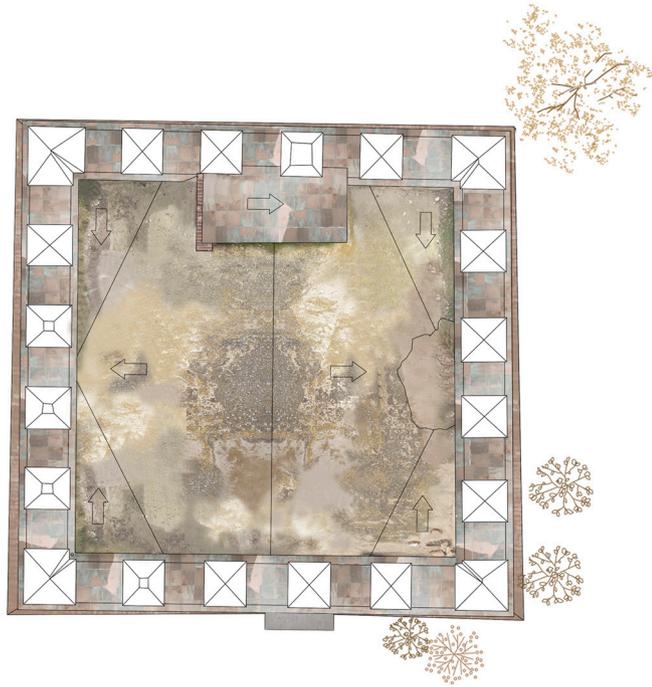
FOTOPLANO TECHO NIVEL +2  
E 1.125



FOTOPLANO SUELO NIVEL +3  
E 1.125



FOTOPLANO TECHO NIVEL +3  
E 1.125



FOTOPLANO TECHO NIVEL CUBIERTA  
E 1.125



FOTOPLANO ALZADO 1  
E 1.125



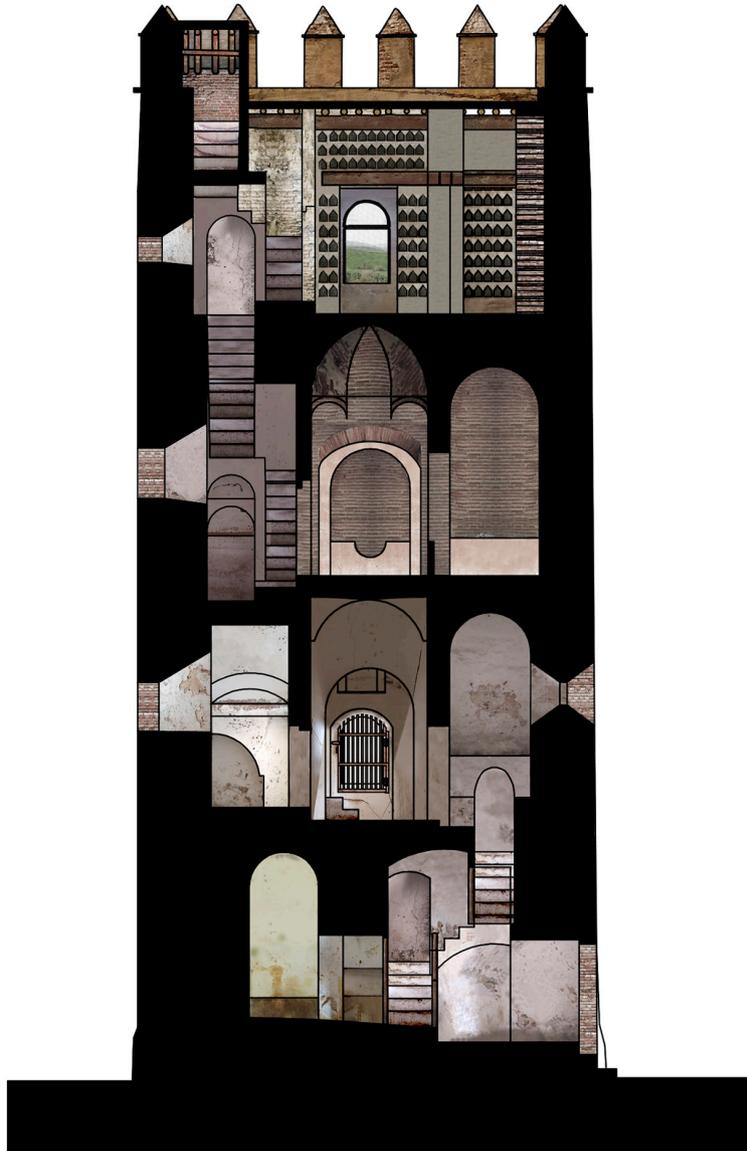
FOTOPLANO ALZADO 2  
E 1.125



FOTOPLANO ALZADO 3  
E 1.125



FOTOPLANO ALZADO 4  
E 1.125



FOTOPLANO SECCIÓN PRINCIPAL  
E 1.125

[29] Todos los fotoplanos de plantas, alzados y secciones son de elaboración propia.

LEVANTAMIENTO CRÍTICO

#### 04.6. Levantamiento crítico.

Estudio de degradaciones: Plantas, alzados y secciones.

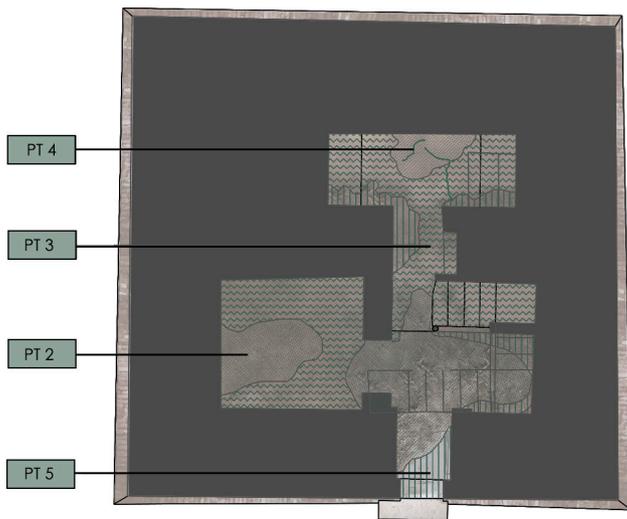
Para la ejecución de un adecuado diagnóstico y levantamiento crítico, es necesaria la previa elaboración de los pasos iniciales básicos para establecer el estado de conservación de un inmueble o complejo patrimonial. Mediante la recopilación exhaustiva de antecedentes ya realizados, estudios históricos, fotoplanos actuales, etc. se obtienen los parámetros objetivos para el desarrollo de un futuro proyecto de restauración o intervención, y para decidir medidas de protección patrimonial.

En este trabajo no se va a proseguir con la creación de un proyecto de restauración posterior, si no que tan solo nos vamos a centrar en su estado actual crítico tanto estructural como constitutivo.

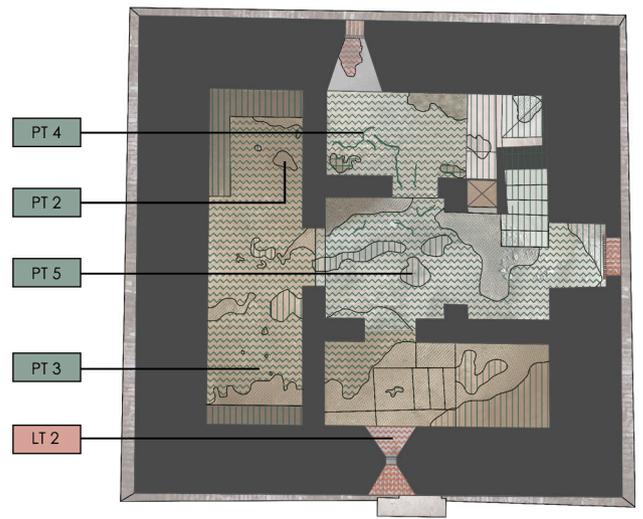
En primer lugar, se van a representar en planta las patologías más destacadas de la torre, tanto las exteriores como las que se sitúan en su interior.

Se van a analizar aspectos como: deterioro en las vigas, rotura en la fábrica de ladrillo, pérdida del mortero de agarre, fisuras o grietas profundas y meteorización de tapias.

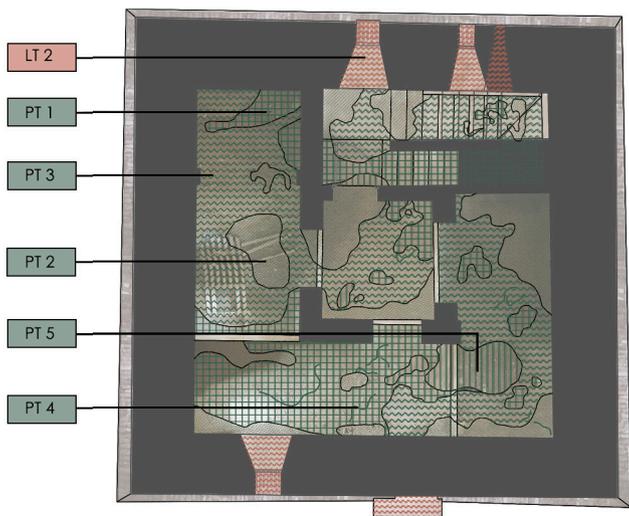
Asimismo, en segundo lugar, estas plantas de patologías quedan acompañadas de fotografías para ejemplificar cada una de ellas.



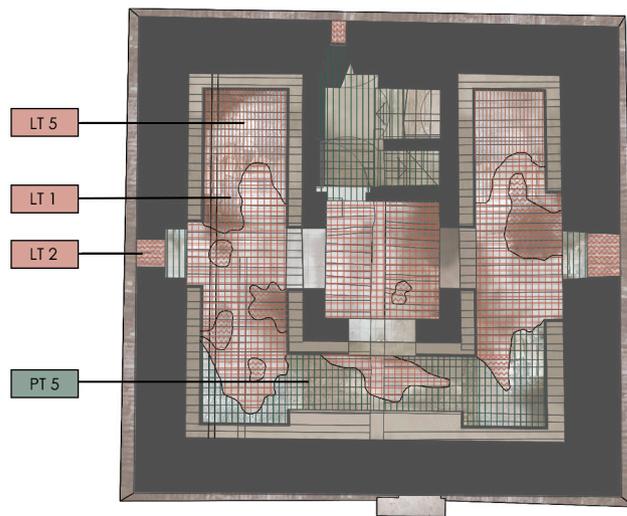
LEVANTAMIENTO CRÍTICO NIVEL 0  
E 1.125



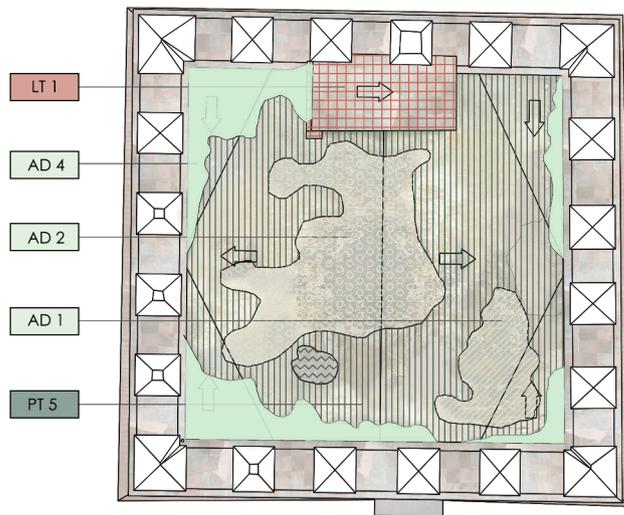
LEVANTAMIENTO CRÍTICO NIVEL +1  
E 1.125



LEVANTAMIENTO CRÍTICO NIVEL +2  
E 1.125

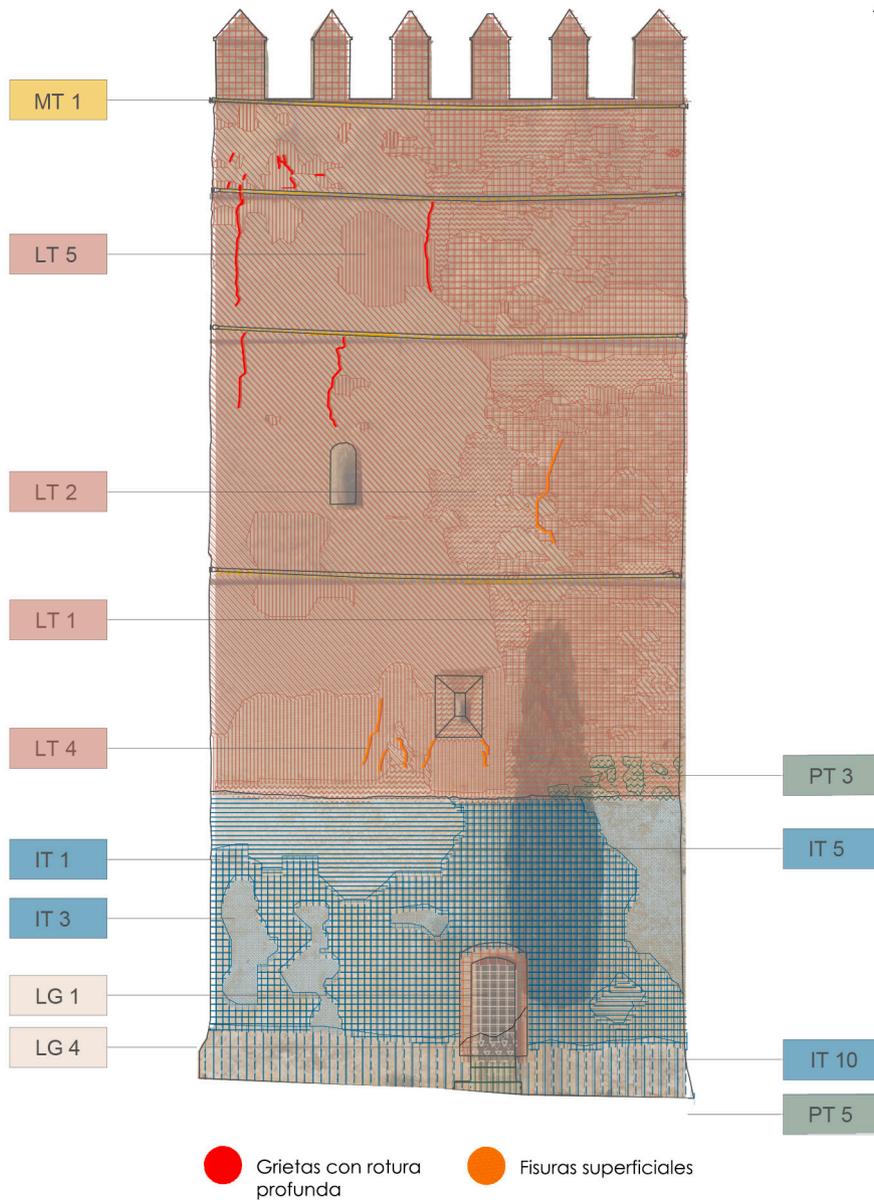


LEVANTAMIENTO CRÍTICO NIVEL +3  
E 1.125

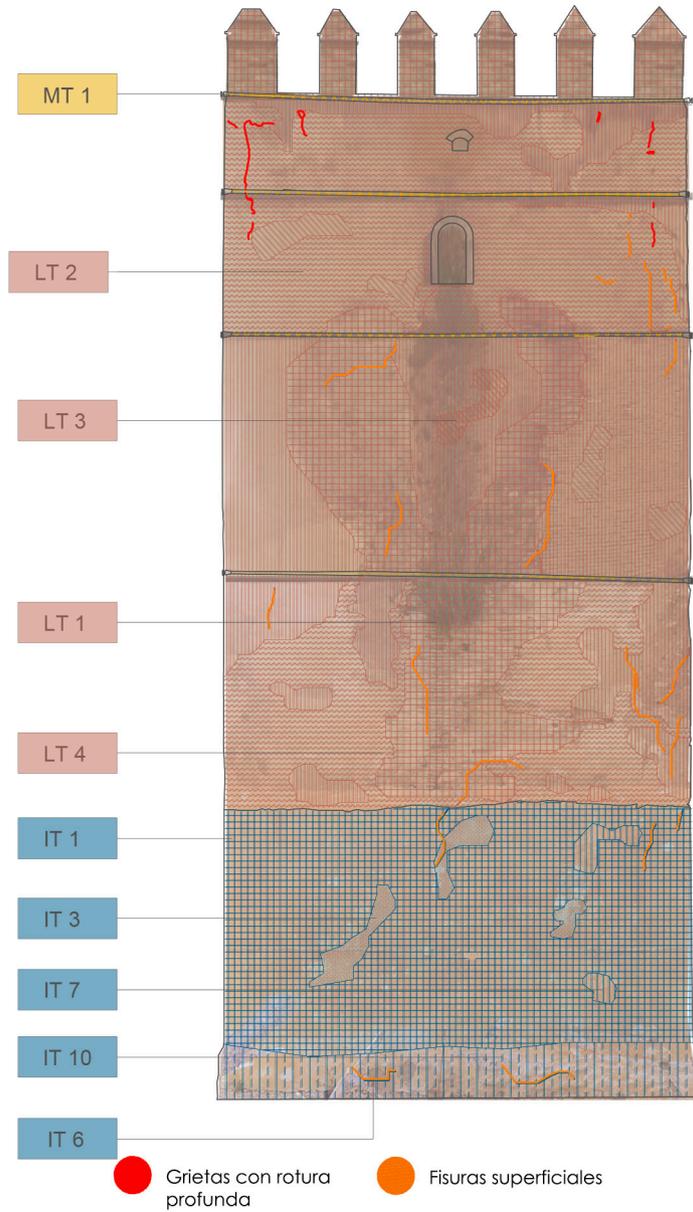


LEVANTAMIENTO CRÍTICO NIVEL CUBIERTA  
E 1.125

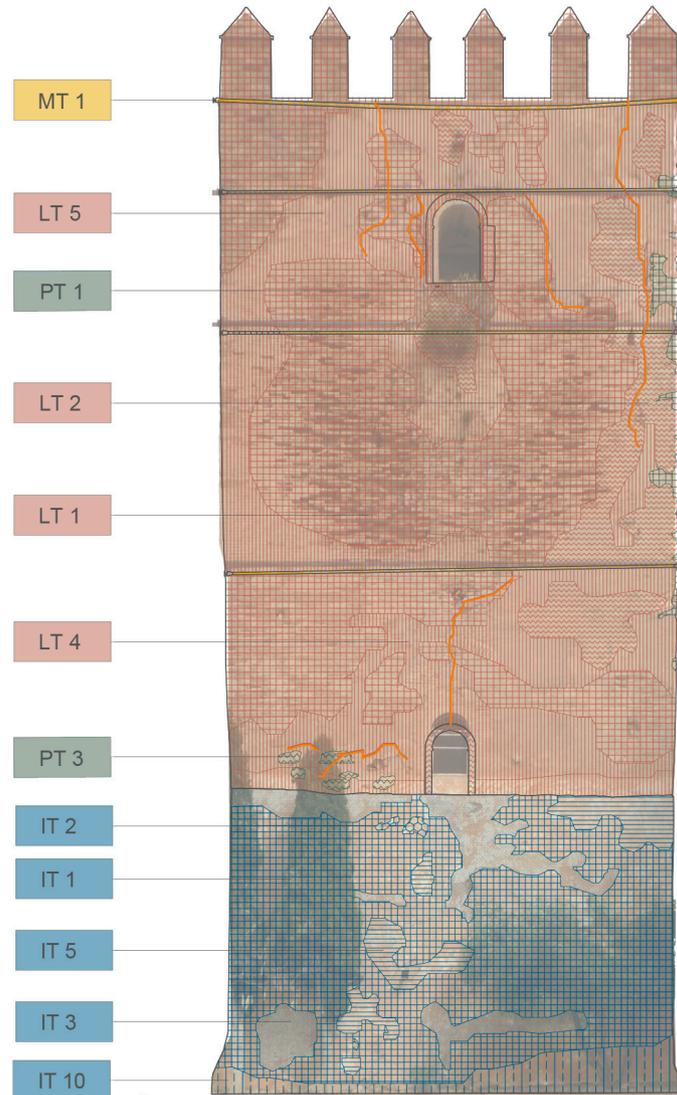
LEVANTAMIENTO CRÍTICO  
ALZADO 1



LEVANTAMIENTO CRÍTICO  
ALZADO 2

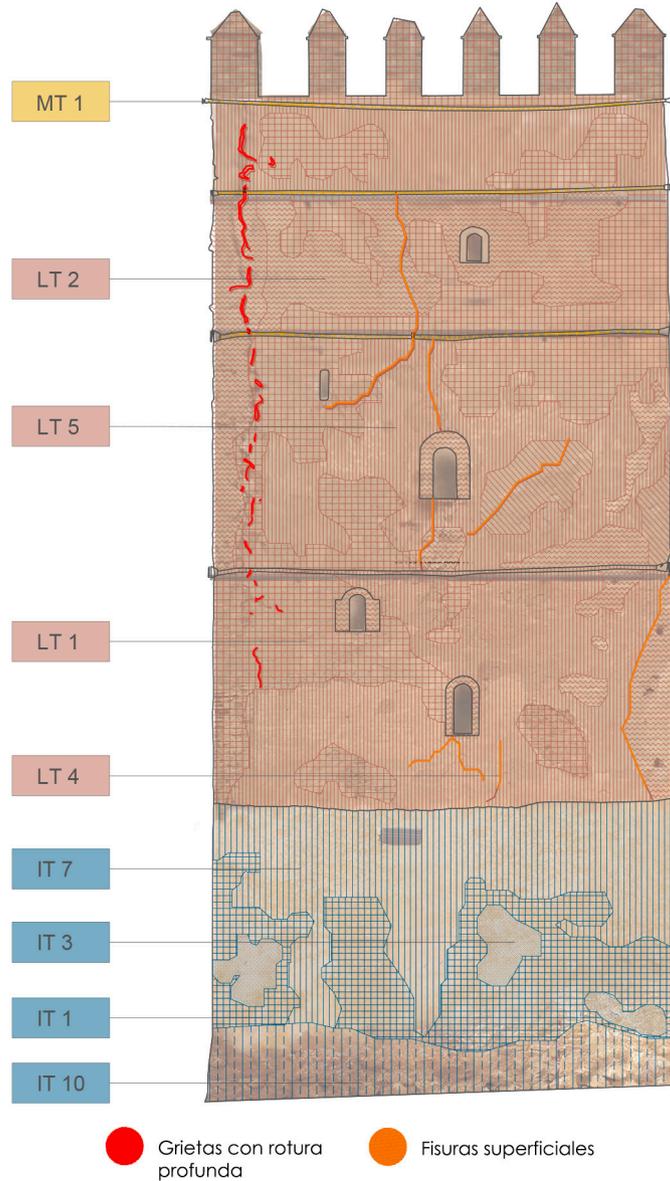


LEVANTAMIENTO CRÍTICO  
ALZADO 3



● Grietas con rotura profunda      ● Fisuras superficiales

LEVANTAMIENTO CRÍTICO  
ALZADO 4



[30] Todos los análisis críticos de tanto de plantas como alzados son de elaboración propia.

PIEDRA		LADRILLO	
PT 1	<b>ALTERACIÓN CROMÁTICA</b>	<b>ALTERACIÓN CROMÁTICA</b>	<b>ALTERACIÓN CROMÁTICA</b>
	Alteración que se manifiesta a través de la variación de uno o más parámetros que definen el color: tinte, nitidez, saturación.		Alteración que se manifiesta a través de la variación de uno o más parámetros que definen el color: tinte, nitidez, saturación.
	<b>CAUSAS</b>		<b>CAUSAS</b>
	-Radiaciones solares -Biodetractores -Absorción diferencial del soporte		-Radiaciones solares -Biodetractores -Absorción diferencial del soporte
PT 2	<b>COLONIZACIÓN BIOLÓGICA (Líquenes)</b>	LT 2	<b>DISGREGACIÓN DE JUNTAS</b>
	Presencia de micro y/o macro organismos simbioses derivados por la asociación de un organismo autótrofo y un hongo.		Alteración de la composición de mortero que aparece disgregada y pulvulenta, sin su función de aglomerante, y a veces ausente.
	<b>CAUSAS</b>		<b>CAUSAS</b>
	-Presencia de humedad -Exposición al norte -Ataque de organismos autótrofos		-Infiltraciones de agua -Exposiciones a los agentes atmosféricos -Biodetractores
PT 3	<b>DISGREGACIÓN DE JUNTAS</b>	LT 3	<b>EROSIÓN POR CORROSIÓN</b>
	Alteración de la composición de mortero que aparece disgregada y pulvulenta, sin su función de aglomerante, y a veces ausente.		Mecanismo por el que la superficie del material se presenta escabrosa a causa de extracción mecánica del material por culpa del viento.
	<b>CAUSAS</b>		<b>CAUSAS</b>
	-Infiltraciones de agua -Exposiciones a los agentes atmosféricos -Biodetractores		-Acción del viento
PT 4	<b>FRACTURACIÓN</b>	LT 4	<b>FRACTURACIÓN</b>
	Degradación que se presenta en forma de fisuras en el material y que puede implicar un desplazamiento de ambas partes.		Degradación que se presenta en forma de fisuras en el material y que puede implicar un desplazamiento de ambas partes.
	<b>CAUSAS</b>		<b>CAUSAS</b>
	-Alteración estructural -Tensiones localizadas no soportables por el material		-Alteración estructural -Tensiones localizadas no soportables por el material
PT 5	<b>FALTA</b>	LT 5	<b>FALTA</b>
	Caída y pérdida del material.		Caída y pérdida de elementos
	<b>CAUSAS</b>		<b>CAUSAS</b>
	-Humedad a la altura -Presencia de formaciones de salinas -Falta de mantenimiento -Pérdida de cohesión de aglomerante		-Humedad a la altura -Presencia de formaciones de salinas -Falta de mantenimiento -Pérdida de cohesión de aglomerante

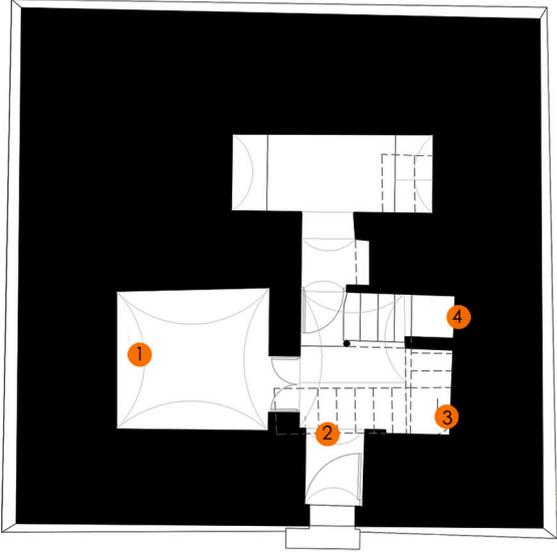
ENLUCIDO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>IT 1</th> <th>ALTERACIÓN CROMÁTICA</th> <th>CAUSAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Alteración que se manifiesta a través de la variación de uno o más parámetros que definen el color: tinte, nitidez, saturación.</td> <td>-Radiaciones solares -Biodefactores -Absorción diferencial del soporte</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	IT 1	ALTERACIÓN CROMÁTICA	CAUSAS		Alteración que se manifiesta a través de la variación de uno o más parámetros que definen el color: tinte, nitidez, saturación.	-Radiaciones solares -Biodefactores -Absorción diferencial del soporte							
	IT 1	ALTERACIÓN CROMÁTICA	CAUSAS											
		Alteración que se manifiesta a través de la variación de uno o más parámetros que definen el color: tinte, nitidez, saturación.	-Radiaciones solares -Biodefactores -Absorción diferencial del soporte											
														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>IT 2</th> <th>ALVEOLIZACIÓN</th> <th>CAUSAS</th> <th>TERAPÉUTICAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Extracción de material de la superficie, que pierde su aspecto liso y presenta agujeros de varias dimensiones.</td> <td>-Acción disgregadora ejercida por la presión de la cristalización de las sales en el interior de los poros. -Corrientes eólicas con la consiguiente evaporación</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	IT 2	ALVEOLIZACIÓN	CAUSAS	TERAPÉUTICAS		Extracción de material de la superficie, que pierde su aspecto liso y presenta agujeros de varias dimensiones.	-Acción disgregadora ejercida por la presión de la cristalización de las sales en el interior de los poros. -Corrientes eólicas con la consiguiente evaporación						
IT 2	ALVEOLIZACIÓN	CAUSAS	TERAPÉUTICAS											
	Extracción de material de la superficie, que pierde su aspecto liso y presenta agujeros de varias dimensiones.	-Acción disgregadora ejercida por la presión de la cristalización de las sales en el interior de los poros. -Corrientes eólicas con la consiguiente evaporación												
														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>IT 3</th> <th>Biológica (Líquenos)</th> <th>CAUSAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Presencia de micro y/o macro organismos simbiotes derivados por la asociación de un organismo autótrofo y un hongo.</td> <td>-Presencia de humedad -Exposición al norte -Ataque de organismos autótrofos</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	IT 3	Biológica (Líquenos)	CAUSAS		Presencia de micro y/o macro organismos simbiotes derivados por la asociación de un organismo autótrofo y un hongo.	-Presencia de humedad -Exposición al norte -Ataque de organismos autótrofos								
IT 3	Biológica (Líquenos)	CAUSAS												
	Presencia de micro y/o macro organismos simbiotes derivados por la asociación de un organismo autótrofo y un hongo.	-Presencia de humedad -Exposición al norte -Ataque de organismos autótrofos												
														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>IT 4</th> <th>DESPEGUE</th> <th>CAUSAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Fenómeno que se presenta a través de la pérdida de cohesión del material con el soporte mural.</td> <td>-Cristalización de sales -Factores climáticos -Hielo</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	IT 4	DESPEGUE	CAUSAS		Fenómeno que se presenta a través de la pérdida de cohesión del material con el soporte mural.	-Cristalización de sales -Factores climáticos -Hielo								
IT 4	DESPEGUE	CAUSAS												
	Fenómeno que se presenta a través de la pérdida de cohesión del material con el soporte mural.	-Cristalización de sales -Factores climáticos -Hielo												
														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>IT 5</th> <th>DESPEGUE CON CAÍDA</th> <th>CAUSAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Desgregación que se manifiesta con el despegue, y seguido a menudo por la caída de una o más láminas superficiales subparalelas entre ellas.</td> <td>-Humedad a la altura -Acciones de microorganismos</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	IT 5	DESPEGUE CON CAÍDA	CAUSAS		Desgregación que se manifiesta con el despegue, y seguido a menudo por la caída de una o más láminas superficiales subparalelas entre ellas.	-Humedad a la altura -Acciones de microorganismos								
IT 5	DESPEGUE CON CAÍDA	CAUSAS												
	Desgregación que se manifiesta con el despegue, y seguido a menudo por la caída de una o más láminas superficiales subparalelas entre ellas.	-Humedad a la altura -Acciones de microorganismos												
														
ENLUCIDO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>IT 6</th> <th>FRACTURACIÓN</th> <th>CAUSAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Degradación que se presenta en forma de fisuras en el material y que puede implicar un desplazamiento de ambas partes.</td> <td>-Alteración estructural -Tensiones localizadas no soportables por el material</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	IT 6	FRACTURACIÓN	CAUSAS		Degradación que se presenta en forma de fisuras en el material y que puede implicar un desplazamiento de ambas partes.	-Alteración estructural -Tensiones localizadas no soportables por el material							
	IT 6	FRACTURACIÓN	CAUSAS											
		Degradación que se presenta en forma de fisuras en el material y que puede implicar un desplazamiento de ambas partes.	-Alteración estructural -Tensiones localizadas no soportables por el material											
														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>IT 7</th> <th>FALTA</th> <th>CAUSAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Caída y pérdida de elementos</td> <td>-Humedad a la altura -Presencia de formaciones de salinas</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	IT 7	FALTA	CAUSAS		Caída y pérdida de elementos	-Humedad a la altura -Presencia de formaciones de salinas							
IT 7	FALTA	CAUSAS												
	Caída y pérdida de elementos	-Humedad a la altura -Presencia de formaciones de salinas												
														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>IT 8</th> <th>PÁTINA</th> <th>CAUSAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Alteración debida a modificaciones naturales de la superficie de los materiales no conectados a fenómenos de degradados y perceptibles como una variación de color original del material.</td> <td>-Falta de mantención</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	IT 8	PÁTINA	CAUSAS		Alteración debida a modificaciones naturales de la superficie de los materiales no conectados a fenómenos de degradados y perceptibles como una variación de color original del material.	-Falta de mantención								
IT 8	PÁTINA	CAUSAS												
	Alteración debida a modificaciones naturales de la superficie de los materiales no conectados a fenómenos de degradados y perceptibles como una variación de color original del material.	-Falta de mantención												
														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>IT 9</th> <th>HUMEDAD POR INFILTRACIÓN</th> <th>CAUSAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Por la presencia de agua meteorica que se infiltra en el edificio por las cubiertas, por la porosidad y capacidad absorbente de los materiales y por los fenómenos atmosféricos y estacionales.</td> <td>-Agua meteorica</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	IT 9	HUMEDAD POR INFILTRACIÓN	CAUSAS		Por la presencia de agua meteorica que se infiltra en el edificio por las cubiertas, por la porosidad y capacidad absorbente de los materiales y por los fenómenos atmosféricos y estacionales.	-Agua meteorica								
IT 9	HUMEDAD POR INFILTRACIÓN	CAUSAS												
	Por la presencia de agua meteorica que se infiltra en el edificio por las cubiertas, por la porosidad y capacidad absorbente de los materiales y por los fenómenos atmosféricos y estacionales.	-Agua meteorica												
														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>IT 10</th> <th>HUMEDAD POR CAPILARIDAD</th> <th>CAUSAS</th> <th>TERAPÉUTICAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Por la presencia de agua en el subsuelo que impregna todo el espesor mural, por la porosidad y capacidad absorbente de los materiales de construcción pero no por la estación.</td> <td>-Agua en el subsuelo</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	IT 10	HUMEDAD POR CAPILARIDAD	CAUSAS	TERAPÉUTICAS		Por la presencia de agua en el subsuelo que impregna todo el espesor mural, por la porosidad y capacidad absorbente de los materiales de construcción pero no por la estación.	-Agua en el subsuelo							
IT 10	HUMEDAD POR CAPILARIDAD	CAUSAS	TERAPÉUTICAS											
	Por la presencia de agua en el subsuelo que impregna todo el espesor mural, por la porosidad y capacidad absorbente de los materiales de construcción pero no por la estación.	-Agua en el subsuelo												
														

MADERA	LG 1	<b>ALTERACIÓN CROMÁTICA</b>	<b>CAUSAS</b>	OTRAS FORMAS DE DEGRADACIÓN	AD 1	<b>DEGRADACIÓN ANTRÓPICA</b>	<b>CAUSAS</b>
		Alteración debida a la degradación que viene "disuelta" por la luz ultravioleta llevada en superficie, convirtiendo al material en una coloración grisácea.	-Ataque biológico -Radiación solar -Variación química			Forma de alteración y/o modificaciones del estado de conservación por culpa de la acción humana.	-Interventos antrópicos -Estado de abandono
							
	LG 2	<b>DEFORMACIONES</b>	<b>CAUSAS</b>		AD 2	<b>DEGRADACIÓN ANTRÓPICA</b>	<b>CAUSAS</b>
		Variaciones de la silueta del artefacto que interesa todo el espesor del material y que interesa sobre todo elementos nastriformes.	-Radiación solar			Utilizo de morteros cementicias para colmar lagunas en las juntas del mortero y entre elementos lapídeos para asegurar estabilidad en la estructura muraria.	-Interventos antrópicos
							
LG 3	<b>FALTA</b>	<b>CAUSAS</b>	AD 3	<b>SUPERFETACIÓN</b>	<b>CAUSAS</b>		
	Despegue y pérdida de partes.	-Estado de abandono -Acciones antrópicas		Volumen incongruente.	-Interventos antrópicos		
							
LG 4	<b>PARASITOSIS DE INSECTOS XILÓFAGOS</b>	<b>CAUSAS</b>	AD 4	<b>VEGETACIÓN INFESTANTE</b>	<b>CAUSAS</b>		
	Presencia de numerosas familias de insectos xilófagos por las que las larvas se nutren de la madera para llegar a su madurez.	-Ataque de coleópteros e isópteros		Presencia de plantas	-Alto contenido de humedad y luminosidad necesaria para fotosíntesis clorofiliana. -Ataque de organismos autótrofos -Deficiente mantenimiento		
							
METALES	MT 1	<b>OXIDACIÓN</b>	<b>CAUSAS</b>	AD 5	<b>DESPRENDIMIENTO DE PARTES</b>	<b>CAUSAS</b>	
		Mecanismo de formación de herrumbre, con consistencia pulverulenta, incoherente y fríasble, o, si está antigua, compacta.	-Exposición a los agentes atmosféricos		Pérdida macroscópica de material en la construcción	-Alteración estructural -Abandono	
							

[31] Leyenda de degradaciones aportada por GALLEGO ROCA, J. aplicada a la Torre.

04.7. Levantamiento crítico.  
Análisis fotográfico de patologías.

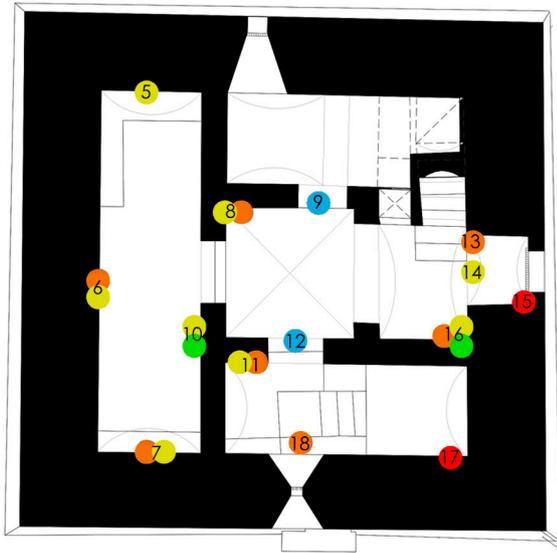
NIVEL 0



 Fisuras superficiales



NIVEL +1



 Rotura de fábrica

 Deterioro vigas de madera

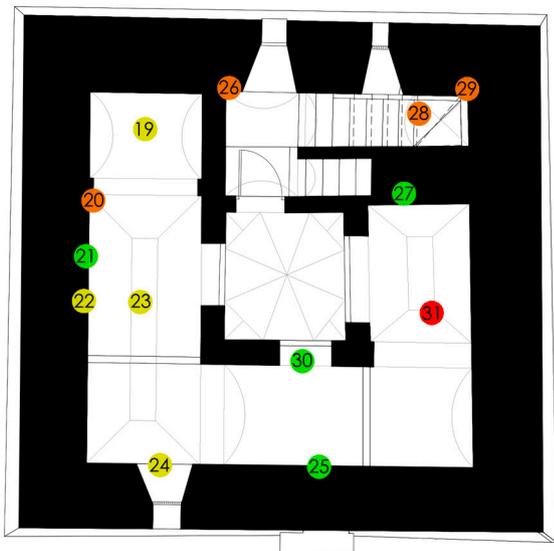
 Grietas con rotura profunda

 Fisuras superficiales

 Pérdida de mortero de aguarre



NIVEL +2



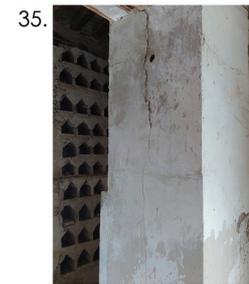
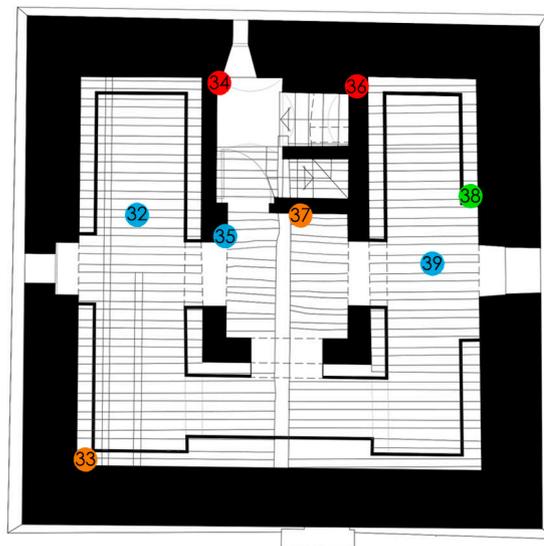
● Rotura de fábrica

● Deterioro vigas de madera

● Grietas con rotura profunda

● Fisuras superficiales

● Pérdida de mortero de aguarre



 Rotura de fábrica

 Deterioro vigas de madera

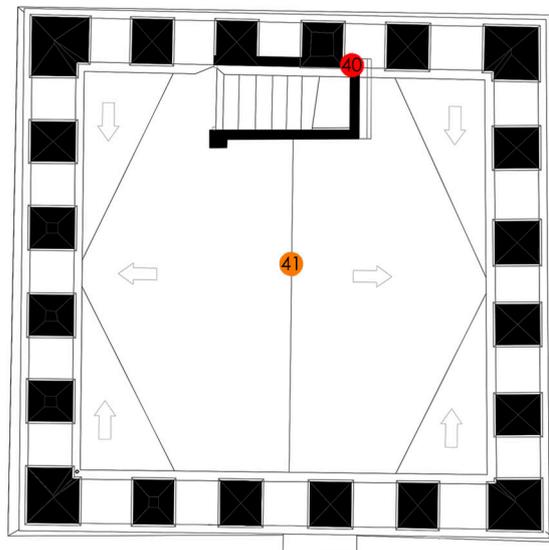
 Grietas con rotura profunda

 Fisuras superficiales

 Pérdida de mortero de aguarre



NIVEL TERRADO



● Rotura de fábrica

● Deterioro vigas de madera

● Grietas con rotura profunda

● Fisuras superficiales

● Pérdida de mortero de aguarre

[32] Análisis fotográfico de patologías y degradaciones. Autoría propia.

# MATERIALES Y DEGRADACIONES

## 04.8. Materiales y degradaciones

Finalizando la parte dedicada al análisis histórico y material de la torre de Ortegícar, a continuación, se muestra un estudio de los materiales presentes en las cuatro fachadas que podemos apreciar en ella.

Distinguimos entre materiales pétreos, cerámicos, hormigonados en menor medida, metálicos, como podemos ver en los zunchados perimetrales de la torre, encalados, situados en su mayoría en la parte inferior, y argamasa y revestimientos, abundante en el conjunto.

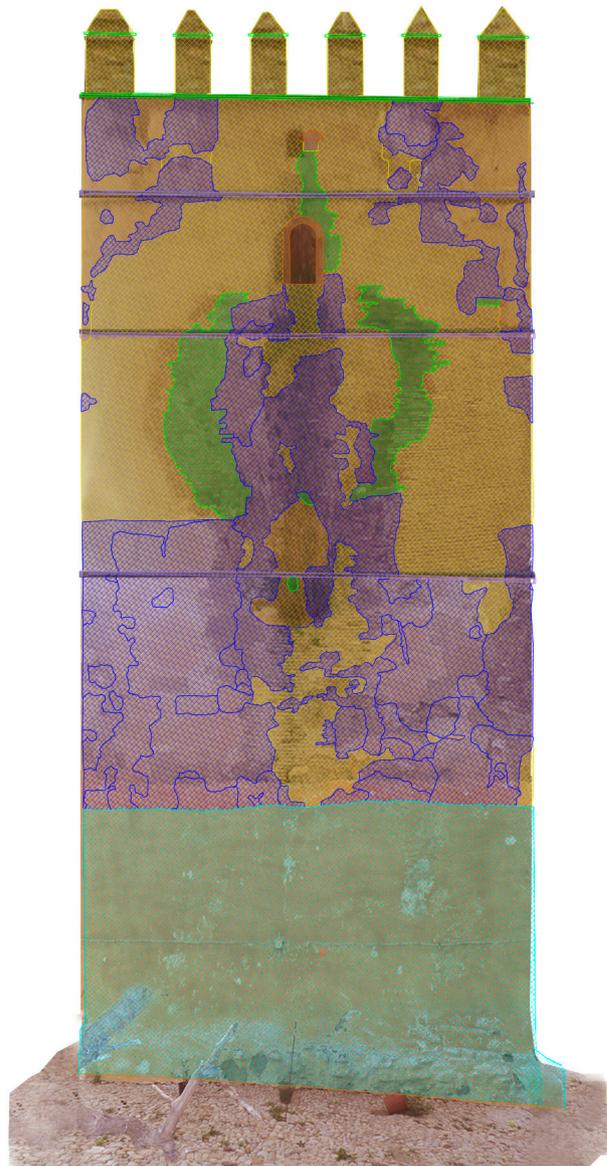
La degradación es un proceso natural en el cual los materiales se van reintegrando a la naturaleza por la acción de algunos factores como la temperatura, la humedad y ciertos microorganismos.

Posteriormente, tras los alzados, se va a exponer el análisis que se ha realizado sobre una de las cubiertas del cortijo debido a su actual estado de deterioro. En gran parte, se muestra destrozada y con grandes agujeros.



DIBUJO 6 [33]

[33] Dibujo 6. Autoría propia.



 Materiales pétreos

 Materiales hormigonados

 Materiales cerámicos.  
Juntas deterioradas

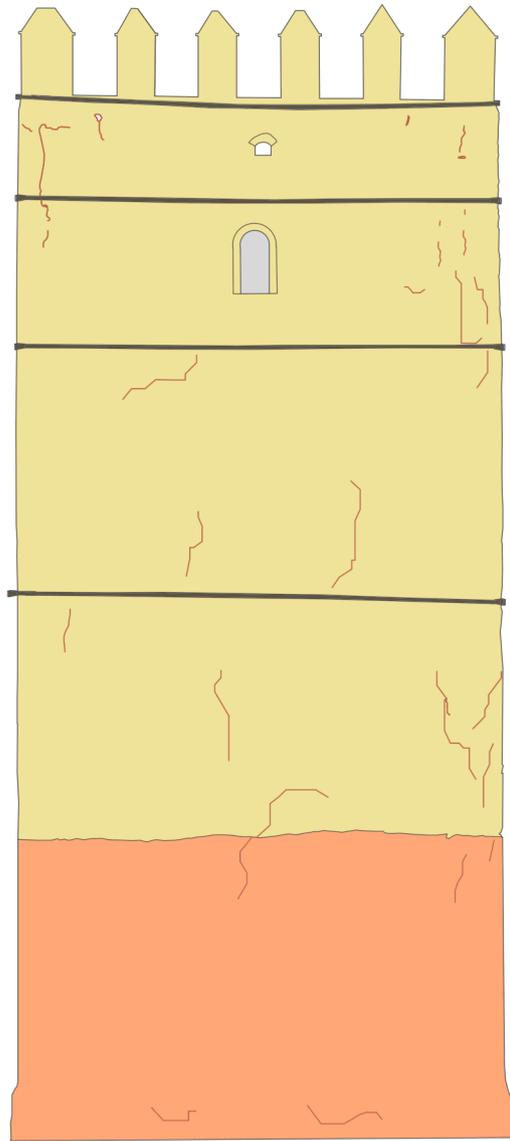
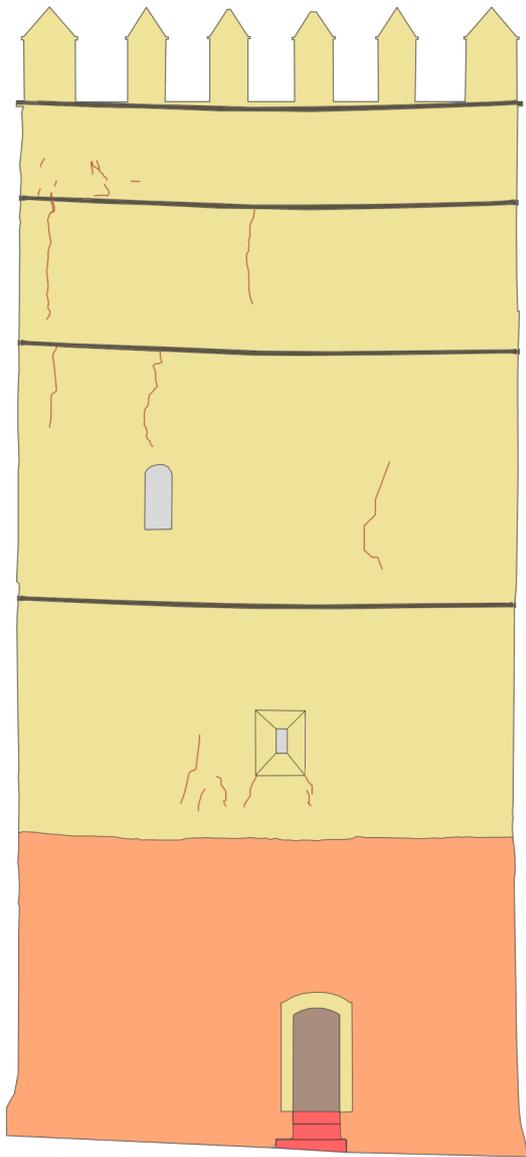
 Materiales cerámicos.  
Juntas inalteradas

 Materiales metálicos

 Encalados

 Materiales cerámicos.  
Rosca y jambas

 Argamasa y revestimientos



● Ladrillo tomado con mortero de cal y arena

● Vidrio

● Madera

● Piedra

● Mampostería de piedra encalada



Materials pétreos

Materials cerámicos.  
Juntas deterioradas

Materials hormigonados

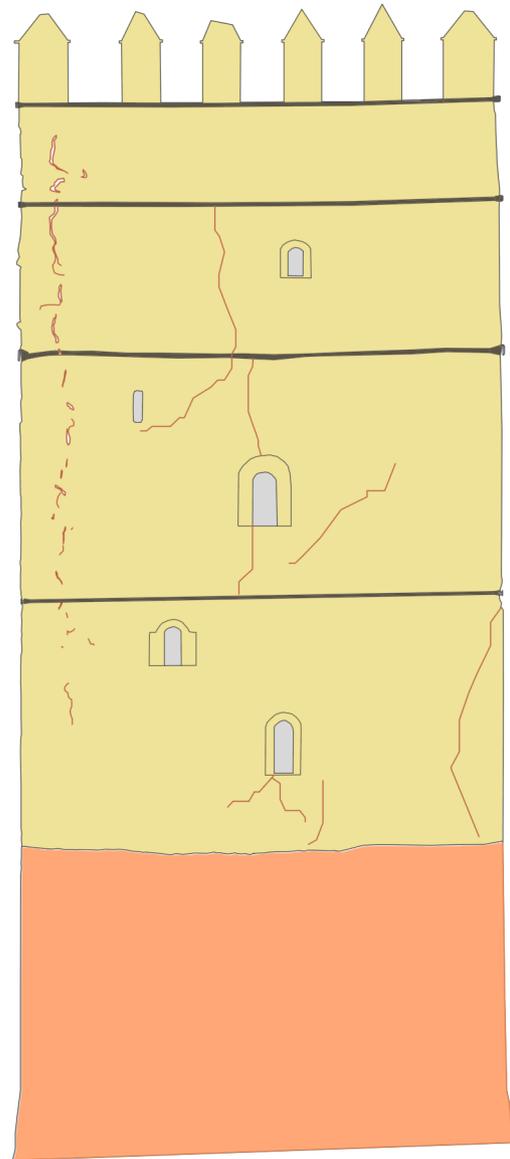
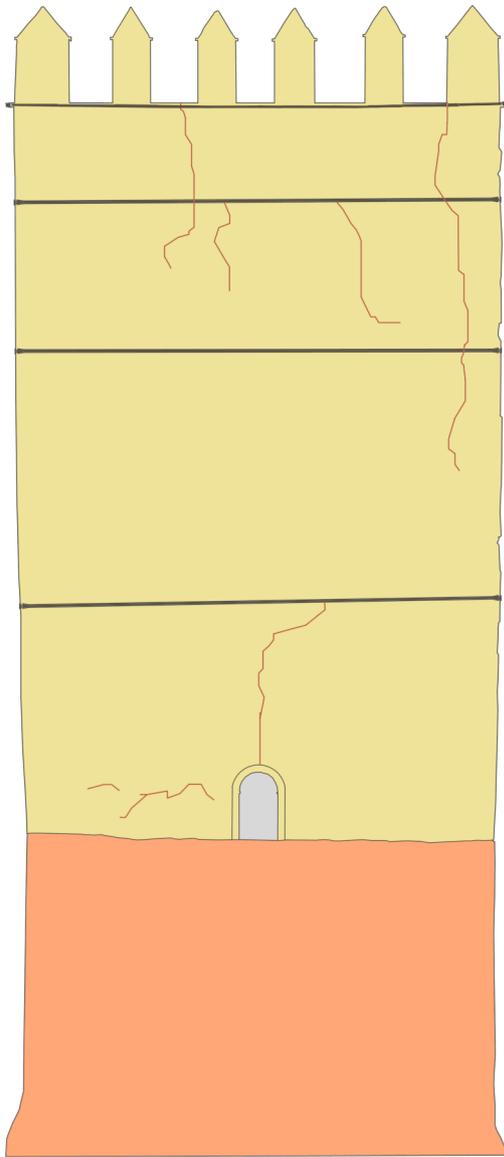
Materials cerámicos.  
Juntas inalteradas

Materials metálicos

Materials cerámicos.  
Rosca y jambas

Encalados

Argamasa y revestimientos



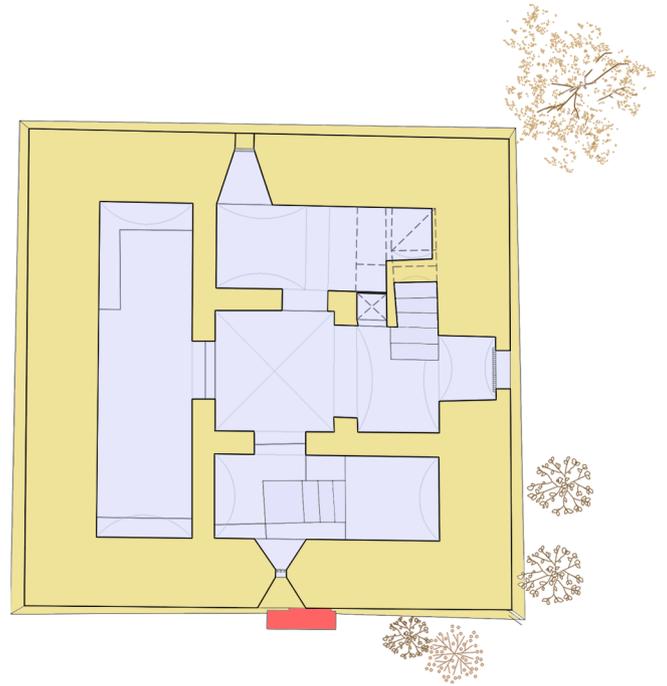
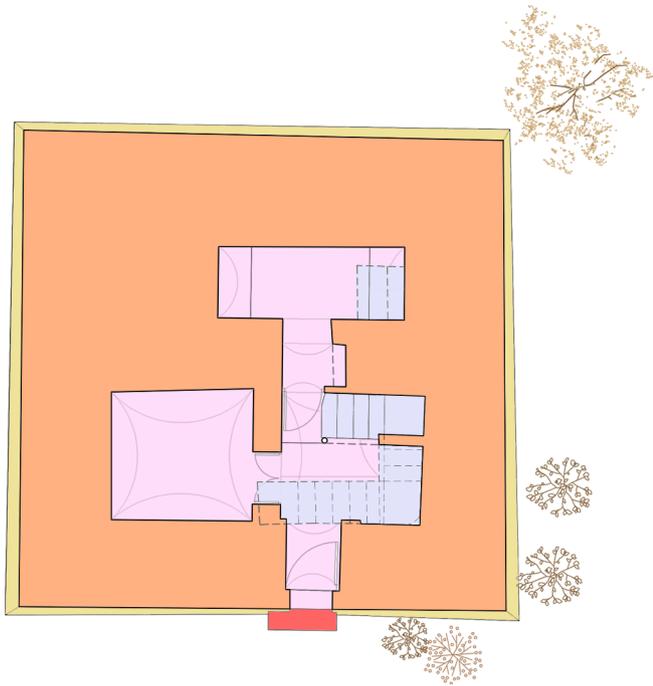
Ladrillo tomado con mortero de cal y arena

Vidrio

Madera

Piedra

Mampostería de piedra encalada



● Ladrillo tomado con mortero de cal y arena

● Vidrio

● Madera

● Piedra

● Mampostería de piedra encalada

● Arenisca

● Caliza

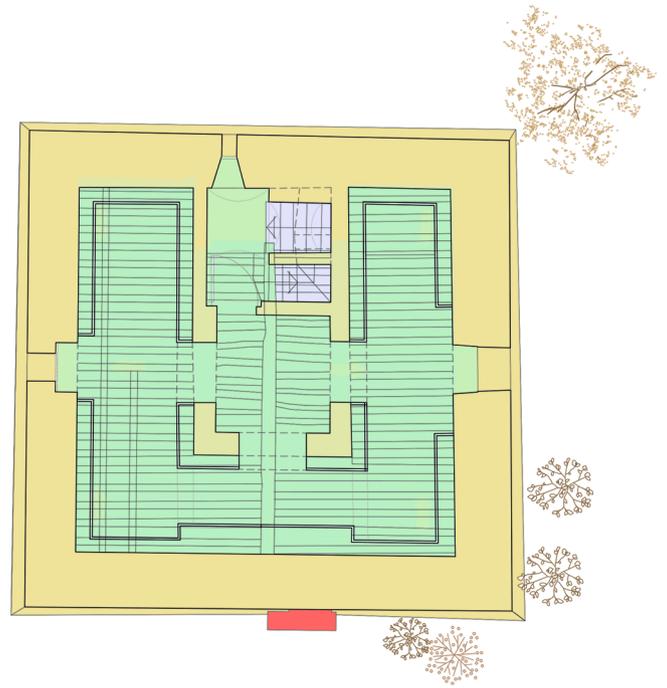
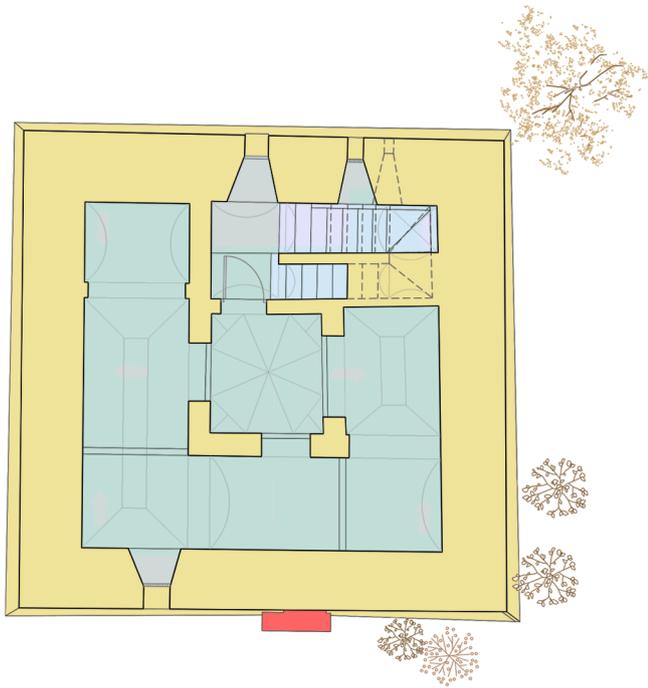
● Tierra

● Baldosa de barro

● Mortero de cal y arena

PLANTA NIVEL 0  
E 1.125

PLANTA NIVEL +1  
E 1.125



● Ladrillo tomado con mortero de cal y arena

● Vidrio

● Madera

● Piedra

● Mampostería de piedra encalada

● Arenisca

● Caliza

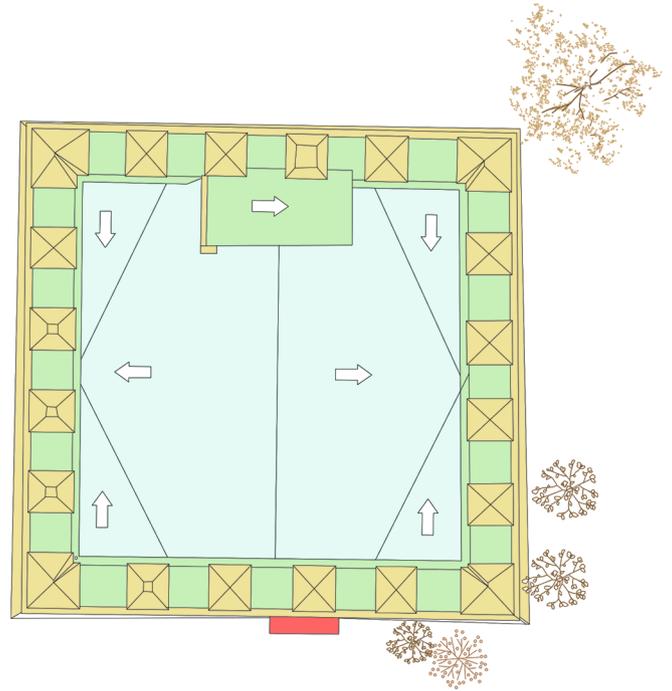
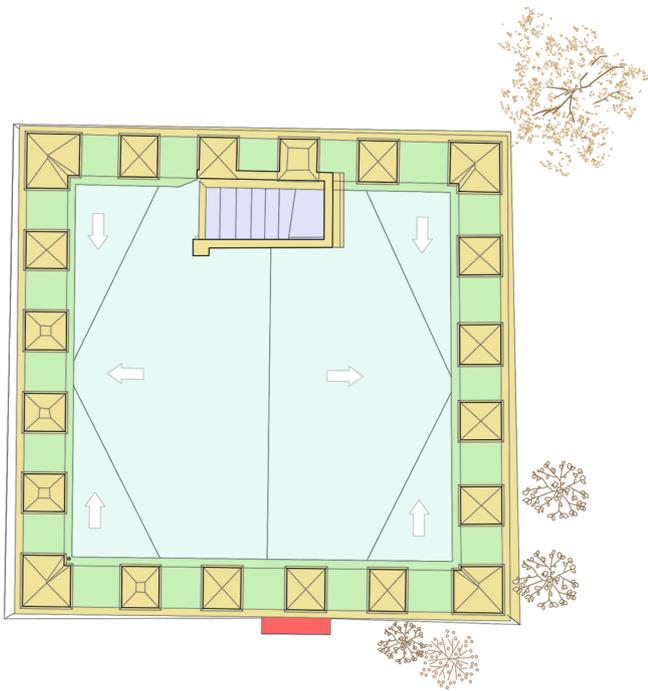
● Tierra

● Baldosa de barro

● Mortero de cal y arena

PLANTA NIVEL +2  
E. 1.125

PLANTA NIVEL +3  
E. 1.125



● Ladrillo tomado con mortero de cal y arena

● Vidrio

● Madera

● Piedra

● Mampostería de piedra encalada

● Arenisca

● Caliza

● Tierra

● Baldosa de barro

● Mortero de cal y arena

PLANTA NIVEL TERRADO  
E 1.125

PLANTA NIVEL CUBIERTA  
E 1.125

[34] Análisis de materiales y degradaciones. Autoría propia.

05

SISTEMA CONSTRUCTIVO

## 05. Sistema constructivo

Un detalle constructivo es una representación gráfica detallada de una zona concreta de una construcción, como por ejemplo, un encuentro del cerramiento con la fachada, con la carpintería de la ventana.

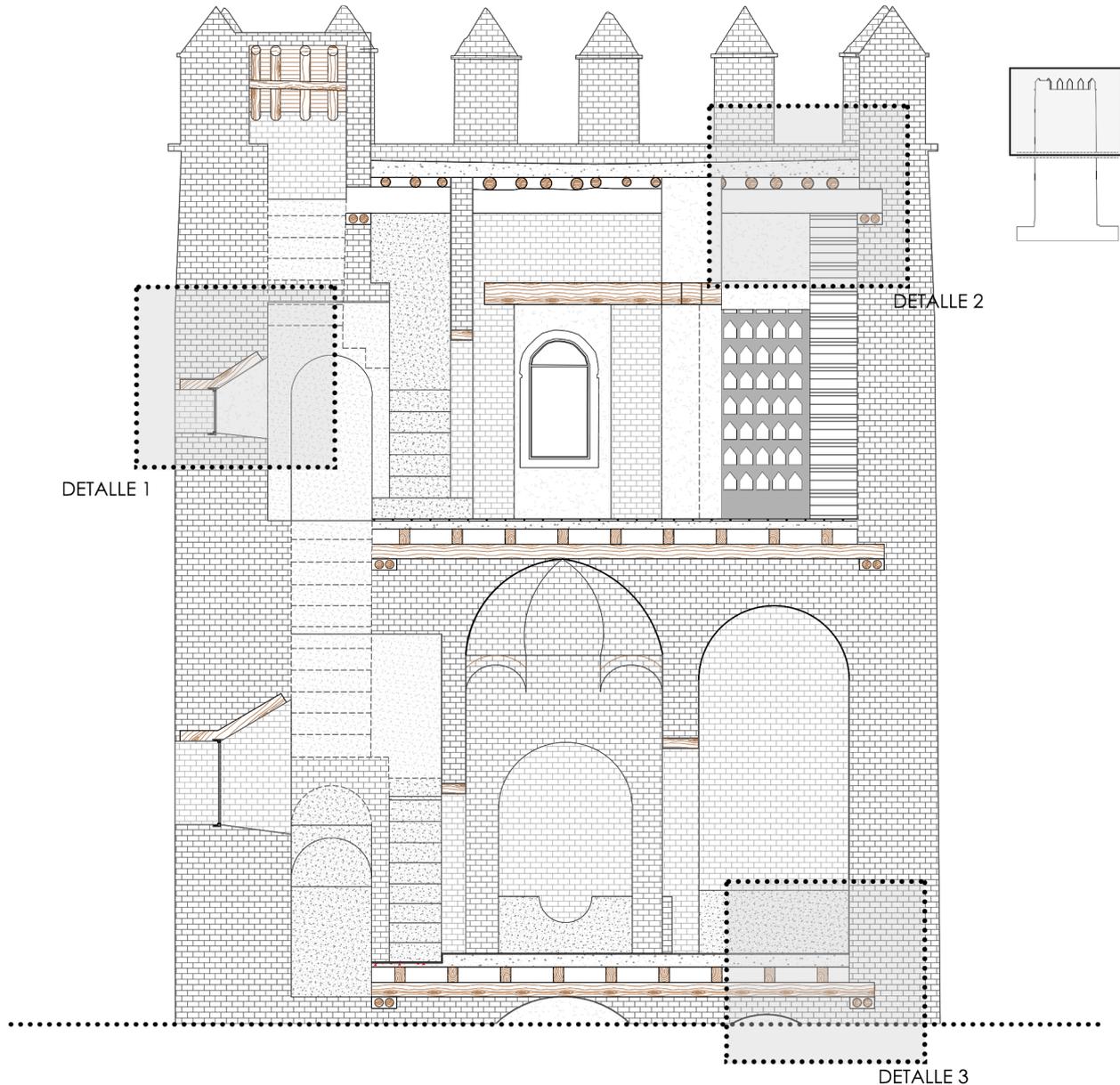
Suele utilizarse para representar una zona donde confluyen distintos materiales o tipologías constructivas, en la cual se necesita profundizar o puede dar lugar a dudas en el momento de la ejecución, de esta manera como técnico responsable de tu proyecto te aseguras que ese punto «conflictivo» va a ejecutarse como tu propones.

Es decir, se podría afirmar que un detalle constructivo es un dibujo o una serie de dibujos que se realizan para visualizar de forma correcta y detallada el despiece de varios elementos arquitectónicos.

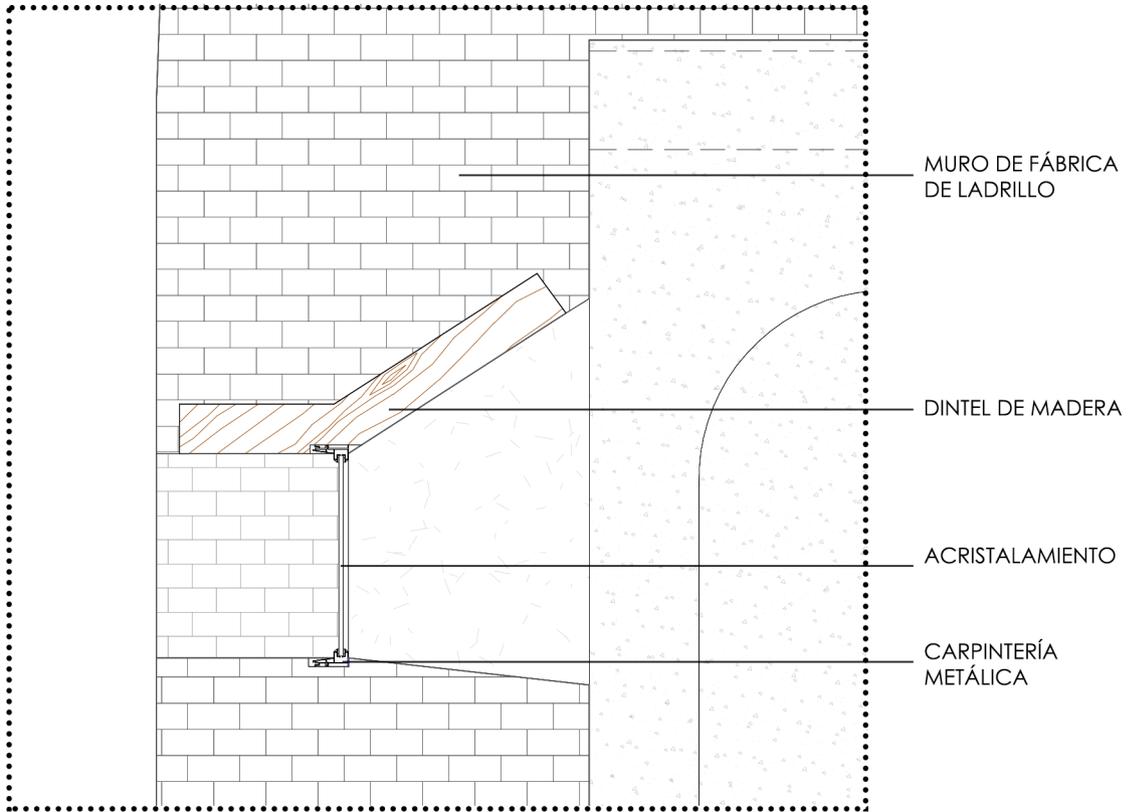
El detalle constructivo se realiza con el objetivo de aclarar y explicar con especial ahínco alguna zona concreta que necesite de una mayor atención.

La profesionalidad y la calidad en el trabajo debe ser máxima para conseguir la eficacia necesaria en cada proyecto además que se exige en el CTE (Código técnico de la edificación), aunque no todos los proyectos los contemplan. [35]

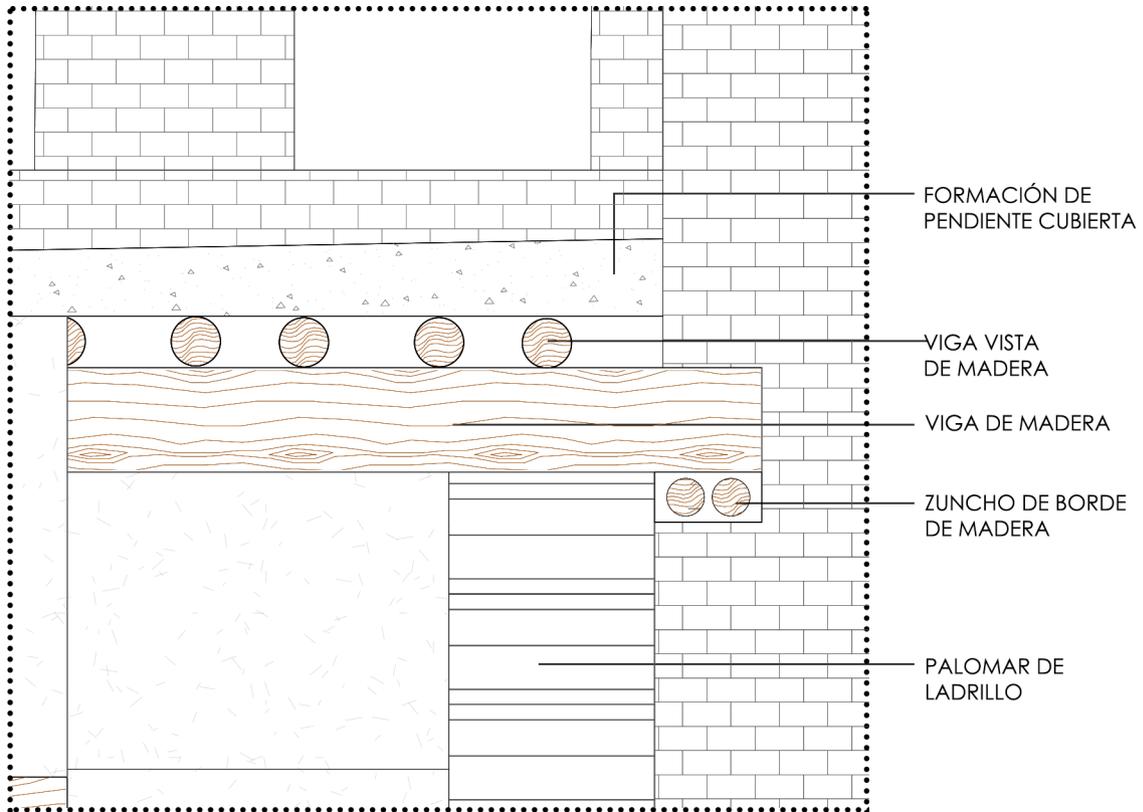
[35] Ficherotecnia, ¿Qué son los detalles constructivos en arquitectura?. (2020)



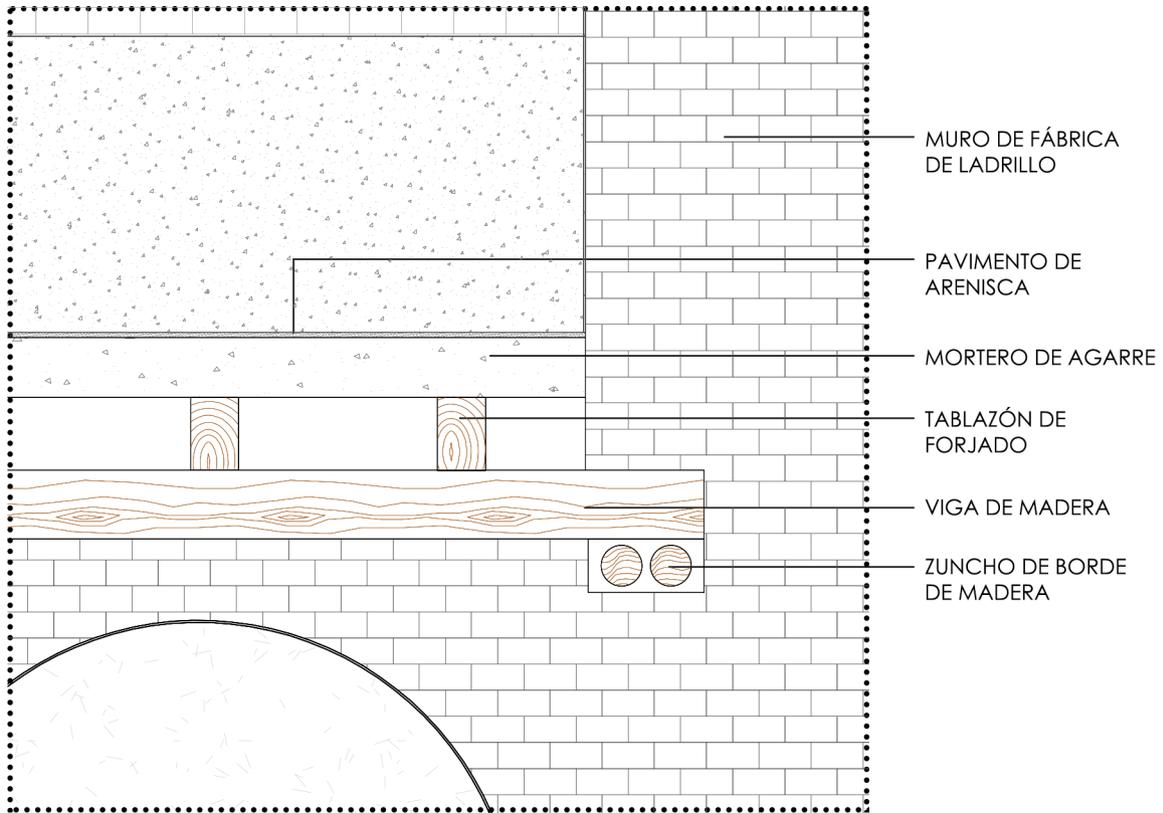
SECCIÓN CONSTRUCTIVA PARTE SUPERIOR  
E 1.75



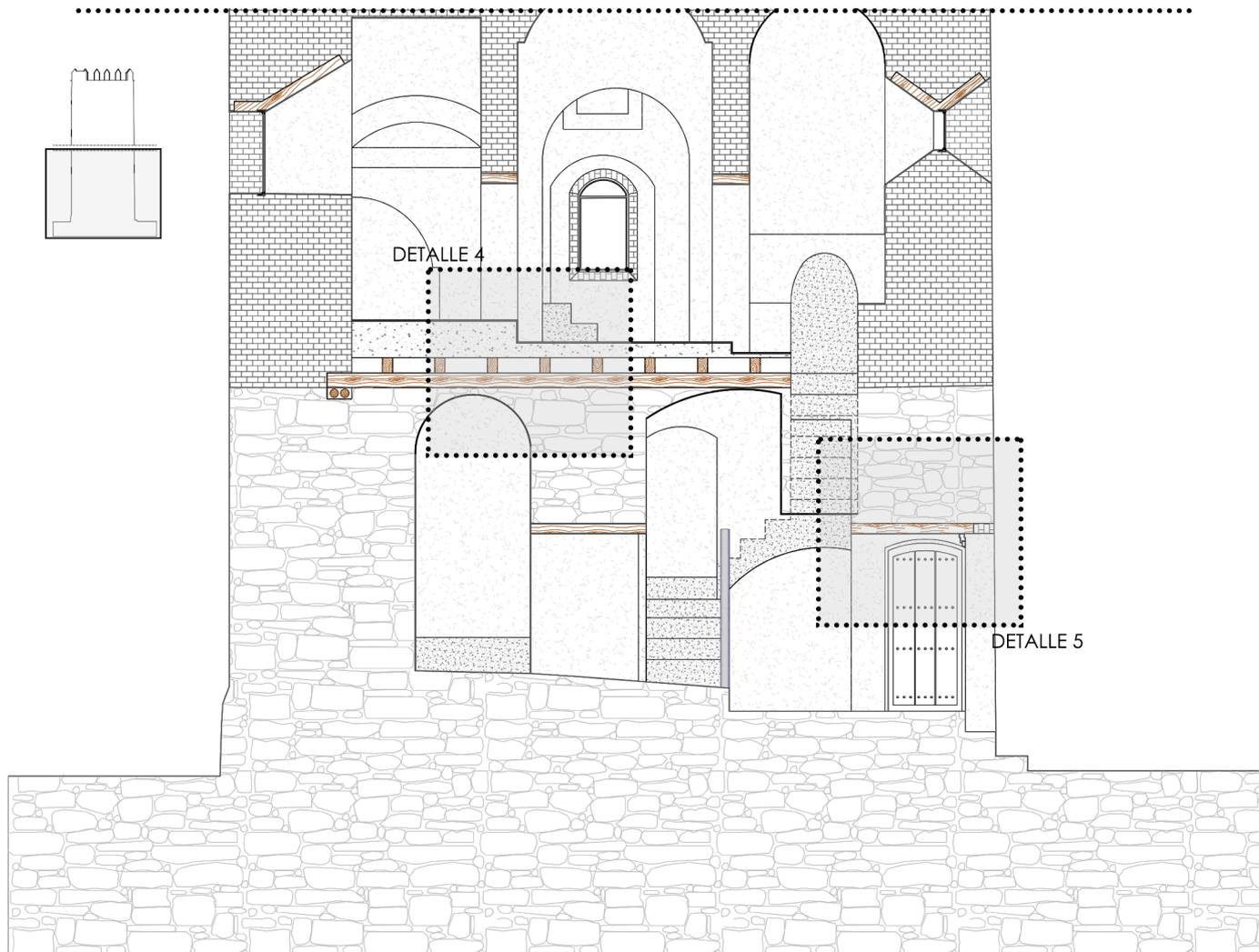
DETALLE CONSTRUCTIVO 1  
E 1.20



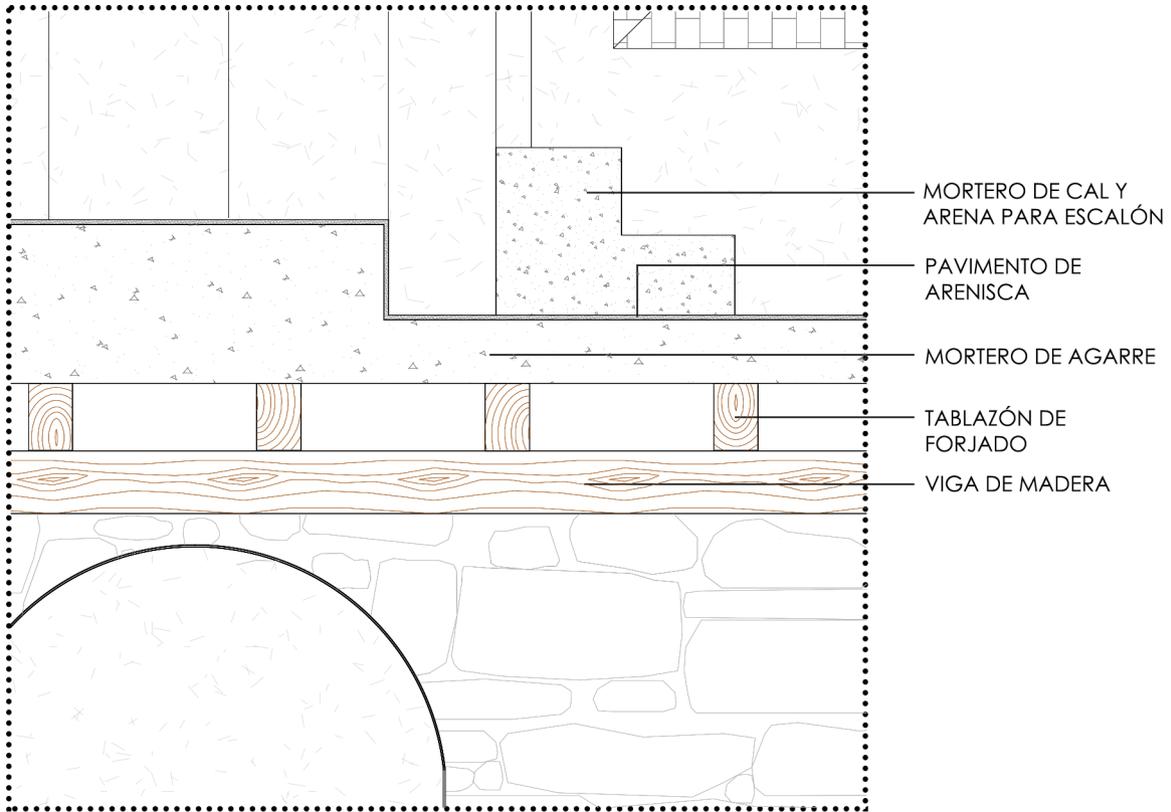
DETALLE CONSTRUCTIVO 2  
E 1.20



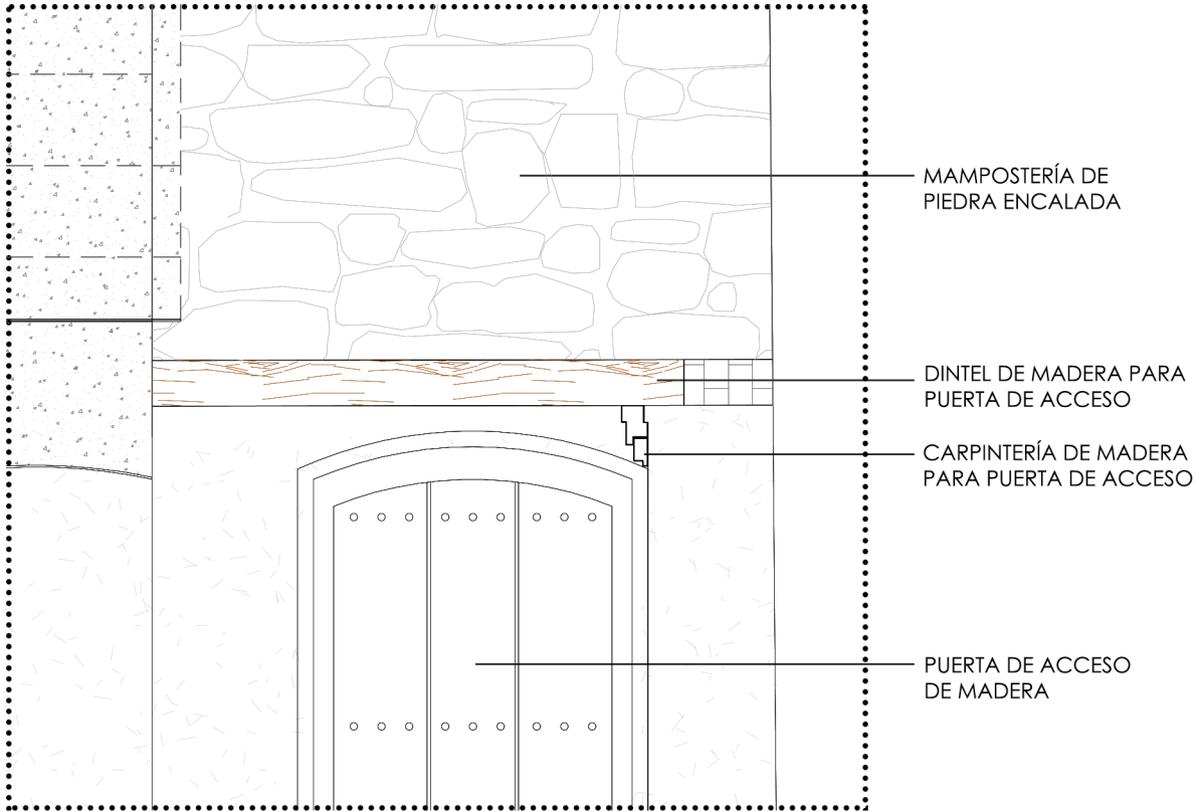
DETALLE CONSTRUCTIVO 3  
E 1.20



SECCIÓN CONSTRUCTIVA PARTE INFERIOR  
E 1.75

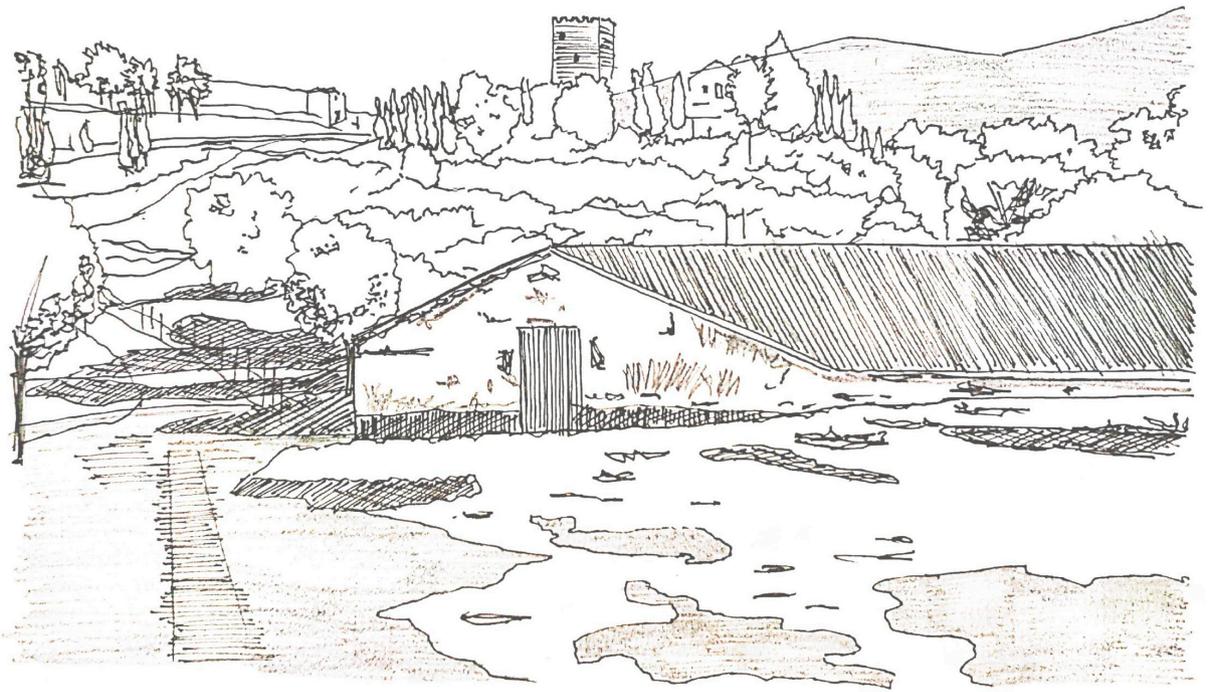


DETALLE CONSTRUCTIVO 4  
E 1.20



DETALLE CONSTRUCTIVO 5  
E 1.20

[36] El desarrollo del sistema constructivo,, así como sus detalles son de autoría propia.



DIBUJO 7 [37]

[37] Dibujo 7. Autoría propia.

06

ANÁLISIS ESTRUCTURAL

## 06. Análisis estructural

A partir de este punto, comienza la parte del trabajo centrada en el análisis estructural de la torre. Se procede al cálculo mediante el método de los elementos finitos.

Cada una de estas hipótesis, se ha realizado mediante un volumen importado de manera independiente, lo que permite una asignación de materiales sencilla.

Mediante el método de elementos finitos, lo que conseguimos hacer es un acercamiento de la geometría a una triangulación. Todo lo que son ecuaciones básicas de la estructura, utilizando este método, se calculan en los nodos de esos triángulos. Con este procedimiento, se nos permite calcular cualquiera estructura con cualquiera tipo de geometría.

De esta manera, cuando calculamos, se nos genera un mapa de colores que refleja cada uno de los análisis realizados (desplazamiento que tendrá la estructura, tensiones...)

Es fundamental calcular las tensiones, ya que si en el cálculo las tensiones excenden las máximas tensiones que pueda adquirir el material, este tenderá a la rotura.

Por otro lado, con los desplazamientos, lo que garantizamos es la estabilidad de la estructura, que la torre no vuelque. Comenzaremos describiendo los elementos que componen la torre, como son la estructura, los cerramientos, la cubierta y la solería.

### ESTRUCTURA:

Las fábricas exteriores de la torre están en la zona inferior de la misma cubierta por un enlucido y encaladas lo que sin duda habrá contribuido a una mejor conservación de las mismas. Naturalmente no pueden observarse directamente pero no hay indicios de daños importantes en las mismas. Las grietas que se observan en su parte superior no tienen continuidad en esta zona.

Tampoco en la cara interior de estos muros pueden observarse daños especiales en la zona inferior. Su composición probablemente es similar a las zonas superiores existiendo zonas de tapial y zonas de ladrillo.

En la zona superior se observan dos temas graves: las humedades en las caras Norte y Sur y la grieta vertical cercana a la esquina en la cara. Este que se extiende a lo largo de los dos tercios superiores de la torre y que seguramente está en el origen de las abrazaderas metálicas colocadas.

Tanto los muros de tapial como los de ladrillo presentan problemas de cohesión seguramente debidos a la carbonatación de los morteros de cal, fenómeno muy generalizado en morteros de más de 500 años. El deterioro de los materiales y su pérdida de resistencia esta muy frecuentemente en el origen de movimientos diferenciales entre elementos del edificio y por tanto de la aparición de grietas. En algunas zonas existen vegetaciones parásitas que cubren parcialmente algunos de los huecos de la torre.

El grado de sismicidad en la zona es moderado con valor de 0,08 g que habría que considerar para obtener las tensiones, aunque por la forma regular en planta y la continuidad en alzado sus efectos no pueden ser muy altos.

#### CERRAMIENTO:

Los muros están contruidos con la técnica de tapial, tienen partes de mampostería y bóvedas y recalzos de ladrillo. En la parte baja de sus muros se aprovecharon algunos sillares de construcciones posiblemente romanas; también se ve algún trozo en el que alternan los colocados a soga con los de tizón; el resto presenta numerosas reparaciones en fábrica de ladrillo, mientras los lienzos de muros intermedios son de mampostería y ladrillo.

La parte baja de mampuestos de piedra y más irregular, presenta un aspecto blancuzco, al estar encalada, y tiene sus fachadas innumerables reparaciones, hendiduras de cierta importancia, que atestiguan diferentes intervenciones que ha sufrido en el tiempo. Presenta diferentes tipos de revestimientos al exterior e interior producto de diferentes intervenciones en el tiempo.

Destacan las bóvedas realizadas en fábrica de ladrillo.

En el interior de la torre el material predominante, tanto para la resolución de arcos, bóvedas o solerías, e incluso el palomar, es el ladrillo tomado con mortero de cal y arena.

## CUBIERTA:

El tercer y último nivel útil se usa como palomar. Todas las paredes ven apoyar contra ellas una serie de estructuras ahuecadas de ladrillo que configuran un inmenso palomar. Los frentes norte y sur horadan sus muros con sendos huecos con arcos de medio punto y pretil. La techumbre, se resuelve con viguería leñosa que apoya sobre un gran tronco transversal; sobre esta estructura se colocaban directamente los ladrillos a palma del piso del terrado.

A la cubierta se accede a través de un castillete situado en el frente E. cubierto con estructura de madera y ladrillo, abre su puerta mirando al norte.

El terrado es una amplia superficie diáfana, solada con una capa de mortero que cubre la antigua solería de ladrillo, y pose vertientes de desagüe hacia gárgolas situadas en los frentes meridional y septentrional.

Los laterales de la terraza se limitan por un bajo parapeto sin aspillería que se corona con merlones prismáticos rematados con albardillas piramidales.

## SOLERÍA:

La lectura de los restos de la solera de hormigón existente permite establecer los niveles de los diferentes espacios que tuvo la Torre. No se han encontrado restos de solería, así como pavimentos de interés en las diferentes estancias. Tan solo la escalera realizada con fábrica de ladrillo y la solería de fábrica de ladrillo de terraza (de reciente colocación, son los aspectos más destacados en cuanto a solería se refiere).

Sería aconsejable realizar estudios previos referente a los morteros de las pavimentaciones de las estancias, así como pequeñas catas que permitan identificar antiguos restos de las primitivas pavimentaciones.

## PATOLOGÍA:

La Torre presenta pérdida parcial de fábrica, así como grietas y alteraciones estructurales que inciden en cierta manera desde el punto de vista estructural.

La causa fundamental de la degradación viene motivada por el derrumbamiento de parte de la cubierta que ha permitido la entrada de aguas pluviales y la degradación, en consecuencia de la Torre. La cubierta fue reparada en el año 2.006 y Actualmente, se encuentra en buen estado.

Este hecho motivó la desaparición de parte de la cubierta plana que cerraba la estancia superior, desprendiéndose parte del piso de la terraza, por lo que han quedado al descubierto sectores de los muros, produciéndose desprendimiento de material a causa de las filtraciones producida por el agua de lluvia.

En el resto de las fábricas encontramos pérdidas superficiales de material y de los morteros de la mampostería, especialmente en los sectores mas expuestos a lo fenómeno de degradación.

La existencia de un palomar en la tercera planta recubriendo los muros interiores de la Torre, a parte de significar una sobrecarga añadida a la estructura originaria de la Torre, ha permitido numerosos depósitos orgánicos que unidos a él el agua de la lluvia han alterado significativamente los materiales existentes.

## IMPORTANCIA ARQUEOLÓGICA:

Llama la atención que, a pesar de ser uno de los ejemplares mejor conservados y más completos de la arquitectura defensiva medieval de Andalucía, los estudios centrados en ella sean prácticamente inexistentes, o cuanto menos muy escasos. Este es el caso, por ejemplo, de Torres Balbás, sobradamente conocido en el ámbito de la arquitectura andalusí. Este autor, y que nosotros sepamos, sólo cita la torre de Ortegícar de pasada, como contexto para situar su artículo sobre la torre de Gabia, en Granada, aunque advierta de la necesidad de abordar un estudio sistemático sobre estas edificaciones.

No cabe duda que lo que hoy conocemos de la torre de Ortegícar responde a un modelo de edificación rural de tipo defensivo estrechamente relacionada con la presencia de una unidad de poblamiento aldeano, de ahí que el calificativo de estas torres lo tome,

precisamente, del carácter de dicho poblamiento: la alquería.

Igualmente, existen pocas dudas sobre la cronología propuesta para su estructura actual que, aunque con intervenciones posteriores, se puede datar en época nazarí, como ya se ha comentado anteriormente.

La Torre de Ortegícar se encuentra en un mal estado de conservación.

Sería deseable una intervención arqueológica que asegurara la preservación de la información todavía presente.

La actuación arqueológica en la torre implicaría:

- Origen y pervivencias en el poblamiento de la zona, para lo que habría que plantear una prospección superficial intensiva, al menos en los alrededores, que permita establecer zonas de ocupación, así como cronologías.
- Fundación de la torre y relación estructural con su entorno: para ello la propuesta inicial se centraría en el desarrollo de una intervención arqueológica a los pies del edificio con el objeto de despejar algunas de las incertidumbres relacionadas con su erección, así como con su inserción en una estructura más amplia.
- Documentación de los elementos emergentes que existen en las proximidades, como la coracha de tapial que accede al río.
- Análisis parietales tanto de la torre como de distintos paramentos del cortijo actual, para el establecimiento de fases de construcción-reparación y posibles relaciones contextuales.
- Un levantamiento detallado de todo el conjunto, esencialmente centrado en el espolón y sus aledaños, para la determinación de áreas funcionales y productivas: lugares de habitación y explotación (huertas y sistemas de irrigación, caminos, etc.). [38]

[38] GALLEGO ROCA, J. Ficha de diagnóstico Torre de Ortegícar, conjunto histórico (sin publicar)

# 07

CÁLCULO DE ESTRUCTURA  
Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.  
METODOLOGÍA DE TRABAJO.

## 07.1. Descripción del sistema estructural. Metodología de trabajo

En este apartado se realiza un análisis estructural de la torre en base a los trabajos previos, se describe su tipología estructural, se caracterizan mecánicamente los materiales y las acciones actuantes, finalmente se hace un análisis estructural donde se determina su estabilidad y estado tensional mediante el método de los elementos finitos.

La torre se trata de un modelo monolítico, el cuál tras su setecientos años ha experimentado grandes problemas estructurales.

La torre tiene una base de unos dieciocho por ocho metros aproximadamente, lo que nos genera una esbeltez de 2.25m.

Se trata de una esbeltez reducida para tratarse de una torre. Esto implica, que se le dote de una gran estabilidad permitiéndose así, que haya perdurado a lo largo del tiempo

Por una parte, en cuanto al alzado, la torre presenta aberturas muy pequeñas, siendo la más amplia la correspondiente a la acceso.

La presencia de estas pequeñas aperturas, es síntoma de que la estructura trabaja de manera muy homogénea sin concentración importante de esfuerzos.

En alzado, podemos distinguir que la torre se compone de dos materiales: piedra, que abarca desde la rasante hasta la primera planta, y ladrillo en el resto, llegando hasta la cubierta.

Nótese, que las principales patologías de la torre se presentan en las zonas compuestas por ladrillo.

Además, por otro lado, es de detallar que en el alzado, aparecen una serie de correas de hierro. Sin embargo, estas tienen una dimensión muy reducida, por lo que se estima que su funcionamiento estructural es prácticamente nulo.

Debido a la época en la que se aplicaron, los conocimientos científicos eran bastante reducidos, prácticamente inexistentes.

Por otra parte, en cuanto a la planta como el contorno exterior es prácticamente cuadrado con unos muros de gran espesor, una media de 1.20m de grosor. Esto implica otro de los motivos de su supervivencia, ya que con unos muros tan gruesos, se le aporta gran peso y por lo tanto una gran estabilidad.

Al tratarse de una gran sección, transmite unas tensiones verticales bastante reducidas.

Todo ello unido a la altura tan baja que presenta la torre, le ha conferido una gran estabilidad.

En el interior de la planta encontramos cuatro forjados, con una luz pequeña. De ahí, que estos perduren hasta la actualidad a pesar de que algunos de sus elementos han tenido que ser restaurados.

En consecuencia, esta construcción obedece a los patrones básicos por los que la estructura se mantiene hasta la fecha.

Los patrones básicos son:

- Resistencia. Empleo de materiales resistentes como son es el caso de la piedra, y otros menos resistentes, pero aún así competentes como el ladrillo.
- Rigidez. Tanto la piedra, como en menor medida el ladrillo, son poco deformables. Esto ha provocado que las pocas grietas que se han producido sean de pequeño tamaño y fundamentalmente se produzcan en la parte contruida con ladrillo.
- Estabilidad. La reducida altura de la torre y los grandes muros, como ya hemos dicho favorecen la estabilidad de esta. También, hay que destacar que el terreno posee características estable. Estos datos son conocidos según las consultas realizadas a los propietarios actuales del cortijo que rodea la torre.

## 07.2. Características de los materiales

Los dos materiales estructurales empleados son la piedra y el ladrillo.

Debido a que no se han podido realizar ensayos sobre los materiales constituyentes, se han adoptado las siguientes propiedades de los materiales tomados de la Arquitectura Nazarí de algunas de las construcciones de la época, como por ejemplo la Alhambra y el territorio Nazarí del momento.

En cuanto a la piedra, esta se trata de mampostería de piedra. Para ella, hemos tomado las siguientes propiedades:

[39]	Densidad	Módulo de Young	Coefficiente de Poisson
	2,15 T/m <sup>3</sup>	1,5x10 <sup>7</sup> kN/m <sup>2</sup>	0,12



Se adoptan los valores correspondientes mostrado en la siguiente tabla del libro "Mecánica de Rocas" de Ramírez de Oyanguren y Alejano Monge.

Por otro lado, en cuanto al ladrillo, hemos considerado sus propiedades de la norma UNE 67-019-86. Estas propiedades han sido tomadas a priori y aplicadas a construcciones similares de la época Nazarí.

[40]	Densidad	Módulo de Young	Coefficiente de Poisson
	1,40 T/m <sup>3</sup>	3,8x10 <sup>6</sup> kN/m <sup>2</sup>	0,30



La tensión de rotura de la piedra es de 80.000 kN/m<sup>2</sup> y la del ladrillo de 15.000 kN/m<sup>2</sup>.

[39] Ramírez Oyanguren, P., & Alejano Monge, L. R. (2004). Mecánica de rocas: Fundamentos e ingeniería de taludes

[40] Del Estado, B. O. (2011). NORMAS UNE. Boletín Oficial del Estado, 13.

### 07.3. Cálculo de acciones

Las acciones tenidas en cuenta en el cálculo son las siguientes:

a) Peso propio de los materiales.

Es la acción más importante a la que estará sometida la estructura. Se obtiene a partir de la geometría de las secciones de muros, y de la densidad de los materiales descritos en el apartado anterior.

El programa de elementos finitos realiza de manera automática el cálculo de esta acción metiendo la densidad de los materiales y la aceleración de la gravedad de valor  $9.81 \text{ m/s}^2$ .

b) Acción del viento.

La acción de viento es una fuerza perpendicular a la superficie expuesta (fachada). Hay que considerar la acción del viento en 2 direcciones perpendiculares, y en cada dirección doble sentido.

La carga del viento en situaciones habituales como la que se da en nuestro caso, el CTE toma un valor de  $1 \text{ kN/m}^2$ .

## 07.4. Análisis de resultados

Cálculo mediante el método de los elementos finitos. A continuación, se realiza el cálculo por elementos finitos.

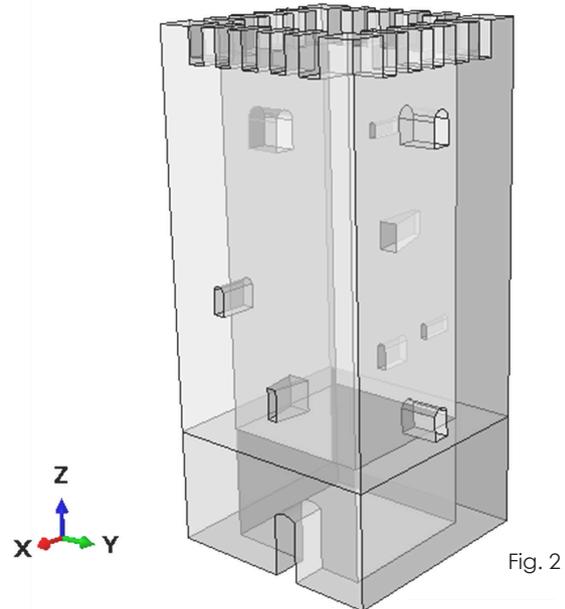
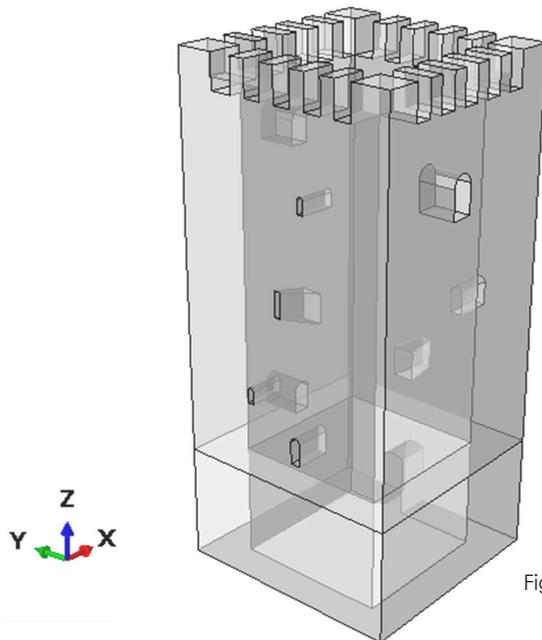
Para cargas gravitatorias más viento. Este cálculo comprende las fases de modelización geométrica, asignación de secciones y cargas, mallado, cálculo y representación de resultados.

### 07.4.1. Modelización geométrica

Se ha realizado un modelo 3D para cada hipótesis en formato AutoCAD. Posteriormente, se exportado al programa de elementos finitos en formato STEP.

En dicha exportación cada volumen es importado de manera independiente, lo cual permite una fácil asignación posterior de propiedades.

El modelo está compuesto por 2 partes, ver siguientes figuras 1 y 2.



### 07.4.2. Asignación de propiedades

Se han definido dos materiales denominados ladrillo y mampostería de piedra, cuyas propiedades mecánicas han sido definidas en el apartado anterior.

A cada una de las partes del modelo se ha asignado el correspondiente material en base de los estudios previos realizados.

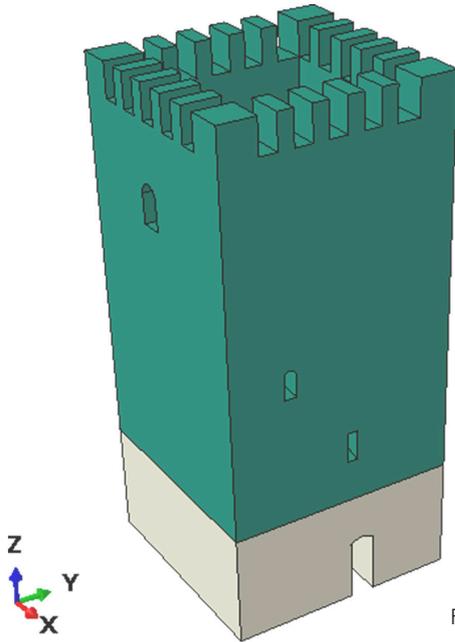


Fig. 3

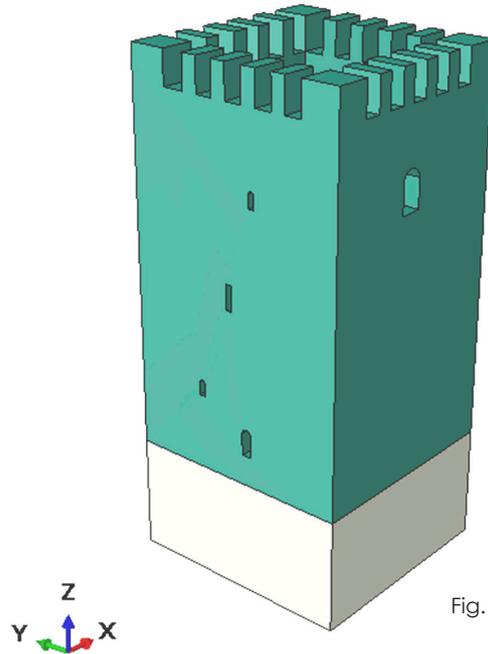


Fig. 4

La parte de color verde, corresponde al sector hecho de ladrillo, mientras que la parte baja, representada en este caso de color blanco, hace referencia a la construcción de mampostería de piedra.

### 07.4.3. Asignación de cargas y condiciones de contorno

Se han definido dos materiales denominados ladrillo y mampostería de piedra, cuyas propiedades mecánicas han sido definidas en el apartado anterior.

A cada una de las partes del modelo se ha asignado el correspondiente material en base de los estudios previos realizados.

Se han aplicado las cargas definidas en el apartado 06.3 a ambos modelos.

Las principales cargas son volumétricas y son debidas al peso propio de los materiales.

También se realizará a parte un cálculo con el efecto del viento. La asignación de las cargas gravitatorias. Se le asignan al programa por medio de la aceleración de la gravedad y densidad de los materiales.

Lógicamente, el programa calcula automáticamente las fuerzas gravitatorias. Dada la geometría de la torre y los datos previos (intensidad y gravedad). En cuanto a las condiciones de contorno, el empotramiento.

Debido a la tipología estructural de la torre, es necesario realizar un empotramiento en la base para que esta no vuelque.

Por ello, se impone la condición de empotramiento basal ,tal y como se observa en la figura 5.

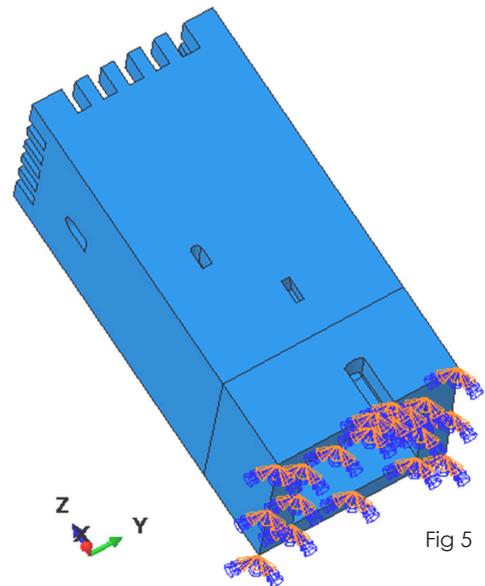


Fig 5

#### 07.4.4. Mallado de los modelos

El método de los elementos finitos es una técnica matemática que permite obtener la solución a problemas físico-matemáticos con geometrías complejas. Su aplicación en el ámbito arquitectónico es directa.

Este método, está muy presente en diversos campos de la Arquitectura, como en Ingeniería gráfica, donde se emplea para el cálculo de la distribución de la luz, por ejemplo. En Instalaciones, se emplea fundamentalmente en el cálculo de aislamientos, balances energéticos y cada vez más en todos aquellos condicionantes la Passive House. También es aplicado en Estructuras y Geotecnia. En especial, para las estructuras de grandes luces, estructuras laminares y en terrenos con un comportamiento complejo.

Programas como CYPE, 3D STUDIO por ejemplo, lo usan. Básicamente, desde el punto de vista gráfico, consiste en reemplazar la geometría de la torre por una geometría aproximada contruida a base de tetraedros. Es decir, el volumen que compone la torre, se rellena por tetraedros.

Una triangulación de, es una red de triángulos conexa y convexa que cumple la condición de Delaunay. Esta condición dice que la circunferencia circunscrita de cada triángulo de la red no debe contener ningún vértice de otro triángulo. Las triangulaciones de Delaunay tienen importante relevancia en el campo de la geometría computacional, especialmente en gráficos 3D por computadora.

Se han empleado elementos tetraédricos de 12 nodos, lo que permite un buen ajuste de la malla a la geometría del modelo. El mallado aplicado es de tipo adaptativo, permitiendo una mayor concentración de elementos en las zonas de cambios abruptos de geometría que normalmente corresponden con zonas de mayor concentración de tensiones. El tamaño medio de elemento es de 45 cm, y el número de elementos es de 90.000 para la hipótesis A y de 210.000 para la hipótesis B.

El tamaño del elemento empleado permite un cálculo estructural preciso sin la necesidad de un coste computacional extraordinariamente alto. Se ha realizado un diagnóstico de la malla, no detectándose elementos distorsionados que provocarían errores en el cálculo. Las figuras 8 y 9 muestran el contorno exterior de las mallas.

Nótese que se produce concentración de elementos en las zonas de cambio de geometría.

Estas triangulaciones del espacio se denominan mallas.

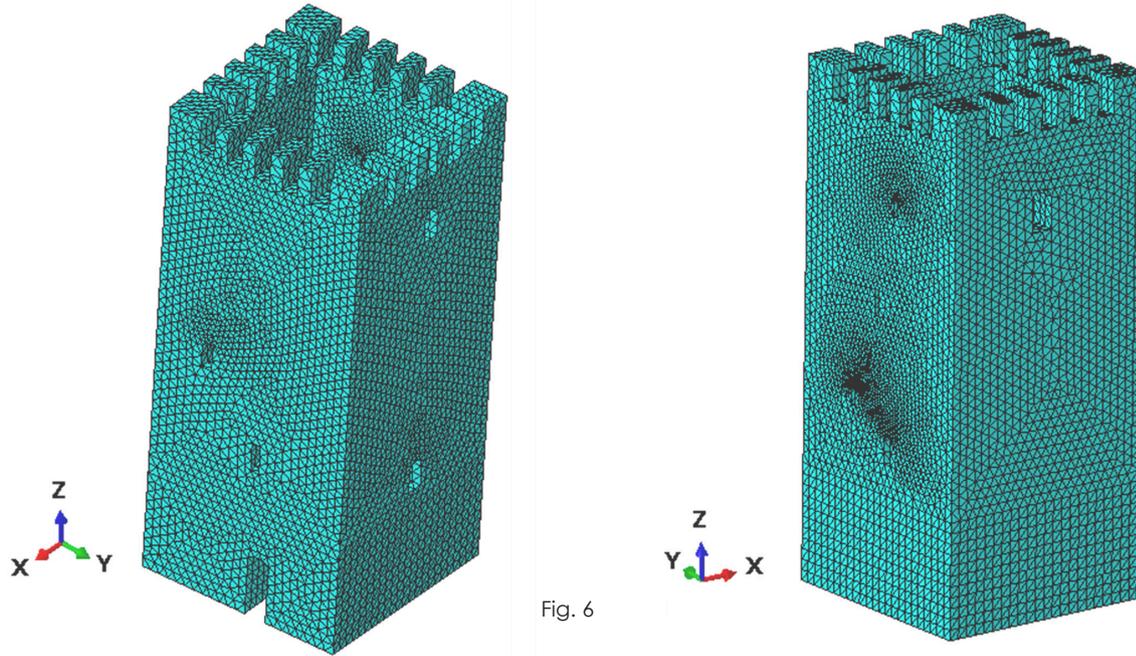


Fig. 6

Nótese que la malla de la base está compuesta por 130.594 tetraedros y el número de nodos es de 195.693.

Esto, en términos de cálculo supone un cálculo intermedio por elementos finitos. Por ello, se trata de un mallado más que suficiente para el cálculo de elementos finitos.

Este programa permite emplear la técnica adaptativa de mallado. Esto quiere decir, que para situaciones donde hay cambios abruptos de geometría, y que estructuralmente implican una concentración de esfuerzos, el programa intensifica el mallado de esa zona para mostrar dicha concentración.

Por lo general, podemos ver que en las esquinas de las ventanas es donde encontramos la mayor parte de las grietas y fisuras de la torre. Así es que, en esas zonas es donde vamos a incrementar ese cálculo.

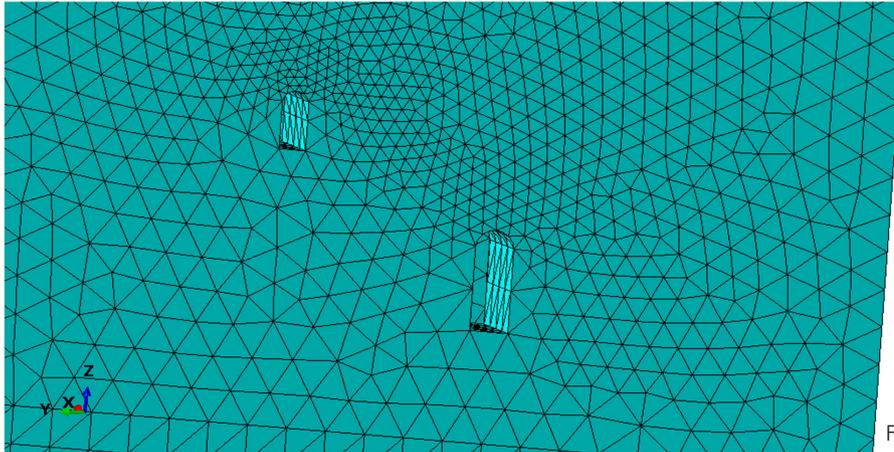


Fig. 8

En este caso, en la zona superior de los huecos, que como ya hemos dicho suele ser una zona de concentración de esfuerzos, se aprecia que los triángulos están más condensados. De esta manera, se capta mejor la solución, ya que en esa zona se producen variaciones importantes de esfuerzo.

#### 07.4.5. Cálculo del problema

Una vez definido el problema se procede al cálculo del mismo para los casos de cargas gravitatorias y cargas gravitatorias más viento.

Se ha empleado un solver de tipo lineal y las cargas han sido aplicadas en escalones de carga de igual magnitud. La aplicación de carga de manera escalonada permite simular el asentamiento progresivo de la estructura bajo la acción de la gravedad.

De esta manera, se reducen los problemas que pudieran aparecer durante el cálculo.

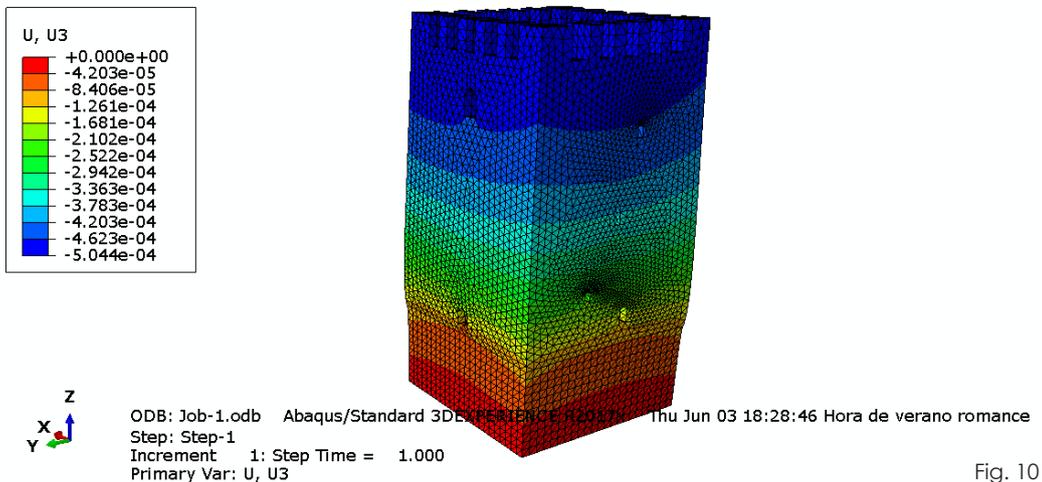
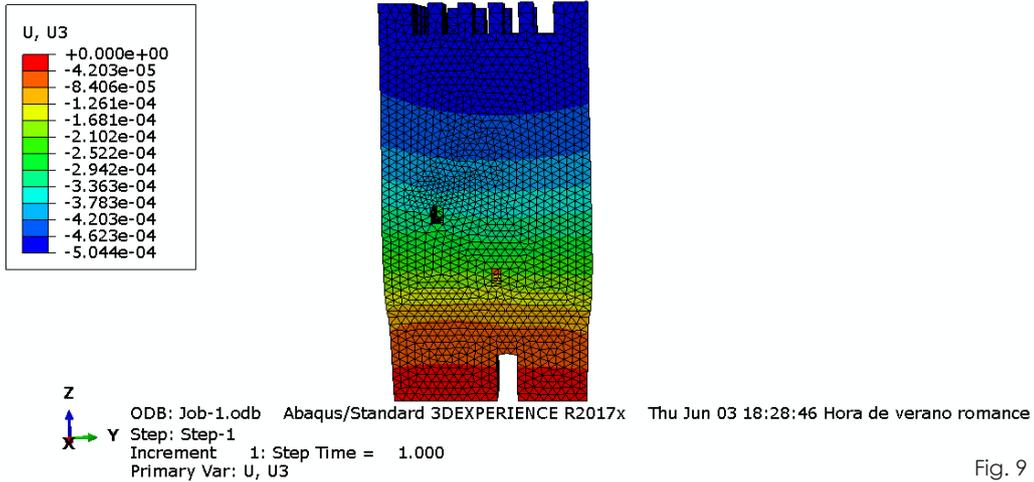
El tiempo de cálculo ha sido de 16 minutos para la hipótesis de cargas gravitatorias y de 18 para la hipótesis de cargas gravitatorias más viento, bajo un procesador de 4 núcleos i7 de 2,4 GHz.

## 07.5. Resultados

Solo cargas gravitatorias.

Se procede a la visualización de los resultados de ambos cálculos. Las magnitudes de interés son tanto los desplazamientos en valor absoluto como la tensión de von Mises.

### 07.5.1. Análisis de desplazamientos



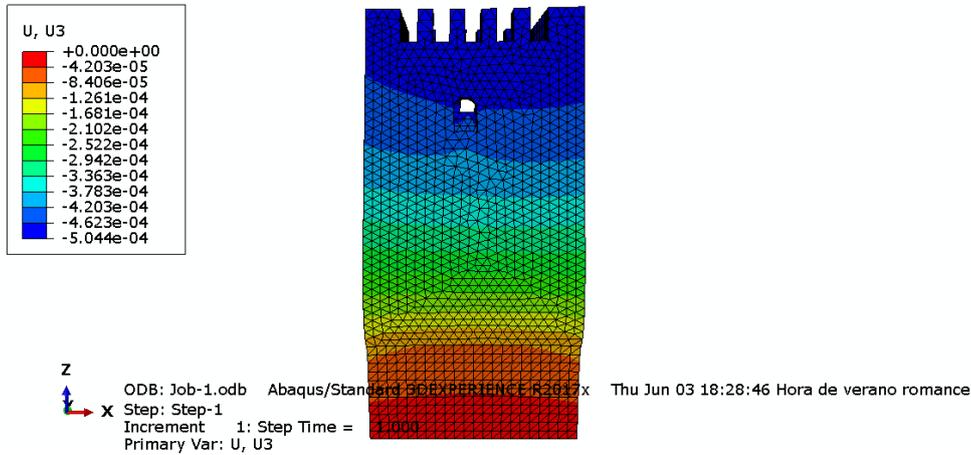


Fig. 11

Estas figuras (Fig. 9, 10 y 11), muestran de manera muy marcada esa gradualidad. Se observa según la variación de color, en la cual se aprecia una horizontalidad bastante clara. Las deformaciones son graduales, siendo máximas en las almenas y mínimas en la base. Esto es debido al gran espesor de los muros y a la relativa ligereza del ladrillo.

Como podemos observar además, en la última figura (Fig. 11) se refleja claramente esa horizontalidad de la que hablamos. Esta gradualidad en parte, es debida a que prácticamente no hay huecos que alteren el comportamiento estructural.

Por otro lado, como ya hemos dicho anteriormente, existen desplazamiento que se generan por la acción del viento. Mostramos también los resultados obtenidos.

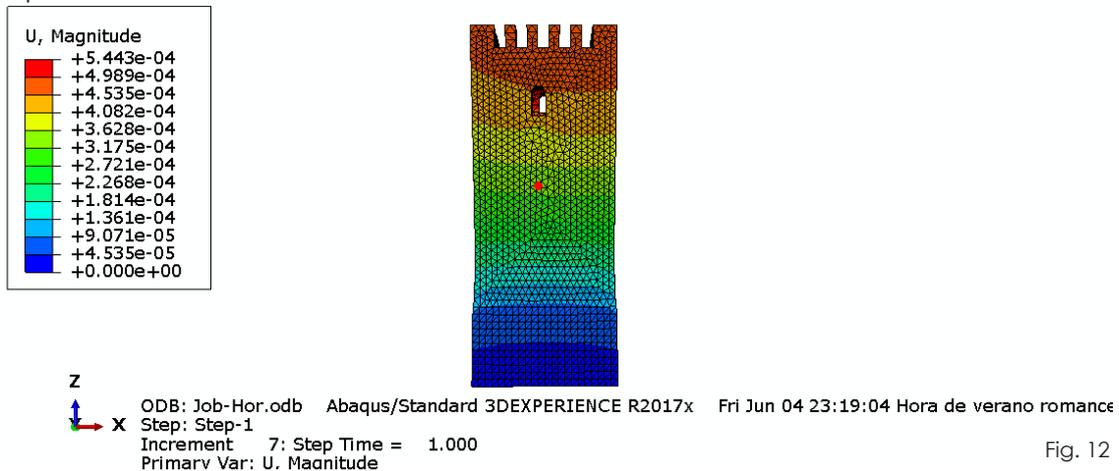


Fig. 12

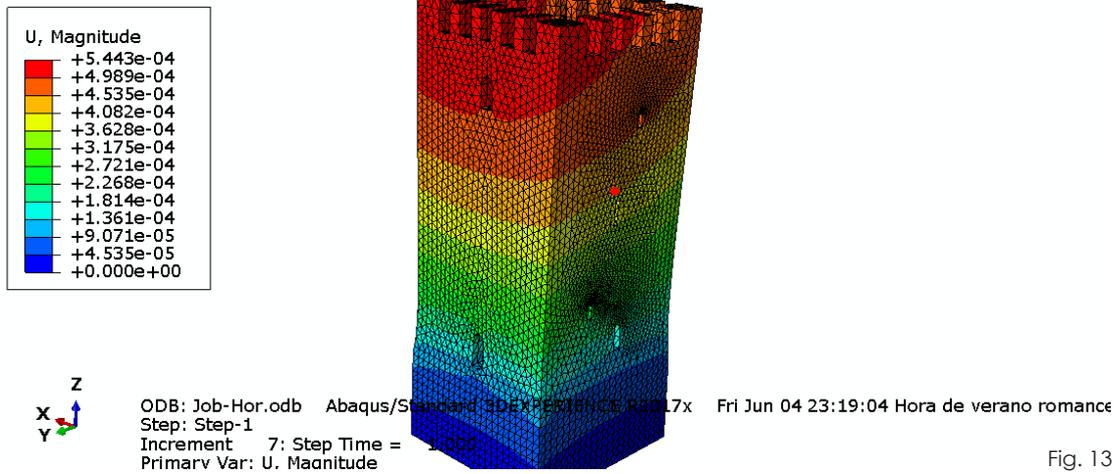


Fig. 13

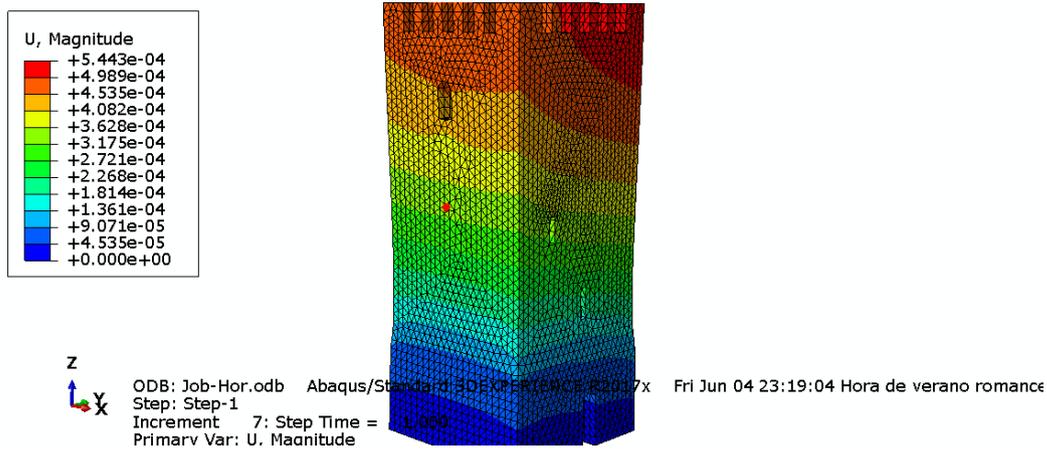


Fig. 14

Como podemos apreciar, los desplazamientos entre cargas gravitatorias y cargas gravitatorias más viento son muy similares. Se percibe que en el caso del viento es algo mayor, pero las diferencias son mínimas entre unos y otros.

La torre presenta un abombamiento presente en todas las figuras anteriores. Se sitúa en la parte correspondiente a las 2/3 partes de esta. Esto es debido a que en esos 2/3 el material constituyente es ladrillo, el cual es mucho más deformable que la piedra situada en la base.

Esto se produce como comentamos, por el hecho de que tenemos dos materiales distintos configurando la estructura de la torre, y cuyas rigideces son muy distintas, lo que genera grietas y fisuras en toda la superficie. Se aprecia una gran grieta en el alzado 4 que es producida por este abombamiento.

### 07.5.2. Análisis de tensiones

Debido al gran espesor de los elementos estructurales, éstos están trabajando a una tensión inferior a su tensión última. Por lo que no se estiman que se presenten grietas de origen estructural, y las actuales corresponden a la degradación de los materiales.

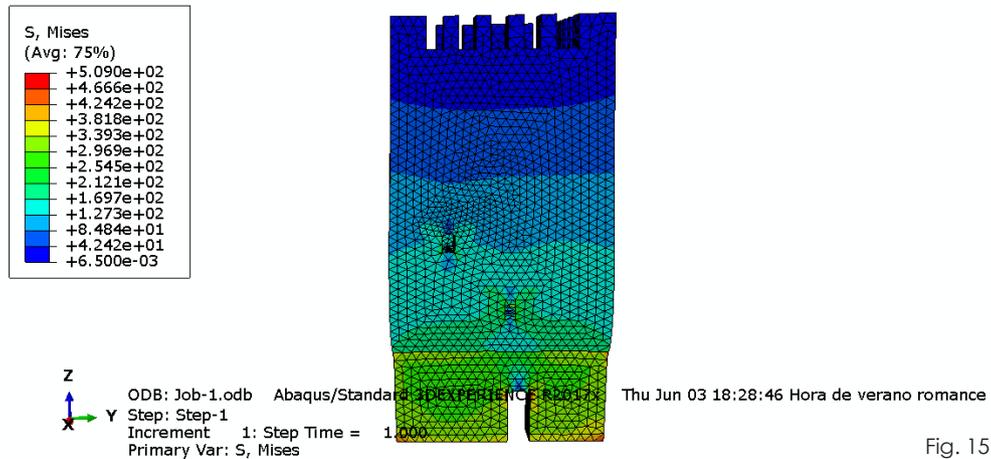


Fig. 15

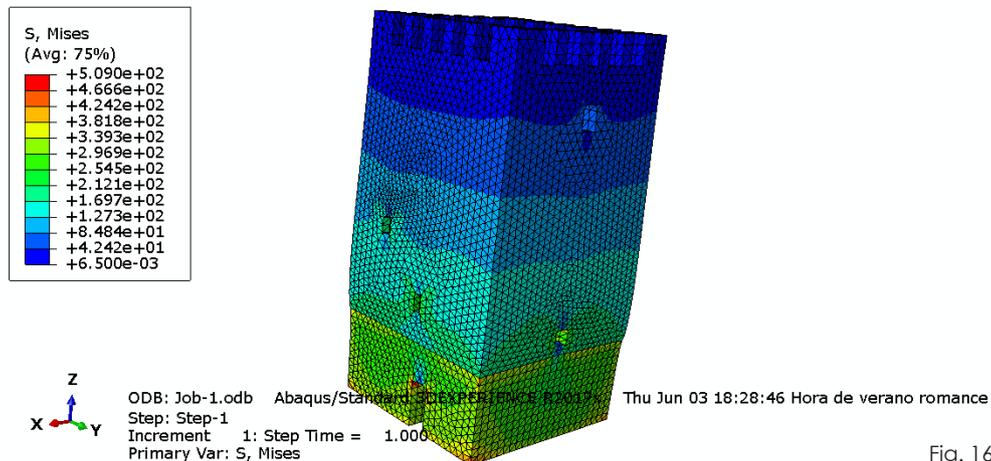


Fig. 16

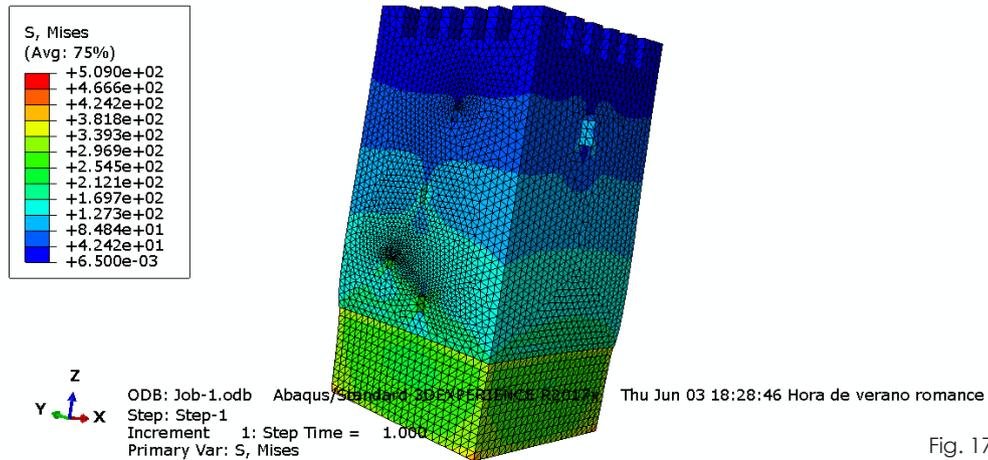


Fig. 17

Las figuras representan la tensión total que actúa en cada punto de la torre. Como es lógico, las tensiones crecen desde la cúspide, las almenas, hasta la base, siendo los valores máximos en la base de 500 KN/m<sup>2</sup>. Estos valores están en la base y fundamentalmente en las esquinas de la base, lo cual es lógico, ya que la base carga con toda la estructura.

Se observan dos zonas claramente diferenciadas. La zona de ladrillo que, al ser menos rígida, sus tensiones son menores, siendo la tensión máxima en esa zona de 200KN/m<sup>2</sup>. En cambio, se observa una zona con colores verdes, amarillos y algunos rojos, que corresponden a las zonas más tensionadas y se corresponden con la parte hecha de mampostería de piedra.

A la vista de estos resultados, no se llega al límite de rotura de los materiales. El material ladrillo, trabaja a  $200/15.000 \times 100 = 1.33\%$ . Es decir, trabaja al 1.33% de la máxima tensión que es capaz de aguantar, mientras que la piedra trabaja a  $500/80.000 \times 100 = 0.6\%$ , esto es un signo que justifica su supervivencia a lo largo del tiempo.

Los constructores de las torres nazaríes no sabían de números. Su conocimiento estaba basado en la transmisión de conocimientos de maestros a discípulos.

La experiencia demostraba que, si se construía una torre de muros de gran espesor con una altura relativamente reducida, esta iba a pervivir en el tiempo. Mediante estos cálculos, se observa, que las torres estaban muy sobredimensionadas estructuralmente,

Por último, y para finalizar, mostramos los análisis de tensiones generados por la acción del viento.

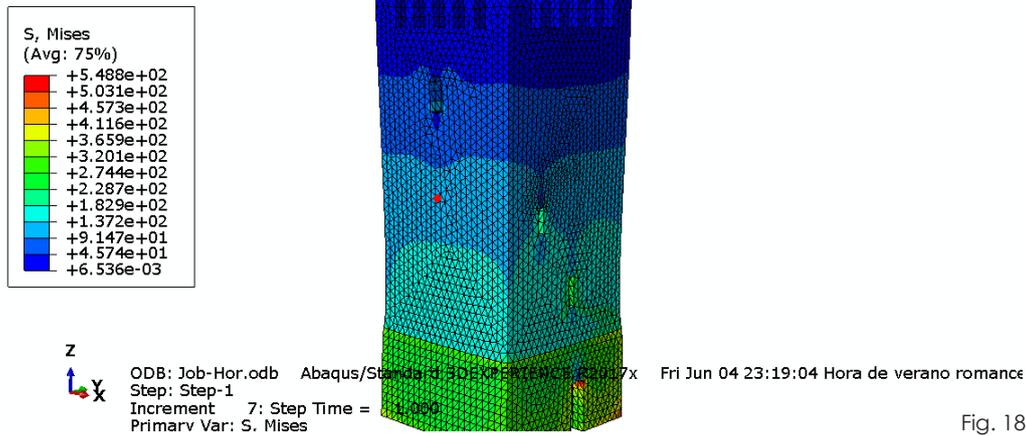


Fig. 18

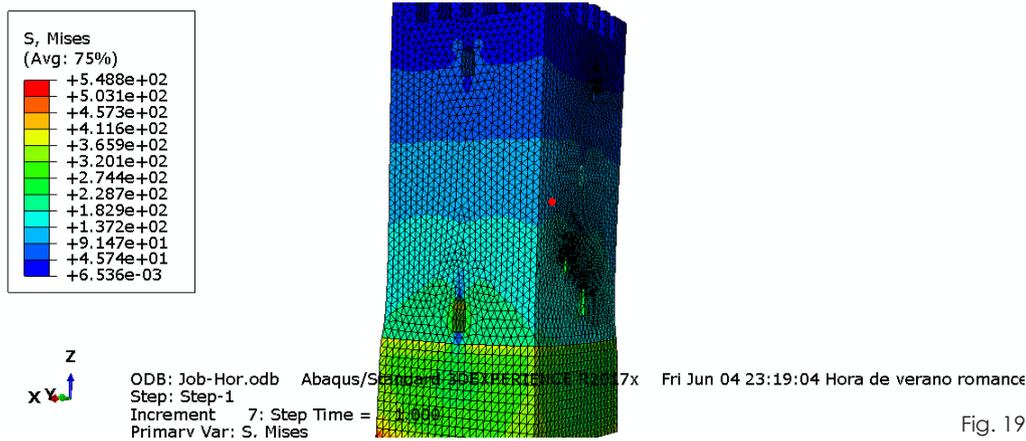


Fig. 19

Como podemos apreciar, el viento incrementa las tensiones pero no provoca la rotura. Concluyendo con los resultados, la torre no llega a rotura. Es capaz de soportar las cargas que se le aplican sin romper.

[41] Todos los resultados proporcionados, correspondientes a las Fig. 1-19, han sido generados con el programa de cálculo Abaqus.

## 07.6. Hipótesis de cálculo sobre la altura máxima permitida

Para ir finalizando, realizamos una serie de cálculos que nos permiten averiguar cuál sería la altura máxima permitida en la torre teniendo en cuenta lo siguiente.

Como hemos comentado anteriormente, tan sólo un porcentaje bajo de torres han sobrevivido.

La causa principal es la inestabilidad. Otras causas que propician su vuelco son el viento, el sismo, asientos del suelo, etc.

Por ello, vamos a realizar una hipótesis sobre la altura que podría tener la torre de Ortegícar para que esta volcara. Ya se ha comentado que el factor principal por el que esta torre aún se conserva, es por los muros tan gruesos que la componen.

Además, su altura es relativamente baja comparada con la altura de otras torres contruidas en su fecha.

Vamos a realizar tres cálculos distintos atendiendo a los tres factores principales: resistencia, estabilidad al vuelco y estabilidad por hundimiento.

**CASO 1.** Cálculo por resistencia. ¿Qué altura máxima se puede alcanzar si la tensión de rotura del material es de 15000kN/m<sup>2</sup>?

- Datos:

Lado; 8,4m

Espesor; 1.20m

Densidad del ladrillo; 14 kN/m<sup>3</sup>

- Igualando el peso de la torre a su sección resistente se obtiene:

$$H \times \text{densidad} \times 4 \times e \times (B-e) = \text{resistencia} \times 4 \times e \times (B-e)$$

Se obtiene  $H_{\max} = 1071,45 \text{ m}$

**CASO 2.** Cálculo por estabilidad al vuelco. ¿Qué altura máxima se puede alcanzar si la tensión de rotura del material es de 15000kN/m<sup>2</sup>?

- Datos:

Lado; 8,4m

Espesor; 1.20m

Densidad del ladrillo; 14 kN/m<sup>3</sup>

Supongamos sometida a una carga horizontal distribuida de  $w = 1 \text{ kN/m}^2$  (viento) .

- Igualando el momento del peso propio al momento producido por el viento:

$$H \times \text{densidad} \times 4 \times e \times (B-e) \times B/2 = B \times H \times H/2 \times w$$

Se obtiene  $H_{\text{max}} = 483,84 \text{ m}$

**CASO 3.** Cálculo por estabilidad al hundimiento. ¿Qué altura máxima se puede alcanzar si la tensión de rotura del material es de 15000kN/m<sup>2</sup>?

- Datos:

Suelo; 2500 kN/m<sup>2</sup>

Densidad piedra; 21,5 kN/m<sup>3</sup>

La tensión que transmite al suelo es  $\sigma = \frac{P}{S} = H\rho$

Luego  $H_{\text{max}} = \frac{\sigma}{\rho}$

Para un suelo de resistencia 2500 kN/m<sup>2</sup> y material de la torre de peso específico 21,5 kN/m<sup>3</sup>

Se obtiene  $H_{\text{max}} = 116,28 \text{ m}$

[41] Bravo Pareja, R. (2019). Apuntes Torres y Agujas para Máster Habilitante en Arquitectura. Curso 2019-2020. Universidad de Granada. (no publicado).

08

CONCLUSIONES

El TFG ilustra la aproximación compleja a las diferentes fases cognoscitivas necesarias en los Estudios Previos a todo proyecto de Restauración.

El objetivo primario ha sido constatar la forma de gestionar correctamente los ensayos preliminares desde el punto de vista histórico, analítico, constructivo y estructural. Todo ello, me ha permitido conocer la torre mediante el concepto de [diagnóstico integrada], cuya finalidad es conservar al máximo la materialidad y los valores arquitectónicos de la torre.

Se ha utilizado conjuntamente el análisis histórico-paisajístico e histórico-crítico, afrontando también la sistematización en la representación de la degradación de materiales y estructura de la fortificación.

Aspecto importante de este trabajo ha sido el conocimiento de la degradación de la geometría, así como los problemas de tipo estructural.

Coherentemente, con una cultura de la conservación, he tratado de delinear la importancia que en el campo de la Restauración y la Conservación constituye para una arquitecta la coordinación de todos los aspectos que confluyen en aquello que concebimos como los Estudios Previos.

Para finalizar con este último apartado, considero necesario aclarar una cuestión bastante importante, y es que una vez concluido todo el proceso, y cumplidos los objetivos que en principio se planteaban, estos se han justificado de manera satisfactoria mediante aquellos planos, fotoplanos y distintos análisis que se han considerado adecuados para el estudio del estado actual en el que se encuentra la torre.

Se ha proporcionado toda la información gráfica necesaria para llevar a cabo el posterior análisis de las patologías y degradaciones que afectan en mayor manera a la estructura de la torre hoy en día. Se han realizado planos acotados para entender la composición de la torre.

Posteriormente, gracias a las distintas visitas realizadas al lugar y la toma de datos se han podido generar unos ortoplanos muy claros sobre los suelos y techos que componen la torre, ayudando así a la comprensión del estado interior del conjunto; y gracias a estos ortoplanos se ha podido desarrollar su levantamiento crítico real, llegando a la conclusión de que está muy deteriorada, con la presencia de notables fisuras y grietas, pero atendiendo a una estructura interna estable.

Por otro lado, se ha observado como la torre, ha manifestado un deterioro evidente desde la última intervención realizada en 2006 hasta la actualidad, lo cual queda ejemplificado en la documentación gráfica aportada.

Esto se ha conseguido mediante la realización de secciones constructivas para entender su comportamiento, así como distintos diagramas, los cuales nos permiten obtener imágenes claras sobre los análisis estructurales que en ella se producen, como son los desplazamientos, tensiones producidas por factores determinantes como son las cargas gravitatorias y el viento.

Tras todos ellos, se ha llegado a la conclusión de que la torre se encuentra en un estado estructural favorable, en el que los desplazamientos son mínimos, no llegando al milímetro en las zonas más desfavorables como son las almenas, y con unas tensiones que no comprometen sus estabilidad.

Se ha comprobado como la acción del viento incrementa esas tensiones, ya que la torre está expuesta a la interperie, pero aún así la estructura está bastante lejos de llegar a la rotura.

Considero que mi trabajo puede ser una aportación importante para dar a conocer este espacio, que actualmente tan solo es conocido por los habitantes del entorno más cercano, por su falta de conocimiento y falta de estudios sobre la zona.

Desde mi punto de vista, se trata de un trabajo bastante complejo y que aporta un entendimiento claro a los que no conocen el lugar.

Por otro lado, en cuanto a la limitaciones principales que me ha ocasionado este trabajo, han sido las restricciones que tuve durante las primeras visitas a Cañete, ya debido a la situación que había en Andalucía por la Pandemia, me fue complicado realizar desplazamientos para las consultas para toma de datos e información necesaria.

En definitiva, se trata de un proyecto donde se pueden vislumbrar estos aspectos mencionados anteriormente, y donde el objetivo principal ha sido dar a conocer este lugar con la intención de que aquellos espacios ocultos puedan ser conocidos por todos.

De esta manera, lo que se pretendía ha sido eso, además de dar la visibilidad necesaria para todo aquel que quiera leerlo.

09

BIBLIOGRAFÍA

## 09. Bibliografía

Bardeschi, M. D., Gioeni, L., Cattaneo, C., Conti, C., Guillerme, J., Martelli, D., & Victor, H. H. (2004). *Restauro: due punti e da capo*. F. Angeli.

BARTOLI, G., BETTI, M., GALANO L., POSI, L. ZINI, G. (2016). *Analisi del rischio sismico di una torre medioevale in Muratura*, Università di Firenze. (Elaboración estudiantes Universidad de Florencia).

BRANDI, (1963). *Cesare. Teoría del Restauro*. Ed. Alianza forma. Torino.

BRANDI, C. (1977). *Teoría del restauro*. Torino: Giulio. Einaudi editore.

Conoceris, la importancia de nuestro Patrimonio Cultural. (2017).  
<https://www.conoceris.com/tag/patrimonio/>

De Venecia, C. (1964). *Carta Internacional sobre la Conservación y la Restauración de Monumentos y Sitios*. In *II Congreso Internacional de Arquitectos y Técnicos de monumentos históricos*.

Dezzi Bardeschi, M. (2005). *Conservar, no restaurar*. Hugo, Ruskin, Boito, Dehio et al. *Breve historia y sugerencias para la conservación en este milenio*. Loggia, *Arquitectura & Restauración*, (17), 16-35.

ESTEBAN CHAPAPRIA, Julián. *Estudios previos a la restauración de monumentos*, recogido en FERNÁNDEZ MUÑOZ, Ángel L. director. *Restauración arquitectónica*. Ed. Universidad de Valladolid. Valladolid, 1991. pp. 159- 176. /

GALLECO ROCA, J. *Estudios Previos. Laboratorio de Restauración Arquitectónica (LRA)*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Granada. (sin publicar)

GALLEGO ROCA, J. *Ficha de diagnóstico Torre de Ortegícar, conjunto histórico* (sin publicar)

GALLEGO ROCA, J. (2006) *Torre de Ortegícar descripción*. (sin publicar)

GALLEGO ROCA, J. (2012). *Torres Bermejas: Conserving the Past*. *Rammed Earth Conservation*, 33.

GALLEGO ROCA, J. (2012). *Patologías y degradaciones Torres Bermejas*.

GALLEGO ROCA, J. (2017). *La cultura de la restauración arquitectónica en los umbrales del siglo XXI*. *Discurso de apertura*, Universidad de Granada, curso académico 2017-2018. Granada: Universidad de Granada.

GARCÍA PULIDO, L.J. , RUIZ JARAMILLO, J. *Las torres conservadas en el territorio de Vélez- Málaga*.

GRANDE, S., *Modellazione numerica di torri in muratura: la torre Astesiano ad Alba*.

GUTIÉRREZ, Ramón. (1997). Las fuentes históricas y la heurística. Teoría e Historia de la restauración. Máster de Restauración y Rehabilitación del Patrimonio. pp. 172- 179. /

GUTIÉRREZ, Ramón. Op. cit. pp. 172- 179.

GUTIÉRREZ, R. y VIÑUALES, G. M. (1997). La documentación histórica y la restauración arquitectónica. En Teoría e Historia de la restauración. Máster de Restauración y Rehabilitación del Patrimonio. pp. 190- 199. /

HUMANES, A. (1994). Restauración arquitectónica: el diálogo entre lo antiguo y lo nuevo. Arquitectura: Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM), (299), 8-11.

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, Junta de Andalucía. Mapas topográficos, (1037), (2-2) (2-3) (2-4) (3-2) (3-3) (3-4)

ISTRUZIONE, M. D. P. (1972). Carta del Restauro 1972. Circolare Ministero della Pubblica Istruzione, Roma, (117).

LILIAN M. (2017). Técnicas para un levantamiento arquitectónico. Revista oblicua, 11, 19-27.

MARINO, Luigi. Il progetto di restauro. Ed. Alinea. Florencia, 1981. /

MONTIJANO GARCÍA, J. (1996). Arquitectura de las grandes explotaciones agrarias del sur de la provincia de Málaga.

Ortegícar, Cañete la Real. Google Earth, (07/ 07/ 2018)  
[https://earth.google.com/web/search/ortegicar/@36.92113195,-4.9597613,472.47529883a,-82436001722d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCTB9hRg1AzVAETB9hRg1AzXAGS8bHpyxe-0NAISAoOJbZ90\\_A](https://earth.google.com/web/search/ortegicar/@36.92113195,-4.9597613,472.47529883a,-82436001722d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCTB9hRg1AzVAETB9hRg1AzXAGS8bHpyxe-0NAISAoOJbZ90_A)

PARENTI, Roberto. Op. cit. pp. 258- 269.

PARENTI, Roberto. (1993- 1994). La edificación histórica, la estratigrafía mural y la transcripción de las fuentes documentales.

Cuadernos de la Alhambra Nº 29- 30. Patronato de la Alhambra. Granada. pp. 57- 65. /

PÉREZ AMUCHASTEGUI, A. y CASSANI, J.L. (1997). Metodología de la investigación histórica, la heurística y la clasificación de fuentes. En Teoría e Historia de la restauración. Máster de Restauración y Rehabilitación del Patrimonio. pp. 180- 189.

ROCCHETTI, E. (2012). La torre civica di ravenna: evoluzione delle condizioni di vulnerabilità sismica, Università di Bologna. (Elaboración estudiante Universidad de Bolonia).

TORRES BALBÁS, L. (1919). Legislación, inventario gráfico y organización de los monumentos históricos y artísticos de España. En Actas del VIII Congreso Nacional de Arquitectos (pp. 3-89). Zaragoza: Tipografía de Salvador.

- SANPAOLESI, Piero. (1977). *Discorso sulla metodologia generale del restauro dei monumenti* Ed. Edam. Firenze.
- SANPAOLESI, R (1980). *Discorso sulla metodologia generale del restauro dei monumenti*. Firenze: Editrice Edam.
- Torre alquería y puente de Ortegícar, Cañete la Real (Rincón Singular). [https://www.malaga.es/es/turismo/patrimonio/lis\\_cd-5109/torre-alqueria-puente-ortegicar-canete-real-rincon-singular](https://www.malaga.es/es/turismo/patrimonio/lis_cd-5109/torre-alqueria-puente-ortegicar-canete-real-rincon-singular)
- TORRES BALBÁS, L. (1931). *Proyecto de restauración de la Torre de Comares*, Archivo del Patronato de la Alhambra y Generalife, Expediente APAG 2000/038.
- VALLE P. (2011). *Restauro e consolidamento statico della Porta e della Torre dell'Orologio Primo lottofunzionale. Progetto definitivo–esecutivo. Relazione generale tecnica e specialistica*. Venezia.
- VILAR SÁNCHEZ, J.A. (2016). *Murallas, torres y dependencias de la Alhambra. Una revisión de los avatares sufridos por las estructuras poliorcéticas y militares de la Alhambra*, La biblioteca de la Alhambra, Ed. Comares y Patronato de la Alhambra y Generalife, Granada.
- VILLEGAS, D., CÁMARA PÉREZ, M., & COMPÁN CARDIEL, V. J. (2014). *Análisis estructural de la torre del homenaje de la Alhambra de Granada (España)*. *Informes de la Construcción*, 66 (Extra-1), 1-8.