



Escuela
Politécnica
Superior

Estudio-diagnóstico de fachadas de edificios catalogados de Alicante mediante termografía



Grado en Arquitectura Técnica

Trabajo Fin de Grado

Autora:
Berenice Aguilar Sánchez

Tutor/es:
Juan Carlos Pérez Sánchez
Beatriz Piedecausa García

Julio 2016



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

A. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Actualmente, “*calentamiento global*” y “*cambio climático*” son dos conceptos que se escuchan a diario en las noticias y que ya están teniendo consecuencias evidentes sobre el planeta, tales como el aumento medio de la temperatura global, la subida del nivel del mar o el agotamiento de recursos energéticos.

La preocupación por éste último en particular no es algo novedoso ya que ha ido en aumento desde la creación del Protocolo de Kioto en 1997, y durante el transcurso de los años ha ido a más tanto a nivel europeo como nacional, donde se ha intentado llevar a cabo gran cantidad de planes de ahorro y eficiencia energética que afectan a los diferentes sectores, siendo de especial interés aquellos que derrochan mayor cantidad de energía, estando la construcción entre ellos. El gran revés que se ha llevado este sector debido a la crisis del ladrillo en España, ha servido, en parte, para recapacitar e intentar construir de una manera menos agresiva y más racional aprovechando los recursos de los que se disponen, sin llegar a su explotación masiva, y de orientar el sector hacia la rehabilitación de las edificaciones existentes, cuyo gran potencial de ahorro energético es más que evidente y comienza a tener un gran peso en el marco normativo español. Claro ejemplo de ello es el Proyecto Europa 2020 en el que se contemplan 5 objetivos, de los cuales tres de ellos tienen como protagonista la sostenibilidad energética y el aumento de las energías renovables. Por otro lado, el Real Decreto 235/2013¹ que regula, y hace obligatorio, el procedimiento de certificación energética en edificaciones existentes. Es más, con la llegada del Informe de Evaluación de Edificios (IIE), las actuaciones sobre la envolvente térmica y su mejora contemplan a las edificaciones posteriores a 1.981, un gran grupo de inmuebles entre los que se encuentran las edificaciones que se estudian en este trabajo, las catalogadas. Se ha de tener en cuenta que son inmuebles con 50 años o más de antigüedad, construidos con los materiales propios de la época, sin una normativa que regulase las condiciones higrotérmicas y totalmente dependientes del nivel de mantenimiento que los propietarios hayan podido darles, por lo que exigen un estudio más exhaustivo de su composición y estado actual, además de limitar las actuaciones de mejora de la envolvente, en comparación a sus contemporáneos sin catalogar,

1 ESPAÑA. MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA. *Real Decreto 235/2.013 por el que se transpone la Directiva 2.010/31/UE*

debido al nivel de protección que se les haya asignado y que puedan modificar la apariencia estética de su fachada.

Siendo así, el catalogo de Bienes y Espacios Protegidos de cada Ayuntamiento sirve como una guía para conocer una gran cantidad de datos acerca de ellos y que, si se trasladan a un entorno como es el de un Sistema de Información Geográfica (S.I.G.) la cantidad de análisis y conclusiones que se pueden extraer de ellos es infinita, desde realizar mapas temáticos según su año de construcción, dividir las edificaciones según el tipo de fachada o clasificarlos según su uso actual.

Por otro lado, el empleo de la termografía infrarroja como herramienta auxiliar, a la hora de realizar una caracterización térmica de la envolvente de este tipo edificaciones, tiene la ventaja de ser una técnica a distancia y no invasiva, por lo que la fachada no se vería afectada en modo alguno para la obtención de datos sobre su comportamiento térmico, pudiendo evidenciarse puentes térmicos, falta de aislamiento e incluso defectos de construcción.

El estudio de edificaciones de gran antigüedad, y que forman parte de la tradición constructiva de Alicante, mediante el uso de la termografía infrarroja han sido los motivos principales por los que la autora se ha decantado a la hora de la redacción del presente Trabajo de Fin de Grado. Cabe destacar la oportunidad de proponer una rehabilitación energética acorde a los resultados obtenidos en los termogramas, que eviten el consumo masivo de energía, y el desarrollo de análisis según diferentes atributos que permiten aplicar los conocimientos que se han ido adquiriendo a lo largo de los años durante el estudio del Grado en Arquitectura Técnica.

B. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a mi familia. A mis padres, por enseñarme que la constancia y la dedicación son la mitad de un trabajo bien hecho y que la humildad y las buenas maneras son las que realmente te abren puertas; a mi hermana mayor, Leyre, por estar ahí en todo momento y por ser uno de los mejores ejemplos que tendré en mi vida; a mi cuñado, Jaime, por las incontables horas que ha pasado paseando conmigo por Alicante, a la caza de edificios catalogados para convertirlos en los protagonistas de este Trabajo de Fin de Grado y por la paciencia y dedicación de la que ha hecho gala cuando he necesitado cualquier cosa. La mitad de este proyecto es tuya. *¡Co-co!*

A mis compañeros y compañeras de clase. En general a todos con los que he podido compartir una mesa o con los que he tenido la oportunidad de realizar un trabajo en grupo; en particular a dos compañeras de clase que se han convertido en dos grandes apoyos durante mis últimos años de estudio. A Olga, por estar siempre ahí, por su amabilidad, motivación e interés ante cualquier duda ya fuera académica o personal. A Patricia, la persona más trabajadora y con más energía que me he podido topar en toda la carrera, por la motivación y las ganas que le pone a todo los aspectos de la vida. Gracias chicas.

Por supuesto, a mis dos tutores Juan Carlos Pérez y Beatriz Piedecausa que me han guiado al inicio, durante y al final de la redacción de este Trabajo de Fin de Grado. Por las continuas muestras de ánimo, los consejos y sabias palabras que vienen de muchos años de experiencia. También a Joaquín López que me ha aconsejado en todo lo posible respecto a termografía infrarroja y al análisis de los termogramas. Por otro lado, a todos aquellos profesionales de la construcción que, en algún que otro momento, han sido mis profesores, sobre todo a aquellos que han sabido despertar las ganas de aprender y de ser mejor Arquitecta Técnica en los años venideros. A los miembros del Archivo Municipal de Alicante: Susana, Agustín, Santiago y Elvira. Me han ayudado en gran manera en la fase de documentación del presente Proyecto, también me han guiado y me han facilitado gran cantidad de saber para poder buscar con mejores resultados dicha documentación. Y por último, a los propietarios de los edificios estudiados, que me han facilitado el acceso a sus viviendas con toda la amabilidad del mundo.

“We are the choices we make”

(Somos lo que elegimos)

The knife of never letting go, The Chaos Walking Trilogy.

Patrick Ness.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | Pág. |
|--|------|
| A. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO..... | 1 |
| B. AGRADECIMIENTOS | 3 |
| 1. ÍNDICE..... | 10 |
| 1.1. FIGURAS..... | 10 |
| 1.2. TABLAS..... | 16 |
| 1.3. ECUACIONES..... | 16 |
| 2. INTRODUCCIÓN | 17 |
| 3. OBJETIVOS | 19 |
| 3.1. OBJETIVO PRINCIPAL | 19 |
| 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 19 |
| 4. METODOLOGÍA..... | 21 |
| 4.1. SELECCIÓN DE EDIFICIOS A ESTUDIAR..... | 21 |
| 4.2. BÚSQUEDA EN FUENTES DE INFORMACIÓN | 22 |
| 4.3. VISITAS A LOS EDIFICIOS..... | 24 |
| 4.3.1. Edificio en calle San Nicolás nº14..... | 24 |
| 4.3.2. Edificio en calle Médico Manero Mollà nº13 | 24 |
| 4.4. TOMA DE DATOS | 25 |
| 4.4.1. Estudios estadísticos de tipologías de fachadas en Alicante | 25 |
| 4.4.2. Toma de datos en las edificaciones..... | 26 |

| | |
|--|----|
| 4.4.3. Toma de termografías | 27 |
| 4.5. ANÁLISIS DE DATOS | 28 |
| 4.5.1. Análisis estadístico de fachadas a partir de sistemas de información geográfica (SIG). 28 | |
| 4.5.2. Análisis de termografías a partir de herramientas informáticas | 30 |
| 4.6. CONCLUSIONES | 31 |
| PARTE I: DESARROLLO TEÓRICO | |
| 5. MARCO TEÓRICO | 33 |
| 5.1. TERMODINÁMICA | 34 |
| 5.1.1. Calor y temperatura. Principios básicos de la termodinámica | 34 |
| 5.1.2. Propagación del calor. Mecanismos..... | 35 |
| 5.2. APROXIMACIÓN A LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA | 43 |
| 5.2.1. Introducción. Radiación infrarroja | 43 |
| 5.2.2. Termografía infrarroja (TIR) | 44 |
| 5.2.3. Clasificación..... | 45 |
| 5.2.4. Ventajas de la termografía infrarroja..... | 45 |
| 5.3. LA CÁMARA TERMOGRÁFICA | 46 |
| 5.3.1. Funcionamiento y composición | 46 |
| 5.3.2. Tipos de análisis | 47 |
| 5.3.4. Cómo hacer un termograma. Conceptos básicos | 48 |
| 5.3.5. Tratamiento de imágenes mediante programas informáticos | 53 |
| 6. ESTADO DE LA CUESTIÓN | 55 |

| | |
|---|----|
| 6.1. FACHADAS Y EFICIENCIA ENERGÉTICA | 56 |
| 6.1.1. Normativa de referencia | 56 |
| 6.1.2. Guías y publicaciones de apoyo | 57 |
| 6.1.3. Trabajos académicos | 58 |
| 6.1.4. Otras plataformas..... | 58 |
| 6.2. TERMOGRAFÍA INFRARROJA APLICADA AL ANÁLISIS DE LA EDIFICACIÓN..... | 59 |
| 6.2.1. Introducción | 60 |
| 6.2.2. Termografía infrarroja aplicada a la edificación..... | 61 |
| 6.2.3. Normativa..... | 65 |
| 6.2.4. Guías y publicaciones de apoyo | 66 |
| 6.2.5. Trabajos académicos | 66 |
| PARTE II: DESARROLLO PRÁCTICO | |
| 7. CARACTERIZACIÓN TÉRMICA DE EDIFICIOS CATALOGADOS EN ALICANTE..... | 70 |
| 7.1. EDIFICIOS CATALOGADOS | 71 |
| 7.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE | 75 |
| 7.3. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN | 76 |
| EDIFICACIÓN 1: SAN NICOLÁS, 14 | 77 |
| 7.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES..... | 78 |
| 7.4.1. Emplazamiento, orientación y zona climática..... | 78 |
| 7.5. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA..... | 79 |
| 7.6. DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA | 80 |

| | |
|--|-----|
| 7.6.1. Estructura | 80 |
| 7.6.2. Fachadas y cerramientos..... | 82 |
| 7.6.3. Cubiertas | 86 |
| 7.6.4. Carpinterías | 88 |
| EDIFICACIÓN 2: MÉDICO MANERO MOLLÀ, 13..... | 93 |
| 7.7. CARACTERÍSTICAS GENERALES | 94 |
| 7.7.1. Emplazamiento, orientación y zona climática..... | 94 |
| 7.8. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA..... | 95 |
| 7.9. DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA | 95 |
| 7.9.1. Estructura | 95 |
| 7.9.2. Fachadas y cerramientos..... | 96 |
| 7.9.3. Cubierta | 98 |
| 7.9.4. Carpinterías | 100 |
| 8. DIAGNÓSTICO DE FACHADAS MEDIANTE TERMOGRAFÍA | 103 |
| 8.1. PROPUESTA DE METODOLOGÍA..... | 103 |
| 8.1.1. Actuaciones previas..... | 103 |
| 8.1.2. La visita al inmueble | 104 |
| 8.2. EL EXAMEN TERMOGRÁFICO | 106 |
| 8.3. ANÁLISIS DE LAS TERMOGRAFÍAS | 107 |
| 8.4. CERTIFICACIÓN Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA..... | 112 |
| 9. CONCLUSIONES | 122 |

| | |
|--|-----|
| 10. BIBLIOGRAFÍA | 127 |
| 10.1. Libros, artículos y otras publicaciones | 127 |
| 10.2. Trabajos académicos | 129 |
| 10.3. Normativa..... | 131 |
| 10.4. Páginas web..... | 134 |
| 10.5. Otras plataformas | 136 |
| 11. ANEXOS | 137 |
| ANEXO A. Planos de Edificación C/San Nicolas nº14 | 137 |
| ANEXO B. Planos de Edificación C/Médico Manero Mollà nº13..... | 137 |

1. ÍNDICE

1. 1. FIGURAS

Pág.

| | |
|--|----|
| Figura 1: Fachada principal Edificio 1 | 22 |
| Figura 2: Fachada principal Edificio 2 | 22 |
| Figura 3: Cámara de Comercio e Industria. Ayto. de Alicante | 23 |
| Figura 4: Archivo Histórico Municipal de Alicante | 23 |
| Figura 5: Alzado fachada original. San Nicolás nº 14 | 26 |
| Figura 6: Alzado y planta originales. Médico Manero Mollà, nº 13 | 26 |
| Figura 7: Uso de la cámara termográfica durante el estudio..... | 27 |
| Figura 8: Tabla con datos de edificios catalogados..... | 29 |
| Figura 9: Tabla de atributos en el entorno de Geomedia | 29 |
| Figura 10: Vista de atributos en Geomedia..... | 29 |
| Figura 11: Entorno del Programa FLIR Quick Report 1.2..... | 30 |
| Figura 12: Transferencia de calor mediante conducción | 34 |
| Figura 13: Transmisión de calor en viviendas | 34 |
| Figura 14: Transferencia de calor mediante conducción | 36 |
| Figura 15: Radiación incidente | 39 |
| Figura 16: Radiación saliente | 39 |

| | |
|--|----|
| Figura 17: Resumen métodos de transmisión del calor..... | 41 |
| Figura 18: Presencia de humedades en techo | 42 |
| Figura 19: Espectro electromagnético. Ubicación infrarrojo. | 43 |
| Figura 20: Clasificación de los infrarrojos | 44 |
| Figura 21: Funcionamiento de una cámara termográfica tipo | 47 |
| Figura 22: Pasos para la determinación de la emisividad mediante termómetro de contacto..... | 49 |
| Figura 23: Determinación de la emisividad mediante la cámara termográfica | 50 |
| Figura 24: Obtención práctica de la temperatura aparente reflejada | 50 |
| Figura 25: Ejemplo de enfoque correcto..... | 51 |
| Figura 26: Ejemplo de enfoque incorrecto..... | 51 |
| Figura 27: Situación del campo en una termografía | 52 |
| Figura 28: Identificación gráfica de campo, rango y nivel..... | 52 |
| Figura 29: Herramienta puntero de medida | 53 |
| Figura 30: Herramienta área de medida | 53 |
| Figura 31: Deficiente colocación de aislamiento de espuma..... | 62 |
| Figura 32: Mala solución encuentro fachada con cubierta..... | 62 |
| Figura 33: Puentes térmicos en fachada..... | 62 |
| Figura 34: Filtraciones de aire por marco de ventana | 62 |
| Figura 35: Humedades en falso techo..... | 63 |
| Figura 36: Humedades en base de cerramiento | 63 |
| Figura 37: Calefacción mediante suelo radiante..... | 63 |

| | |
|--|----|
| Figura 38: Tubería de ACS bajo pavimento | 63 |
| Figura 39: Presencia de plagas en el interior de fábrica | 64 |
| Figura 40: Huecos cegados..... | 64 |
| Figura 41: Ejemplo de ficha 1 | 71 |
| Figura 42: Ejemplo de ficha 2 | 71 |
| Figura 43: Intervenciones permitidas según régimen y nivel de protección | 73 |
| Figura 44: Ubicación San Nicolás, 14..... | 78 |
| Figura 45: Edificio de estudio San Nicolás, 14..... | 78 |
| Figura 46: Planta distribución PB | 79 |
| Figura 47: Distribución planta piso tipo | 80 |
| Figura 48: Sección forjado tipo | 81 |
| Figura 49: Forjado de madera | 81 |
| Figura 50: Apuntalamiento de forjado de planta baja | 82 |
| Figura 51: Grieta en muro de carga en planta baja..... | 82 |
| Figura 52: Sección por fachada principal | 83 |
| Figura 53: Sección de cerramiento en patio | 84 |
| Figura 54: Cerramiento de patio | 84 |
| Figura 55: Fachada principal | 85 |
| Figura 56: Roturas en fachada..... | 85 |
| Figura 57: Estado cerramiento patio 1..... | 85 |
| Figura 58: Estado cerramiento patio 3..... | 85 |

| | |
|---|----|
| Figura 59: Planta cubierta | 86 |
| Figura 60: Cubierta planta..... | 86 |
| Figura 61: Cubierta inclinada | 86 |
| Figura 62: Sección cubierta inclinada..... | 87 |
| Figura 63: Sección cubierta transitable..... | 87 |
| Figura 64: Viga cumbreira y correas..... | 88 |
| Figura 65: Estado actual de cubierta inclinada | 88 |
| Figura 66: Ubicación de patios | 89 |
| Figura 67: Ubicación carpinterías fachada principal | 90 |
| Figura 68: Desarrollo patio 1 | 90 |
| Figura 69: Carpinterías patio 2 y adyacente..... | 91 |
| Figura 70: Carpinterías patio 3 | 91 |
| Figura 71: Carpinterías patio 4 | 91 |
| Figura 72: Ubicación Med. Manero Mollà, 13. En amarillo | 94 |
| Figura 73: Ficha catálogo..... | 94 |
| Figura 74: Planta zaguán | 95 |
| Figura 75: Planta tipo | 95 |
| Figura 76: Sección forjado metálico..... | 96 |
| Figura 77: Forjado entresuelo | 96 |
| Figura 78: Viguetas metálicas en patio | 96 |
| Figura 79: Sección fachada principal PB..... | 97 |

| | |
|---|-----|
| Figura 80: Fachada principal de entresuelo y PP | 97 |
| Figura 81: Cerramiento en hueco de patio | 97 |
| Figura 82: Medianería y fachada..... | 97 |
| Figura 83: Sección cubierta inclinada..... | 98 |
| Figura 84: Lucernario en hueco de ascensor. Vista interior..... | 99 |
| Figura 85: Lucernario en hueco de ascensor. Vista exterior | 99 |
| Figura 86: Detalle alero fachada principal | 99 |
| Figura 87: Detalle alero cerramiento patio | 99 |
| Figura 88: Ubicación carpinterías fachada principal | 100 |
| Figura 89: Ubicación carpinterías cerramientos patio | 100 |
| Figura 90: Doble ventana en P1 | 102 |
| Figura 91: Doble ventana en P3 | 102 |
| Figura 92: Medidor óptico..... | 105 |
| Figura 93: Uso del medidor óptico en vidrio simple | 105 |
| Figura 94: Esquema de actuaciones..... | 106 |
| Figura 95: Termografía 1. Humedades en base de fachada..... | 107 |
| Figura 96: Termografía 2. Humedades en losa de balcón y homogeneidad en fachada | 108 |
| Figura 97: Termografía 3. Irradiación en carpintería | 109 |
| Figura 98: Termografía 4. Humedad en frente de losa de balcón | 108 |
| Figura 99: Termografía 5. Puente térmico viga madera | 110 |
| Figura 100: Termografía 6. Comparativa entre fachada de piedra y fachada de ladrillo cerámico | 110 |

| | |
|--|-----|
| Figura 101: Termografía 7. Fachada homogénea | 111 |
| Figura 102: Termografía 8. Comparativa de acabados | 112 |
| Figura 103: Calificación energética actual de San Nicolás,14 | 113 |
| Figura 104: Cerramiento huecos de patio mejora con XPS..... | 115 |
| Figura 105: Fachada principal PP mejora con XPS | 115 |
| Figura 106:Propuesta de mejora de instalaciones en San Nicolás, 14..... | 116 |
| Figura 107: Comparación entre caso base y caso mejorado en CE3X | 117 |
| Figura 108: Calificación energética actual Médico Manero Mollà, 13..... | 118 |
| Figura 109: Cerramiento patios mejora con XPS | 119 |
| Figura 110: Fachada principal PP mejora con XPS | 119 |
| Figura 111: Propuesta mejora instalaciones Médico Manero Mollà, 13 | 120 |
| Figura 112: Comparación entre caso base y caso mejorado en CE3X | 121 |
| Figura 113: Número de inmuebles según tipología de fachada | 123 |
| Figura 114: Caso San Nicolás nº14. Mejora sólo carpinterías..... | 125 |
| Figura 115: Caso San Nicolás nº14. Mejora sólo instalaciones..... | 125 |
| Figura 116: Caso San Nicolás nº14. Mejora sólo envolvente térmica: fachadas, cerramientos y cubiertas..... | 125 |
| Figura 117: Caso San Nicolás nº14. Mejora de envolvente, carpinterías e instalaciones..... | 126 |

1.2. TABLAS

Pág.

| | |
|---|-----|
| Tabla 1: Carpinterías en fachada principal..... | 90 |
| Tabla 2: Carpinterías en patio 1 | 91 |
| Tabla 3: Carpinterías en patio 2 y adyacente..... | 92 |
| Tabla 4: Carpinterías en patio 3 | 92 |
| Tabla 5: Carpinterías en patio 4 | 92 |
| Tabla 6: Carpinterías fachada principal..... | 101 |
| Tabla 7 Carpinterías cerramientos de patio..... | 101 |

1.3. ECUACIONES

Pág.

| | |
|---|----|
| Ecuación 1: Ley de Fourier | 36 |
| Ecuación 2: Transmitancia térmica | 37 |
| Ecuación 3: Transferencia de calor por convección..... | 37 |
| Ecuación 4: Radiación incidente..... | 39 |
| Ecuación 5: Radiación saliente | 39 |
| Ecuación 6: Factor de emisividad..... | 40 |
| Ecuación 7: Factor de reflexión..... | 40 |
| Ecuación 8: Stefan-Boltzmann para un cuerpo ideal | 41 |
| Ecuación 9: Stefan-Boltzmann para un cuerpo real..... | 42 |

2. INTRODUCCIÓN

La termografía infrarroja es una técnica auxiliar que se puede emplear en gran cantidad de campos para conocer y visualizar las irregularidades térmicas y las fugas energéticas del objeto de estudio. En edificación es de gran utilidad ya que su uso no provoca daños físicos en el elemento que se estudia y no necesita contacto alguno con él para obtener una imagen clara de su envolvente térmica y/o instalaciones funcionan de manera correcta. Su uso en viviendas supone una ayuda extra para conocer qué puntos o zonas presentan irregularidades térmicas y, por lo tanto, en cuáles de ellos se precisa una mayor atención.

El presente trabajo consiste en aplicar la termografía infrarroja para el estudio de las fachadas de los edificios que se encuentran catalogados en la ciudad de Alicante, permitiendo la detección de posibles pérdidas energéticas y puentes térmicos en dichos edificios. Con las imágenes térmicas obtenidas, se procederá a una evaluación y análisis de las mismas y se propondrá una mejora constructiva, ya sea total o por partes. De esta forma el trabajo se ha dividido en dos apartados bien diferenciados, ya sea por carácter informativo y por carácter práctico.

El primero de ellos hace referencia a la parte teórica de la termografía infrarroja con un breve resumen de su evolución a lo largo del tiempo, haciendo especial hincapié en los conceptos básicos de calor y temperatura, que aportan los conocimientos necesarios para su posterior aplicación en la parte práctica. También se incluye una visión global de esta técnica en el sector de la construcción, la normativa a aplicar, así como los pasos a seguir para el análisis e interpretación de las imágenes obtenidas.

El segundo bloque engloba el contenido práctico del documento, en el que se aplica lo expuesto en la primera parte. Para el caso particular de los edificios catalogados en la ciudad de Alicante, se realiza un análisis estadístico a través de un Sistema de Información Geográfica que permite conocer datos como el nivel de protección predominante o el tipo de fachadas más común y que, además, ha servido como justificación de la elección de las dos edificaciones que sirven de ejemplo en el estudio. De ambas, se realiza una descripción de sus características

constructivas y materiales empleados y se lleva a cabo un diagnóstico de sus fachadas y puntos singulares mediante el uso de la termografía. Finalmente, se realiza una propuesta de mejora de su envolvente, ayudada por el programa de certificación energética CE3X, que minimice el consumo de energía y promueva el ahorro energético.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO PRINCIPAL

El presente trabajo tiene como objetivo el estudio de los paramentos que componen la envolvente térmica de varios edificios catalogados en la ciudad de Alicante, así como las pérdidas energéticas por puentes térmicos y puntos singulares de cada uno de ellos a través de ensayos no destructivos y utilizando la termografía como herramienta auxiliar para la obtención de resultados. Se realiza, además, una propuesta constructiva que mejore la envolvente del edificio en cuestión y su eficiencia energética.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcanzar el objetivo principal anteriormente descrito, se han planteado los siguientes objetivos secundarios:

- Determinar los conceptos básicos de la termografía infrarroja, así como la evolución a lo largo de los años.
- Emplear la termografía infrarroja como herramienta de análisis y caracterización térmica de edificios catalogados.
- Conocer el instrumental necesario para la obtención de imágenes termográficas y su correcto uso.
- Plantear un procedimiento adecuado para el estudio de la envolvente energética de los edificios catalogados.
- Elaboración de una serie de estadísticas en base a los edificios catalogados de Alicante mediante un Sistema de Información Geográfica.

- Estudio de la envolvente térmica de un edificio catalogado y otro en régimen de conservación y renovación transitoria de la ciudad de Alicante.
- Proponer una mejora constructiva en la envolvente de los edificios para disminuir el consumo de energía y sus pérdidas.

4. METODOLOGÍA

4.1. SELECCIÓN DE EDIFICIOS A ESTUDIAR

La selección de los edificios que se estudian más adelante ha partido de la idea de que se pudiera acceder a ellos y, de esta manera, conocer en profundidad las características de su envolvente térmica, en particular del tema objeto de estudio de este trabajo, las fachadas. Se ha de tener en cuenta que son edificaciones de carácter privado y, por lo tanto, el acceso a ellas no ha sido fácil, pero a través del aparejador que realizó la Inspección Técnica del Edificio (I.T.E.) se ha podido realizar. Otro punto a tener en cuenta para su elección era el tipo de fachada. Más adelante, se realiza un estudio mediante un Sistema de Información Geográfico (S.I.G.) en el que se evidencia que existe una predominancia de fachadas de piedra de una hoja en los edificios catalogados de Alicante y, por lo tanto, este ha sido un criterio fundamental para su elección. Siendo así, se ha decidido dedicar la parte práctica de este trabajo a este tipo de fachadas y, por lo tanto, se han elegido dos edificaciones con dichas características.

El primero de ellos está ubicado en la Calle San Nicolás nº 14 del Casco Antiguo de Alicante (Figura 1). Debido a las modificaciones que está sufriendo el PGOUA durante la redacción de este trabajo, el edificio se sacó del Catalogo de Bienes y Espacios Protegidos y actualmente se encuentra bajo un régimen de renovación y conservación transitoria. Por lo tanto, actualmente no está catalogado, pero lo fue durante 2.015 y, cómo se verá en el estado de la cuestión, las actuaciones que se pueden llevar a cabo sobre su fachada difieren levemente de las que se le pueden realizar a un edificio catalogado. Por otro lado, se ha decidido incluir un segundo edificio con la misma tipología de fachada ubicado en el Centro Tradicional de Alicante (Figura 2Figura 1), en la Calle Médico Manero Mollà nº 13, catalogado y con protección ambiental. Tanto por el espesor del cerramiento, por su antigüedad (1.911) como por su aspecto se deduce que es de piedra. Además, en la ficha del catalogo se puede apreciar su sección debido a que cuando se tomó la foto del inmueble la edificación colindante se había derribado.



Figura 1: Fachada principal Edificio 1

(Fuente: Autora)



Figura 2: Fachada principal Edificio 2

(Fuente: Autora)

4.2. BÚSQUEDA EN FUENTES DE INFORMACIÓN

Para encontrar información respecto a los edificios que se estudian, primeramente se acude a la Cámara de Comercio e Industria de Alicante (Figura 3). Para su estudio pormenorizado se necesita conocer las fichas de catalogación, la situación dentro del PGOU de Alicante, el grado de protección y las actuaciones de años anteriores a los que habían sido sometidos, en especial aquellas relacionadas con rehabilitación y reformas.

Una vez conocidos estos datos, se realiza una de las muchas visitas al Archivo Histórico Municipal de Alicante (Figura 4) para comenzar con la búsqueda de los antecedentes históricos de los edificios seleccionados, de los que se encuentran la autorización de edificación, planos de planta y alzados de fachada y, lo más importante, la referencia a las Ordenanzas Municipales en las que se especifican los materiales con los que se debieron construir. Se considera necesario añadir que dicha información es escasa y no concreta qué elementos constructivos ni materiales se emplearon para su construcción, por lo que es necesario realizar una recopilación de documentación sobre arquitectura tradicional, en particular sobre aquellas anteriores a la publicación de las Normas Básicas de la Edificación y actual Código Técnico de la Edificación para

una mejor comprensión de los elementos constructivos que componen la envolvente de los edificios a estudiar.



Figura 3: Cámara de Comercio e Industria. Ayto. de Alicante
(Fuente: Autora)

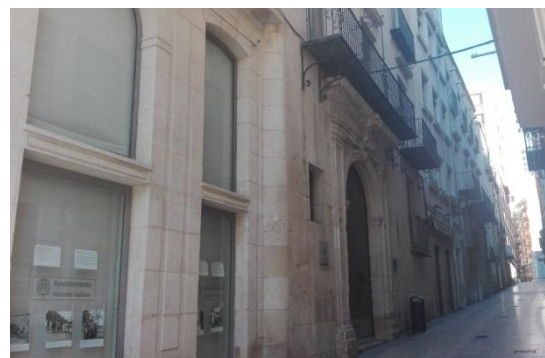


Figura 4: Archivo Histórico Municipal de Alicante
(Fuente: Autora)

A partir de aquí, comienza el período de búsqueda y documentación del tema principal de este trabajo, a base de consultas en diferentes fuentes, tanto físicas como en la red. Esto se organiza en dos apartados:

- 1) En primer lugar, la búsqueda de información acerca de la herramienta principal de trabajo (termografía infrarroja) y su situación dentro de los ensayos no destructivos. Es necesario comprender los principios físicos que la rigen, su desarrollo a lo largo del tiempo y sobre todo, tener un conocimiento previo de la cámara termográfica como herramienta de trabajo, su uso y manejo, así como la interpretación de los termogramas obtenidos y su posterior tratamiento con medios informáticos. Por otra parte, el desarrollo del estado de la cuestión en referencia a la termografía infrarroja empleada en el sector de la construcción y más concretamente en el campo de la eficiencia energética.
- 2) En segundo lugar, la búsqueda de información referente a las diferentes tipologías de fachadas existentes, composición y comportamiento térmico para después poder aplicarlo en la parte práctica. También se estudian las diferentes normativas de construcción a lo largo del tiempo y su evolución respecto a eficiencia energética.

4.3. VISITAS A LOS EDIFICIOS

Posteriormente, se lleva a cabo la primera toma de contacto con los edificios elegidos a través del aparejador responsable de la realización de la Inspección Técnica el Edificio (I.T.E.) de cada uno de ellos. A continuación se detalla qué se hizo en cada día de visita.

4.3.1. Edificio en calle San Nicolás nº14

En el primer edificio se realizaron las siguientes visitas, ordenadas de manera cronológica:

- ➔ **30/11/2015:** acceso a zonas comunes y toma de fotografías.
- ➔ **1/12/2015:** en compañía del aparejador se accede a cubierta, toma de datos para levantamiento de planos y fotografías.
- ➔ **18/12/2015:** en compañía del aparejador se tiene acceso a las viviendas. Se procede a la toma de datos y medidas para el posterior levantamiento de planos, en especial espesores de fachada y huecos. También se realiza el reportaje fotográfico.
- ➔ **22/12/2015:** inspección ocular de fachada y toma de datos para su posterior modelado.
- ➔ **13/01/2016:** en compañía del aparejador se accede a la vivienda situada en planta baja. Toma de datos para levantamiento de planos y reportaje fotográfico.

Las visitas a las diferentes zonas de la edificación (cubierta, viviendas) se hicieron en días diferentes debido a que, en primer lugar, no todos los usuarios se encontraban en las viviendas y, en segundo lugar, se había de concertar cita con el técnico que había realizado el I.T.E. del edificio para poder acceder con él.

4.3.2. Edificio en calle Médico Manero Mollà nº13

En el segundo edificio se realizaron las siguientes visitas, ordenadas de manera cronológica:

- ➔ **13/01/2016:** en compañía del aparejador se acceden a las zonas comunes y a las oficinas situadas en el entresuelo. Toma de datos para el levantamiento de planos y reportaje fotográfico.

- **18/03/2016:** en compañía de la aparejadora responsable de la realización del I.E.E. se accede al resto de plantas y viviendas. Se toman datos y fotografías para el levantamiento propio de planos.

4.4. TOMA DE DATOS

4.4.1. Estudios estadísticos de tipologías de fachadas en Alicante

En este punto se explica brevemente la obtención de una serie de datos para la realización de estudios estadísticos, elaborados por la autora, sobre las tipologías de fachada mayoritarias en edificios catalogados de la ciudad de Alicante mediante un Sistema de Información Geográfica. Para ello se han seguido una serie de pasos de recopilación de dicha información para introducirla en el programa.

Así, en primer lugar, se accede a la web oficial del Ayuntamiento de Alicante para obtener el Catálogo de Bienes y Espacios Protegidos de la ciudad y conocer el número de edificios catalogados existentes y su nivel de protección. A continuación, se buscan dichos inmuebles en la página web de Catastro para conseguir su fecha de construcción y referencia catastral ya que es como el D.N.I. del edificio y lo identifica sin errores. Es importante aclarar que dichas fechas de construcción no son exactas o pueden haber sido modificadas si el inmueble ha sufrido algún tipo de reforma o rehabilitación, por lo que en muchos de ellos se ha establecido su antigüedad en función de los espesores de las fachadas, el estilo arquitectónico, la edad de las edificaciones colindantes o el año aproximado que aparece en algunas fichas del catálogo. Para una mayor seguridad al respecto, también se ha visitado el exterior de los inmuebles para comprobar, en caso de duda, la composición de la fachada en la medida de lo posible, ya que tienen carácter privado. Para las dos edificaciones estudiadas en profundidad en el apartado práctico de este trabajo, la consulta de sus proyectos de edificación en el Archivo Histórico Municipal ha sido esclarecedora para conocer con certeza su antigüedad, encontrando planos de planta y alzado de fachada además de los preceptivos permisos de edificación (Figura 5 y Figura 6).

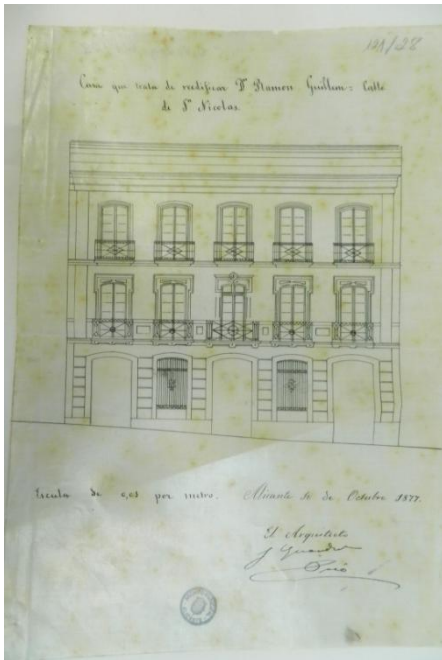


Figura 5: Alzado fachada original. San Nicolás nº 14

(Fuente: Archivo Histórico Municipal, Leg. 121/28)

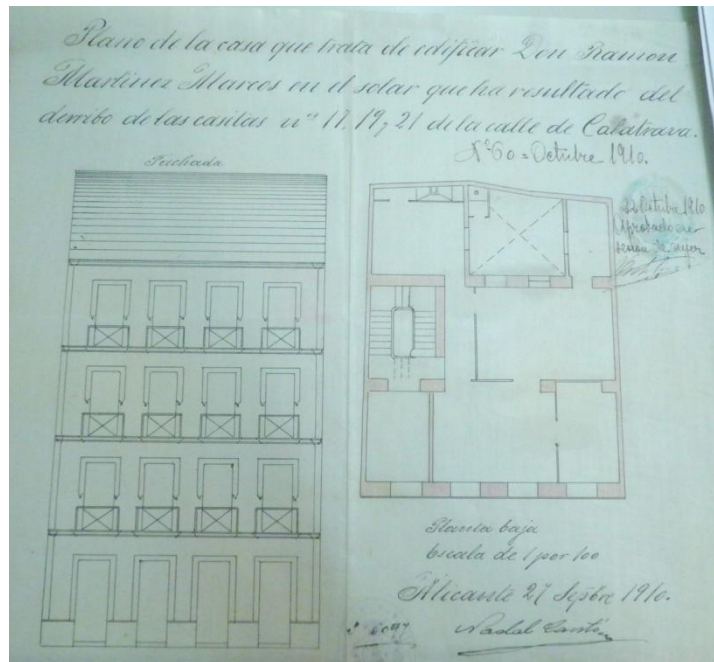


Figura 6: Alzado y planta originales. Médico Manero Mollà, nº 13.

(Fuente: Archivo Histórico Municipal, Leg. 72/69)

4.4.2. Toma de datos en las edificaciones

Acompañada por el aparejador que realizó el I.T.E. de los edificios que se estudian en puntos posteriores, se accede en primer lugar a las zonas comunes de ambas edificaciones y se realiza un levantamiento de planos propio de ellas. De la misma manera se procede con cada una de las viviendas distintas en cada uno de los edificios para obtener el mayor número de datos y características de sus elementos constructivos, haciéndose imprescindible conocer los espesores de fachada principal y de cerramientos de patio ya que gracias a ello se puede deducir su composición.

Por otro lado, también se documenta la situación de las carpinterías y su tipología, tanto las de fachada principal como las de cerramientos de patios ya que se podrán diferenciar entre ellas cuando se estudien con la cámara termográfica.

A todo lo anterior se le suma un reportaje fotográfico que sirve para apoyar la descripción pormenorizada que se hace en la parte práctica de la envolvente de las edificaciones.

Con todos estos datos reunidos, se procede al trabajo de gabinete, el cual comienza con el levantamiento propio de planos de los inmuebles y las secciones constructivas de elementos de interés como son las fachadas, incluyendo en cada una de ellas la posición de los huecos y sus características.

4.4.3. Toma de termografías

Una vez redactada la parte teórica en cuanto a fachadas y termografía, se pasa a desarrollar la parte práctica de este trabajo. En primer lugar se propone una metodología de actuación previa a la visita de los inmuebles. Con ello, se procede a realizar una serie de visitas con la cámara termográfica para la obtención de los termogramas de los distintos paramentos de las edificaciones a estudiar. Para ello, se emplea la cámara termográfica “TermaCAM P25 de FLIR” que tiene a disposición del personal el departamento de Edificación y Urbanismo de la Universidad de Alicante.



Figura 7: Uso de la cámara termográfica durante el estudio

(Fuente: Autora)

El procedimiento que se sigue en ambos edificios es el mismo. En primer lugar se ajusta la emisividad de la cámara (0'98), se anotan los datos de temperatura exterior, la humedad relativa, la distancia a la superficie de estudio y la hora en la que comienza el examen. Después se hacen

las termografías desde el exterior de la fachada principal y posteriormente se accede a los patios de las viviendas. Una vez terminado el examen en ambas edificaciones, se descargan los termogramas en el ordenador y comienza el trabajo de gabinete que se explica en puntos sucesivos.

4.5. ANÁLISIS DE DATOS

A continuación se describe brevemente los pasos seguidos para obtener los resultados de los análisis que se han realizado con un Sistema de Información Geográfica y con el programa para tratamiento de las termografías.

4.5.1. Análisis estadístico de fachadas a partir de sistemas de información geográfica (SIG)

Los programas de información geográfica, aunque pueden resultar complejos en su manejo, ofrecen una gran variedad de posibilidades a la hora de extraer análisis y obtener conclusiones sobre los datos que se les introducen por medio de tablas Excel en la que se incluyan dichos datos o atributos, como los denomina el programa. Para este trabajo se han incluido los siguientes (Figura 8):

- a) **Latitud y longitud:** obtenidos a través de la plataforma Google maps.
- b) **Identificación del inmueble:** se denomina con su nombre propio o como Edificio X si no lo tiene.
- c) **Año de construcción:** obtenidos tal y cómo se ha explicado en líneas anteriores.
- d) **Tipo:** el carácter de la edificación (religioso, administrativo, monumento, industrial, casa rural, terciario, docente o residencial).
- e) **Dirección:** la localización exacta del inmueble.
- f) **Protección:** refiriéndose al nivel de protección (Integral, general, parcial, renovación transitoria)
- g) **Declarado:** Bien de Interés Cultural (BIC), Bien de Relevancia Local (BRL) o Palacio Urbano.
- h) **Tipología de fachada:** se agrupan en piedra, ladrillo o una combinación de ambas.

i) **Referencia catastral:** para situar con exactitud la ubicación del inmueble y que no hayan errores se incluye la referencia catastral.

| Latitud | Longitud | Nombre | Construccion | Tipo | Direccion | Proteccion | Nivel intervencion | Declarado | Tipologia fachada | Ref catastral |
|----------|-----------|------------------------------|--------------|----------------|----------------------------|------------|--------------------|-----------|--------------------|----------------|
| 38,34225 | -0,486856 | Casa Alberola | 1965 | Residencial | Calle San Fernando 55 | Parcial | | | P | 9769204YH1496H |
| 38,34219 | -0,486997 | Casa Alberola | 1965 | Residencial | Calle San Fernando 57 | Parcial | | | P | 9769202YH1496H |
| 38,34219 | -0,486997 | Sede Universidad de Alicante | 2000 | Administrativo | AVD Ramón y Cajal 4 | Ambiental | | | P | 9769209YH1496H |
| 38,34211 | -0,487179 | Abogados Garrigues | 1926 | Administrativo | Calle San Fernando 57 | Ambiental | | | P | 9769202YH1496H |
| 38,34239 | -0,486504 | Edificio 65 | 1910 | Residencial | Calle San Fernando 51 | Ambiental | | | P | 9770701YH1497B |
| 38,34240 | -0,486344 | Edificio 66 | 1900 | Residencial | Calle San Fernando 49 | Ambiental | | | P | 9770702YH1497B |
| 38,34249 | -0,486194 | Edificio 67 | 1890 | Residencial | Calle San Fernando 47 | Ambiental | | | P | 9770703YH1497B |
| 38,34257 | -0,486026 | Edificio 68 | 1900 | Residencial | Calle San Fernando 45 | Ambiental | | | P | 9870101YH1497B |
| 38,34262 | -0,485861 | Edificio 69 | 1944 | Residencial | Calle San Fernando 43 | Ambiental | | | P | 9870102YH1497B |
| 38,34270 | -0,485605 | Edificio 70 | 1900 | Residencial | Calle San Fernando 39 | Ambiental | | | P | 9870602YH1497B |
| 38,34280 | -0,485436 | Edificio 71 | 1910 | Residencial | Calle San Fernando 35 y 37 | Ambiental | | | P | 9870603YH1497B |
| 38,34366 | -0,483099 | Hotel Carlton | 1955 | Terciario | Rambla Méndez Núñez 1 | Ambiental | | | L | 0071901YH2407A |
| 38,34217 | -0,487495 | Casa de las Brujas | 1898 | Administrativo | AVD Dr Gadea 10 | Integral | | BRL | P | 9770101YH1497B |
| 38,34262 | -0,486299 | Edificio Bardin | 1925 | Residencial | Calle San Fernando 46 | Parcial | | | P | 9770605YH1497B |
| 38,34248 | -0,486656 | Edificio 72 | 1894 | Residencial | Calle San Fernando 50 | Ambiental | | | P | 9770607YH1497B |
| 38,34278 | -0,486117 | Edificio 73 | 1901 | Residencial | Calle San Fernando 44 | Parcial | | | P | 9870202YH1497B |
| 38,34288 | -0,485640 | Caja de Ahorros | 1918 | Administrativo | Calle San Fernando 40 | Parcial | | | P | 9870401YH1497B |
| 38,34331 | -0,485350 | Enrique Sánchez Sedeño | 1890 | Residencial | Plaza Gabriel Miró 9 | Ambiental | | | Caravista y piedra | 9871807YH1497B |
| 38,34327 | -0,485355 | Enrique Sánchez Sedeño | 1905 | Residencial | Plaza Gabriel Miró 8 | Ambiental | | | P | 9871808YH1497B |
| 38,34355 | -0,484442 | Edificio 74 | 1950 | Residencial | Calle Santa Marta 4 | Ambiental | | | P | 9971615YH1497B |

Figura 8: Tabla con datos de edificios catalogados

(Fuente: Elaboración propia)

A continuación se prepara el espacio de trabajo en el SIG, introduciendo las tablas Excel con los datos de los edificios catalogados y la información cartográfica de Alicante obtenida de forma gratuita desde la Sede Electrónica de Catastro. Mediante diferentes tipos de análisis (Geocode Coordinate, Join y Attribute Query) se ubican las edificaciones en el mapa que contendrán las características o atributos especificados en las tablas Excel y podrán ser visibles haciendo click sobre ellos (Figura 10 y Figura 10).

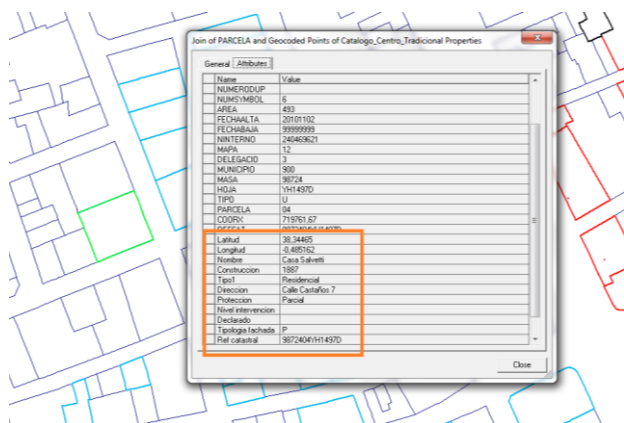


Figura 9: Tabla de atributos en el entorno de Geomedia

(Fuente: Elaboración propia)

| | |
|--------------------|------------------|
| COORD | 719761,67 |
| REFCAT | 9872404YH1497D |
| Latitud | 38,34465 |
| Longitud | -0,485162 |
| Nombre | Casa Salvetti |
| Construccion | 1887 |
| Tipo1 | Residencial |
| Direccion | Calle Castaños 7 |
| Proteccion | Parcial |
| Nivel intervencion | |
| Declarado | |
| Tipologia fachada | P |
| Ref catastral | 9872404YH1497D |

Figura 10: Vista de atributos en Geomedia

(Fuente: Elaboración propia)

Posteriormente, se procederá a la realización de las diferentes estadísticas que permitirán conocer, por ejemplo, el número exacto de edificaciones según su carácter, el número existente

según su nivel de protección o, el que se considera más importante para este trabajo, según la tipología de fachada y cuyos resultados se expondrán más adelante en el desarrollo práctico.

4.5.2. Análisis de termografías a partir de herramientas informáticas

Una vez que realizado el trabajo de campo con la cámara termográfica, se procede al trabajo de gabinete para realizar ajustes en los parámetros que afectan de manera directa en las termografías (emisividad de las superficies, temperatura ambiente, humedad relativa, etc.) para, por ejemplo, resaltar las zonas dónde se encuentran las irregularidades o los puentes térmicos. Para ello se pueden emplear multitud de programas informáticos gratuitos procedentes de las propias compañías que fabrican las cámaras termográficas. Los hay desde los más simples que únicamente permiten al usuario analizar las imágenes, como el *ThermaCAM Researcher*, hasta los más profesionales que proporcionan un modelo de informe termográfico que entregar al cliente.

Para este trabajo se ha empleado el programa *FLIR QuickReport* para el tratamiento y el análisis de los termogramas que se han realizado ya que es de fácil manejo y el que incorporaba la cámara termográfica.

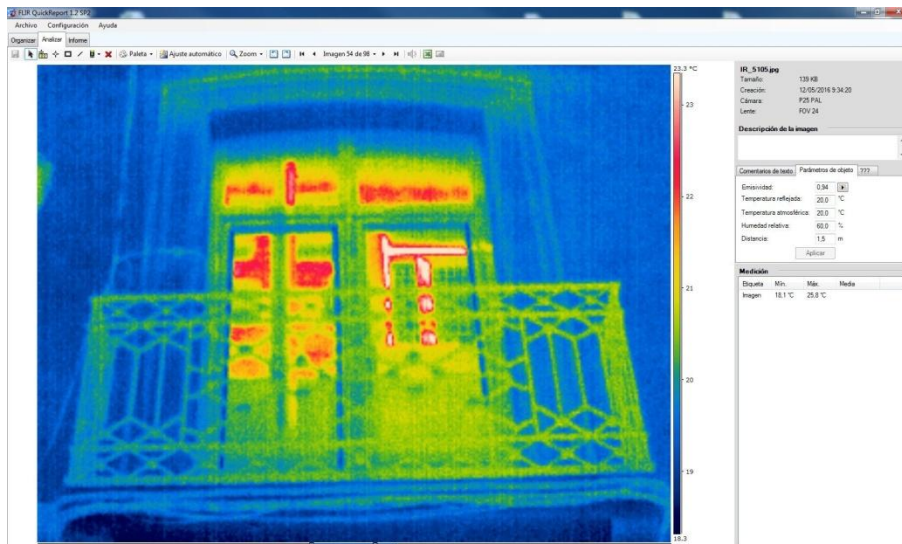


Figura 11: Entorno del Programa FLIR Quick Report 1.2

(Fuente: Elaboración propia a partir del programa FLIR QuickReport 1.2)

4.6. CONCLUSIONES

Por último, y con casi la totalidad del trabajo terminado, se procede a la redacción de las conclusiones para dar respuesta a los objetivos inicialmente planteados sobre el uso de la termografía infrarroja como herramienta auxiliar en edificios catalogados y su mejora constructiva para la reducción del consumo de energía y el ahorro energético.

PARTE I: DESARROLLO TEÓRICO

5. MARCO TEÓRICO

El diagnóstico de fachadas mediante ensayos no destructivos es una técnica relativamente nueva, emergente y con poca difusión, que ha aumentado en popularidad a raíz de los innumerables planes de ahorro y eficiencia energética estatales y europeas en cuanto a edificación, así como de los reales decretos que los atañen y, sobre todo, debido al aumento de las exigencias planteadas por la nueva normativa en materia de construcción. Debido a ello la cantidad de información disponible no es tan extensa como en otros campos de la edificación, pero sí existe material suficiente para desarrollar la parte teórica del tema principal de este trabajo. Dicho esto, se cree conveniente dividir el marco teórico en varios apartados, tres de ellos de carácter informativo y el último de carácter normativo.

En el primero de ellos se definen conceptos básicos sobre termografía como formación teórica para su posterior puesta en práctica en el trabajo de campo. También las nociones básicas para el correcto uso y manejo de una cámara termográfica tipo, como la que se expone en el apartado de metodología. El segundo tiene como objetivo introducir al lector en el campo de los ensayos no destructivos y entre ellos la termografía infrarroja, con un breve resumen sobre su descubrimiento, evolución y desarrollo a lo largo del tiempo y en los primeros campos de aplicación. Por último, en el tercero se presenta la termografía como herramienta útil aplicable en el campo de la edificación para la caracterización térmica de un inmueble, el diagnóstico de problemas constructivos, mantenimiento y previsión de patologías, así como las ventajas de la técnica en el diagnóstico de fachadas.

5.1. TERMODINÁMICA

Para introducirse en el campo de la termografía es importante conocer conceptos como calor y temperatura y la diferencia existente entre ellas. También resulta interesante un breve repaso en lo referente a la física termodinámica y los principios de la transferencia de calor entre dos cuerpos y/o superficies, ya que afectan de manera directa en la interpretación de los termogramas. A continuación se explican y definen dichos conceptos y procesos que se consideran necesarios para la comprensión de este trabajo.

5.1.1. Calor y temperatura. Principios básicos de la termodinámica

Normalmente, calor y temperatura son dos conceptos que erróneamente se confunden y por ello es necesario diferenciarlos, ya que el primero es un tipo de energía y el segundo una propiedad del primero (Figura 12). De esta manera se define al calor “[...] como la transferencia de energía entre diferentes cuerpos o diferentes zonas de un mismo cuerpo que se encuentra a distinta temperatura [...]”² y a la temperatura como la medida de esa transferencia de energía. Así, cuando dos cuerpos entran en contacto se produce un flujo de calor –o energía- hasta que se alcanza el equilibrio térmico y se dice que ambos cuerpos están a la misma temperatura.

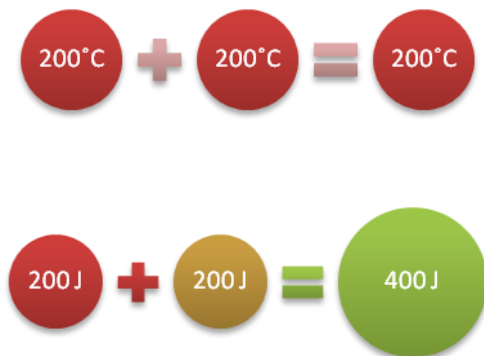


Figura 12: Transferencia de calor mediante conducción
(Fuente: elaboración propia a partir de MELGOSA REVILLAS, Sergio. (2011, Pág. 44))

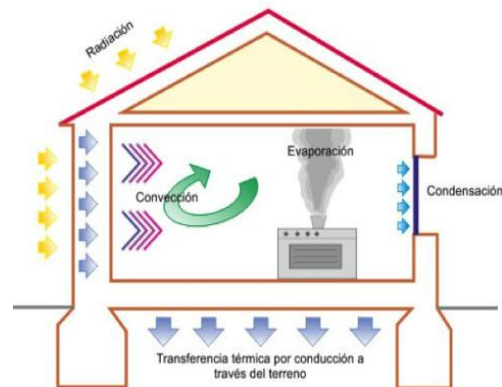


Figura 13: Transmisión de calor en viviendas
(Fuente: <http://www.artinaid.com/2013/04/que-es-el-calor>)

² MELGOSA REVILLAS, Sergio. Guía de la termografía infrarroja. Aplicaciones en ahorro y eficiencia energética. Madrid: FENERCOM, 2.011. Pág. 43.

De los dos conceptos anteriores es de donde se extraen los dos principios de la termodinámica: ley de conservación de la masa y ley del flujo de calor.

- ➔ La *ley de conservación de la masa* enuncia que el trabajo y la energía cedidos a un sistema será igual al aumento de la energía interna de dicho sistema. De aquí se traduce que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma.
- ➔ La *ley del flujo del calor* enuncia que el calor contenido en un cuerpo fluirá de las zonas más calientes a las más frías. De igual modo, cuando dos cuerpos se encuentran en contacto, la transferencia de calor se realizará del que tiene mayor temperatura al que tiene menor temperatura.

Una vez conocido lo anterior, se cree totalmente imprescindible conocer los mecanismos de transmisión del calor que se exponen en el apartado siguiente.

5.1.2. Propagación del calor. Mecanismos.

La transmisión del calor se basa en el segundo principio de la termodinámica o ley de flujo del calor, en el cual se realiza un intercambio de energía transmitiéndose calor de un cuerpo a otro, o entre las distintas partes de un mismo cuerpo, por encontrarse a diferente temperatura entre ellos. Dicha transmisión puede realizarse según tres tipos de mecanismos como son la convección, la conducción y la radiación. Esta última se estudiará más en profundidad por ser la forma en la que se transmiten las ondas infrarrojas, pero también se estudiarán las dos restantes por intervenir en el análisis de los termogramas.

Además, en edificación intervienen procesos como la condensación y la evaporación, en las que también se produce un intercambio de energía entre el líquido/gas con el entorno, por lo que también se explicará su funcionamiento.

➔ **Conducción.**

Se define conducción como la “[...] *la transferencia de energía térmica entre dos sistemas por contacto directo de sus partículas [...]*”³ y entre los cuales debe existir una diferencia de temperatura para que pueda llevarse a cabo el intercambio desde el cuerpo a mayor temperatura

³ MELGOSA REVILLAS, Sergio (2011, Pág. 47).

al de menor temperatura (Figura 14). Este tipo de propagación obedece a la ley de Fourier en la que el flujo de energía que atraviesa una pared de espesor conocido depende, entre otras “[...]de este espesor, del tipo de material, de la superficie y de la diferencia de temperaturas[...]”⁴

$$Q = -\lambda \frac{dT}{de}$$

Ecuación 1: Ley de Fourier

Q= flujo de energía calorífica (W)

λ = coeficiente de conductividad térmica de diseño del material (W/m·K)

dT= diferencia de temperaturas (K)

de= espesor del elemento (m)

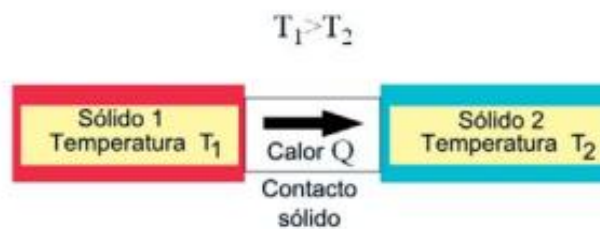


Figura 14: Transferencia de calor mediante
conducción
(Fuente: MELGOSA REVILLAS, Sergio. (2011, Pág. 45))

Los metales como el hierro, el cobre y el plomo son buenos conductores. En general, todos los que sean buenos conductores en el campo de la electricidad también lo son como conductores de calor. Sin embargo, otros como las maderas y derivados, por ejemplo el corcho, no lo son y pueden actuar como aislantes térmicos. Que sean o no buenos conductores térmicos depende de su conductividad térmica (λ).

La conductividad térmica (λ) es “[...] la capacidad de un material para transferir calor.”⁵ Nunca es nula y depende de la temperatura, la densidad y la humedad del material. Su inversa es la resistividad térmica y se traduce como la capacidad de oponerse al paso del flujo calorífico.

⁴ DURA DOMÉNECH, Antonio y otros. *Fundamentos físicos de las construcciones arquitectónicas. Volumen II. Mecánica de fluidos. Calor y termodinámica. Electromagnetismo*. San Vicente del Raspeig: Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2004. Pág. 158.

⁵ MELGOSA REVILLAS, Sergio (2011, Pág. 49).

Por lo tanto, el flujo de calor que se transmite entre dos superficies es lo que se conoce como transmitancia térmica y se puede hallar conociendo el espesor y la resistencia térmica de las capas que conforman un paramento así como el material de cada una de ellas (Ecuación 3).

$$U = \frac{1}{e} = \frac{1}{Rt}$$

Ecuación 2: Transmitancia térmica

U= transmitancia térmica (W/m²K)

e= espesor de la capa (m)

λ = coeficiente de conductividad térmica de diseño del material (W/m·K)

→ Convección.

La convección es “[...] la transmisión de calor basado en el transporte mediante corrientes de masa circulantes dentro de un fluido (líquido o gas) [...]”.⁶ Se producen corrientes circulares en el interior de los gases debido a la diferencia de temperatura, es decir, el aire caliente por ser menos denso tenderá a subir mientras que al aire frío, por ser más denso, tenderá a bajar. A mayor movimiento del gas o fluido, mayor será la transferencia de energía térmica.

Existen dos tipos de convecciones, la que se ha descrito en el párrafo anterior es la que se denomina natural, en el que el movimiento de la masa de aire se debe a la diferencia de densidades a consecuencia de cambios en la temperatura; mientras que la forzada se daría “[...] por fuerzas externas independientes de la temperatura del fluido [...]”⁷ como, por ejemplo, un ventilador.

$$Q = hc(T1 - T2)$$

Ecuación 3: Transferencia de calor por convección

Q= flujo de energía calorífica(W/m²)

hc= coeficiente de transferencia (h/W/m²K)

ΔT= diferencia de temperatura (K)

⁶ MELGOSA REVILLAS, Sergio (2011, Pág. 53).

⁷ DURA DOMÉNECH, Antonio (2.004, Pág. 163).

La Ecuación 3 hace referencia a la convección natural ya que depende de la temperatura entre los dos medios y, por lo tanto, son datos que se pueden conocer. Si fuera forzada, el valor del coeficiente de transferencia se hallaría por medios experimentales.

Un buen ejemplo de convección en la edificación es el que expone FERRER MADRID, Elena que se da en los patios interiores: "*[...] los patios interiores y las construcciones que los rodean ceden calor hacia él por radiación, enfriándose con la ayuda adicional del mecanismo de enfriamiento nocturno evaporativo, originándose una bolsa de aire enfriado que contribuye a refrescar el propio patio y las estancias adyacentes [...]*"⁸. Muy similar a lo que ocurre con las brisas marinas.

→ Radiación.

Se define radiación a la transferencia de energía térmica de la superficie de un cuerpo con su entorno inmediato mediante radiaciones electromagnéticas de diferentes longitudes de onda, absorbidas o emitidas, que se transmiten a la velocidad de la luz. A diferencia de los dos anteriores modos de transferencia de energía, en la radiación "*[...] no es necesario ningún medio material [...]*"⁹ para ello, pudiéndose propagar en el vacío.

En el campo de la termografía es importante distinguir entre tres tipos de radiaciones: la incidente, la saliente y la reflejada. Para el estudio termográfico de una fachada son de especial importancia porque cada una de ellas tendrá una consecuencia distinta sobre su superficie. La fachada absorberá cierta cantidad de radiación, transmitirá otra parte al interior de la vivienda y, por último, reflejará hacia el exterior la restante.

Radiación incidente.

La radiación incidente es aquella que le "*[...] llega a un objeto desde cualquier fuente de su entorno [...]*"¹⁰ inmediato, alcanzará su superficie y se descompondrá en radiación absorbida, radiación reflejada y radiación transmitida. Así, la radiación incidente se puede expresar como:

⁸ FERRER MADRID, Elena. Caracterización térmica del edificio 4k "Casa del Alumno" [Trabajo de Fin de Grado] Valencia: Universidad Politécnica de Valencia 2.013-2.014.

⁹ MELGOSA REVILLAS, Sergio (2011, Pág. 53).

¹⁰ *Ibíd.* Pág.59.

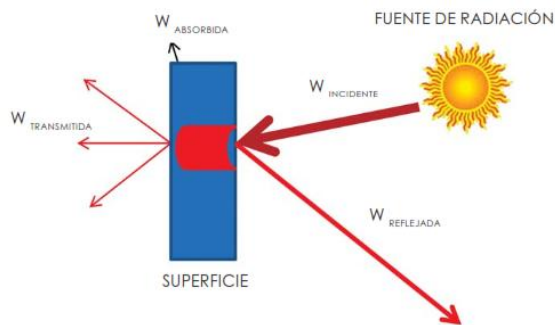


Figura 15: Radiación incidente
(Fuente: MELGOSA REVILLAS, Sergio (2011, Pág. 58))

$$1 = \alpha + \rho + \tau$$

Ecuación 4: Radiación incidente

α = absorbida

ρ =reflejada

τ = transmitida

Igual a uno porque, como ya se explico en la primera ley de la termodinámica, la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma. La radiación transmitida puede considerarse casi nula por tener un valor muy pequeño en comparación con los otros dos tipos de radiaciones, por lo que la ecuación se simplificaría si la despreciáramos.

Radiación saliente.

La radiación saliente es aquella que “[...] abandona la superficie de un objeto [...]”¹¹ y que se subdivide, a su vez, en reflejada y emitida y transmitida ($1=\epsilon+\rho+\tau$). Al igual que en la Ecuación 4, se desprecia por tener un valor pequeño.

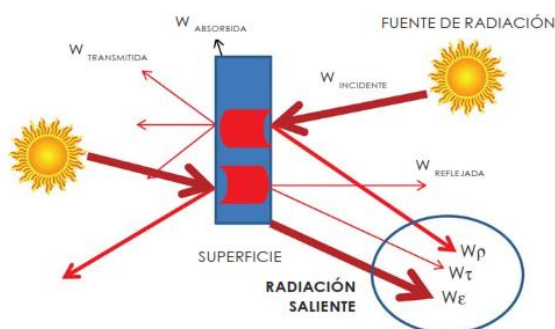


Figura 16: Radiación saliente

(Fuente: MELGOSA REVILLAS, Sergio (2011, Pág. 60))

$$1 = \epsilon + \rho$$

Ecuación 5: Radiación saliente

ϵ = emitida

ρ =reflejada

¹¹ Ibídem. Pág.60.

De estos modos de transmisión del calor dan lugar a los factores conocidos como absorptividad, emisividad, reflectividad y transmisividad que la cámara termográfica registra para convertirlos posteriormente en un termograma y dado que ejercen una gran influencia sobre él, se exponen a continuación.

- ▲ Emisividad (ϵ): “[...] es la medida de la capacidad de un material de emitir (propagar) radiación infrarroja”¹², cuando su temperatura sea superior al cero absoluto (-273’15 °C, 0 K). A mayor emisividad, mayor radiación emitida y, por tanto, mayor temperatura. El coeficiente de emisividad (ϵ) viene dado por la Ecuación 6 y se compara con la capacidad de irradiar calor de un cuerpo negro¹³. Su valor oscila entre 0 y 1, siendo la máxima esta última.

$$\epsilon = \frac{\alpha_{\text{cuerpo}}}{\alpha_{\text{cuerpo negro}}}$$

Ecuación 6: Factor de emisividad

- ▲ Reflexión (ρ): “[...] es la medida de la capacidad de un objeto para reflejar la radiación infrarroja.”¹⁴ Depende, en gran medida, de la naturaleza de la superficie y del tipo de material. Cuanto más lisa sea una superficie y menos rugosidades presente, mayor será su capacidad para reflejar la radiación incidente.

$$\rho = \frac{\text{intensidad reflejada}}{\text{intensidad incidente}}$$

Ecuación 7: Factor de reflexión

- ▲ Transmisión (t): “[...] es la medida de la capacidad de un material de transmitir (permitir el paso) de la radiación infrarroja.”¹⁵ Es un factor que depende íntimamente del grosor del cuerpo a estudiar y de su resistividad térmica.

¹² TESTO AG. *Termografía, guía de bolsillo*. Madrid: TESTO AG, 2.008. Pág. 6.

¹³ Cuerpo ideal que absorbe toda la radiación que le llega, no la transmite ni la refleja. Sirve como fundamento para cálculos físicos.

¹⁴ TESTO AG. *Termografía, guía de bolsillo*. Madrid: TESTO AG, 2.008. Pág. 7.

¹⁵ *Ibíd.* Pág. 8.

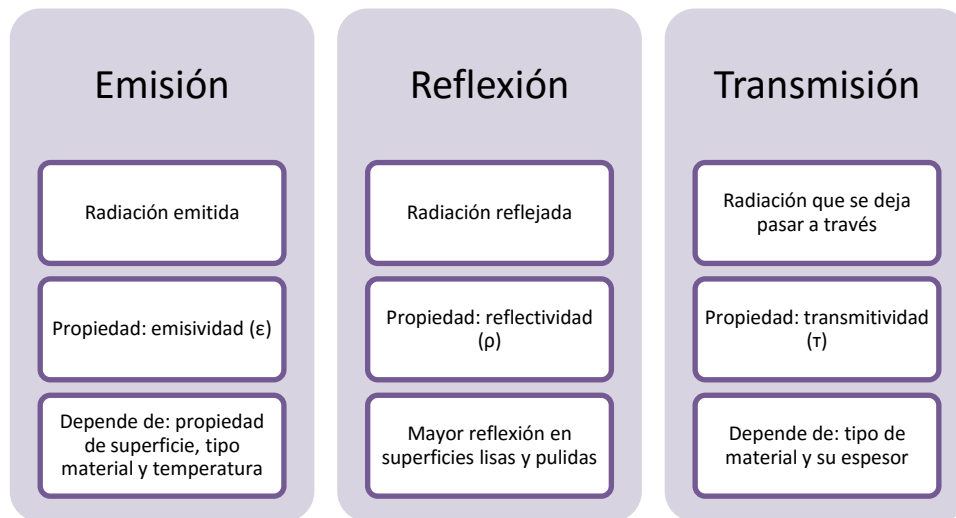


Figura 17: Resumen métodos de transmisión del calor

(Fuente: Elaboración propia a partir de https://www.testo.es/es/home/formacion/guias_practicas/guias_practicas.jsp)

Por otra parte, existe un cuerpo ideal, también llamado cuerpo negro “[...] que emite el 100% de la radiación recibida [...] y absorbe el 0% de la radiación [...].”¹⁶ Como se ha dicho, es un cuerpo ideal que solo sirve para cálculos científicos, pero es la base para establecer los mencionados factores y forman parte del proceso de calibración de las cámaras termográficas.

Además, la radiación del cuerpo negro únicamente depende de su temperatura y se expresa por la ley de Stefan-Boltzman:

$$R = \sigma \cdot T^4$$

Ecuación 8: Stefan-Boltzmann para un cuerpo ideal

R= radiancia (energía emitida en forma de radiación)
(W/m²)

σ = constante de Stefan-Boltzmann= 5'670400·10⁻⁸
Wm⁻²·K⁻⁴

T= temperatura absoluta del cuerpo (K)

Si se traslada a un cuerpo real, dicha ecuación cambiaría ya que se introduciría en ella el factor emisividad y se elevaría a la cuarta potencia su temperatura absoluta:

¹⁶ MELGOSA REVILLAS, Sergio (2011, Pág. 61).

$$R = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4$$

Ecuación 9: Stefan-Boltzmann
para un cuerpo real

R= radiancia (energía emitida en forma de radiación) (W/m²)

ε= emisividad del cuerpo (0 ≤ ε ≤ 1)

σ= constante de Stefan-Boltzmann= 5'670400·10⁻⁸ Wm⁻²·K⁻⁴

T= temperatura absoluta del cuerpo (K)

→ Evaporación y condensación.

Aunque normalmente evaporación y condensación no se incluyen con los tres anteriores métodos, en ellos sí que se producen transferencias de calor que pueden descubrirse con las termografías y dan lugar a patologías recurrentes como humedades y condensaciones que afectan negativamente a la construcción y a la salud de sus propietarios.

Así, la evaporación consiste en que un líquido cambie su estado a gaseoso y cuando ello sucede la superficie sobre la que se ha evaporado el agua, se enfría. "[...]La condensación es el camino inverso, el paso de estado gaseoso a líquido y, al contrario que en la evaporación, cuando se condensa agua sobre una superficie, ésta se calienta [...]"¹⁷

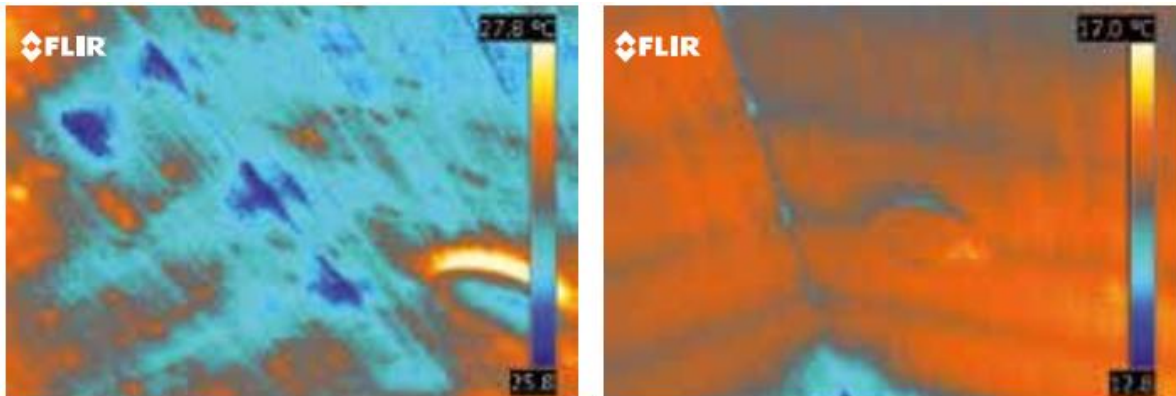


Figura 18: Presencia de humedades en techo

(Fuente: Guía sobre termografía para edificios y energía renovable (2011, Pág 18))

¹⁷ LÓPEZ DAVÓ, Joaquín. *Aplicaciones de la termografía infrarroja en la edificación. Curso de manejo de la cámara termográfica*. Alicante: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, 2013. Pág. 11.

En la Figura 18 se puede ver la presencia de humedades en el techo de una vivienda. En la figura de la izquierda se ha puesto en marcha el sistema de calefacción para que se produzca un rápido cambio de temperatura y se pueda ver la evaporación del agua sobre la superficie, que se enfría. De ahí el color más claro que pertenece a temperaturas más bajas en la paleta de colores.

5.2. APROXIMACIÓN A LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA

Tras haber realizado un repaso y explicación sobre lo relativo a la termodinámica y su comportamiento, se considera necesario realizar una breve introducción en cuanto a qué se considera radiación infrarroja y en que longitud de onda trabaja. Además, se ha incluido una clasificación sobre tipos de termografía y tipos de análisis que pueden hacerse sobre un termograma. También se incluye un pequeño apartado sobre el funcionamiento de la cámara y sus componentes.

5.2.1. Introducción. Radiación infrarroja

Existen diferentes radiaciones electromagnéticas con sus respectivas longitudes de onda (frecuencias) y se clasifican según su fuente, siendo: ondas de radio, microondas, radiaciones infrarrojas, luz visible, luz ultravioleta, rayos X y rayos Gamma y todas ellas se encuentran englobadas en lo que se denomina espectro electromagnético al cual estamos sometidos a diario.

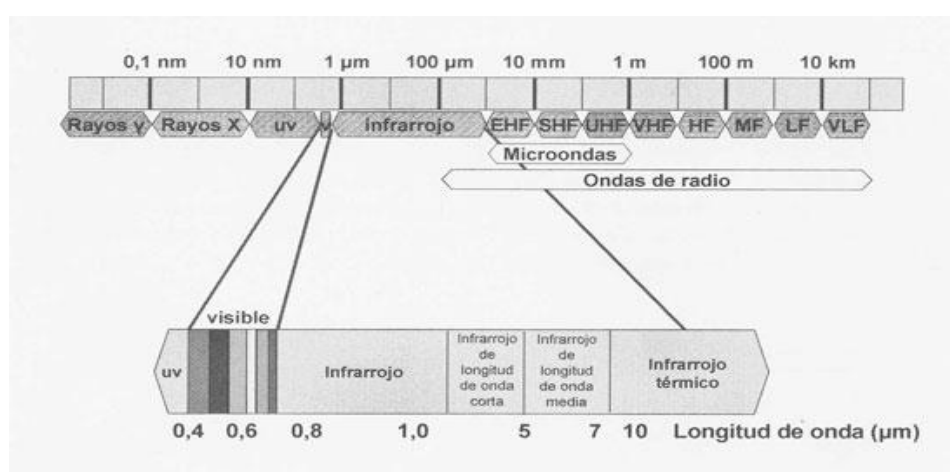


Figura 19: Espectro electromagnético. Ubicación infrarrojo.

(Fuente: <http://www.interempresas.net/Alimentaria/Articulos/107082-Estabilizacion-de-alimentos-por-calentamiento-no-ohmico.html>)

La radiación infrarroja es, por tanto, un tipo de radiación térmica que se encuentra en el espectro no visible para el ojo humano pero que sí es fácilmente detectable debido a que es capaz de transferir calor. El rango de longitudes de onda del infrarrojo varía entre $0'7\mu\text{m}$ y $100\mu\text{m}$ (la visible oscila entre $0'4$ y $0'7\mu\text{m}$), pudiéndose clasificar según se observa en la Figura 5.

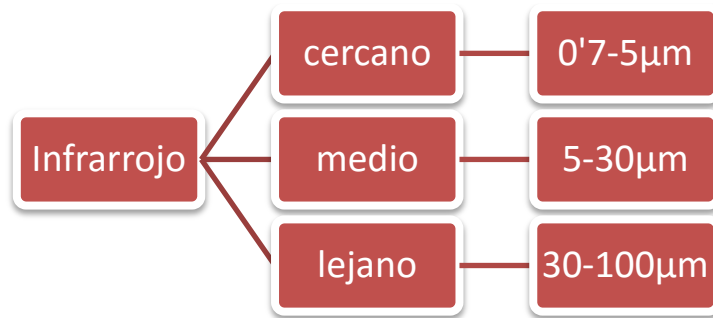


Figura 20: Clasificación de los infrarrojos

(Fuente: Elaboración propia)

Consecuentemente, cuanto mayor sea la energía térmica de un cuerpo, mayor será su temperatura y mayor será su radiación infrarroja. Al contrario que los rayos X o los gamma, no es capaz de atravesar las superficies y por ello es de gran utilidad en varios campos pues permite conocer, por ejemplo, el comportamiento térmico de la envolvente de cualquier edificación.

5.2.2. Termografía infrarroja (TIR)

Una vez conocidos los infrarrojos es necesario establecer una definición para el concepto de “termografía infrarroja” y para ello se presentan las siguientes:

De acuerdo con la norma de referencia EN 13187:1998 se define a la termografía infrarroja como “[...] *Determinación y representación de la distribución superficial de temperatura medida a través de la densidad de la radiación superficial, incluidas irregularidades en las imágenes térmicas producidas por mecanismos ocasionales.*”¹⁸

Es decir, la termografía infrarroja es una técnica que permite al usuario obtener información térmica de la superficie objeto de estudio ya que, como se ha expuesto anteriormente, cualquier cuerpo con una temperatura superior al cero absoluto emite radiación

¹⁸ AENOR. EN 13187:1.998. Prestaciones térmicas en edificios. Detección cualitativa de irregularidades en cerramientos de edificios. Método infrarrojos. Madrid: AENOR, 1 de noviembre de 2.000.

térmica. Los materiales emiten dicha radiación en diferentes longitudes de onda comprendidas entre $0,7\mu\text{m}$ y $100\mu\text{m}$ y la cámara termográfica las traduce para luego crear un mapa de temperaturas que se denomina termograma, en el cual se visualizan diferentes colores en representación de áreas más cálidas y áreas más frías.

5.2.3. Clasificación

Como ya se ha dicho, la termografía infrarroja se basa en la diferencia de emisividades de los cuerpos para obtener un termograma. Existen varios procedimientos para obtenerlas y se engloban dentro de termografía activa y la termografía pasiva.

→ Termografía Pasiva.

Esta técnica consiste en la obtención de un termograma sin influir térmicamente en la superficie del objeto de estudio, esto es, sin aplicar fuentes de calor o frío. De esta manera se puede observar su comportamiento al natural, en diferentes momentos del día y épocas del año, y analizar la existencia de puntos anómalos que pudieran dar lugar a patologías.

La termografía pasiva es el principal procedimiento de obtención de imágenes termográficas para el estudio de la envolvente de los edificios y, por lo tanto, también la de este trabajo.

→ Termografía Activa

Al contrario que la termografía pasiva, en la activa sí se influye térmicamente en la superficie del objeto de estudio mediante la adición de calor o frío de diferentes fuentes, en su mayoría artificiales. Son técnicas que no se han empleado en este trabajo, por lo que solo se cree conveniente citarlas para que el lector las conozca como base para una futura investigación.

5.2.4. Ventajas de la termografía infrarroja

Como se puede intuir debido a lo explicado en apartados anteriores la termografía infrarroja presenta una gran cantidad de cualidades:

- 1) Para realizar un termograma no es necesario un contacto directo con el objeto de estudio, por lo que el usuario de la cámara puede colocarse a una distancia de seguridad y sin riesgos sobre su persona.

- 2) Las cámaras termográficas nos permiten analizar y observar el elemento de estudio en tiempo real, de manera sencilla y rápida.
- 3) Al contrario que otros métodos, la termografía infrarroja es una técnica no invasiva ni destructiva, por lo que permite analizar superficies sin dañarlas y sin debilitar al elemento de estudio.
- 4) Un solo termograma es capaz de abarcar grandes superficies y obtener un resultado en poco tiempo. De ahí que sea una técnica de gran valor para el análisis de fachadas.
- 5) A la hora de exponer datos y medidas, la termografía infrarroja resulta ser infalible y de gran precisión, siempre y cuando se utilice de acuerdo a unos parámetros e instrucciones adecuados.
- 6) La cámara termográfica es un aparato caro, pero la gran variedad de aplicaciones que tiene compensa en gran medida el elevado coste de venta que tienen.
- 7) No es necesario llevar los termogramas a un laboratorio para su estudio. “In situ” y ya se pueden obtener resultados.

5.3. LA CÁMARA TERMOGRÁFICA

Una vez vistas los principios de la termografía infrarroja y sus principales ventajas, es momento de pasar a la herramienta en sí para familiarizarse con ella. En la primera parte se desarrolla la teoría en lo referente a la composición y el funcionamiento de una cámara termográfica tipo, así como los diferentes análisis de termogramas que hay. En la segunda parte, se desarrollan conceptos que tienen que ver con la parte práctica de la cámara como son las diferentes variables que intervienen en la realización de un termograma. También se ha incluido un apartado final en el que se mencionan los errores más comunes y cómo evitarlos.

5.3.1. Funcionamiento y composición

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, una cámara termográfica es capaz de captar radiación infrarroja emitida por las superficies del objeto de estudio para después, mediante una serie de procesos, convertirla en una imagen en la cual se aprecian distribución de temperaturas mediante un código de colores (Figura 21). Dicho de otro modo *“La energía infrarroja (A) que irradia un objeto se enfoca con el sistema óptico (B) sobre un detector de infrarrojos (C). El*

detector envía los datos al sensor electrónico (D) para procesar la imagen. Finalmente, el sensor traduce los datos en una imagen (E), compatible con el visor y visualizable en un monitor de vídeo estándar o una pantalla LCD”.¹⁹

Existen gran cantidad de modelos de cámaras termográficas en función de sus características y especificaciones técnicas y dependiendo del tipo de inspección que se vaya a realizar unas serán más adecuadas que otras, pero todas ellas tienen en común los siguientes elementos: un sistema óptico, un detector térmico, el procesador de la señal y un monitor o pantalla LCD para visualizar el termograma.

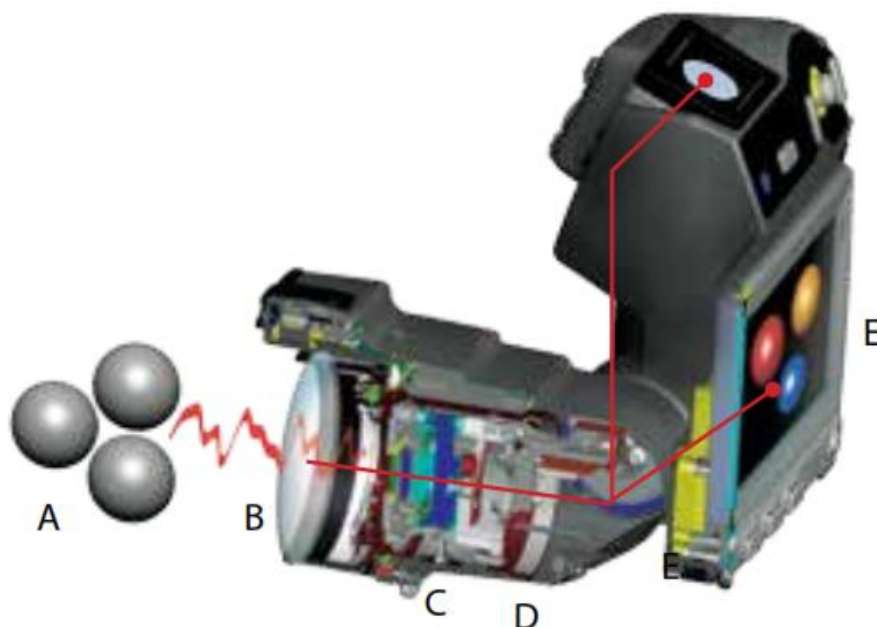


Figura 21: Funcionamiento de una cámara termográfica tipo

(Fuente: Termografías para diagnóstico de edificios. (2011. Pág. 7))

5.3.2. Tipos de análisis

→ Cualitativo

El análisis cualitativo “[...] se basa en el análisis de la imagen térmica para revelar y localizar la existencia de anomalías y evaluarlas”.²⁰ Todos los análisis que se realizan en primera instancia son de este tipo. Se encuentra el problema y a simple vista ya se pueden sacar

¹⁹ FLIR y ALAVA INGENIEROS. *Termografías para el diagnóstico de edificios*. Madrid: FLIR, 2011. Pág. 7.

²⁰ LÓPEZ DAVÓ, Joaquín. (2013, Pág. 14)

conclusiones sobre su origen, por lo que no sería necesario realizar un análisis más exhaustivo. “[...] En este método no se compensan las imágenes por lo que se estudia la temperatura aparente de la superficie.[...]”²¹

→ Cuantitativo

El análisis cuantitativo “[...] se utiliza la medida de la temperatura como criterio para determinar la gravedad de un problema y así establecer la prioridad de su reparación”.²²

Tras el análisis cualitativo se podrá realizar el cuantitativo para otorgarle un puesto en una escala de gravedad que depende del termógrafo en cuestión. Esta vez, las conclusiones a las que se lleguen tendrán “[...] su base en las temperaturas reales medidas y compensando parámetros como la emisividad y la temperatura aparente reflejada, además de cotejarlos con estados anteriores de la misma zona sin estar alterada [...]”.²³

5.3.4. Cómo hacer un termograma. Conceptos básicos

A pesar de lo que se pueda pensar, realizar un termograma no es tan fácil como aparenta ser y existen multitud de variables que pueden afectar a la medida y dar lugar a errores en su interpretación. Por lo tanto, en este apartado se realiza un repaso a las consideraciones que se habrán de tener a la hora de realizar un termograma en perfectas condiciones.

→ El objeto de estudio y sus características

A la hora de realizar un termograma se debe contar con las características intrínsecas de la superficie del objeto de estudio como el tipo de material, las propiedades y estructura de su superficie. También las extrínsecas, normalmente dependientes del entorno como la presencia de humedades y la suciedad que se pueda haber acumulado sobre ella. Pero sin ninguna duda, una característica que va a condicionar la medida es la emisividad. Se ha de tener en cuenta que cada material está asociado a una emisividad propia, esto es la que emite el propio cuerpo y la que le llega y refleja. Pueden existir dos superficies que compartan la misma emisividad pero la que reflejen será distinta dependiendo de factores como el entorno y su ubicación. Para conocer la emisividad de un cuerpo se pueden recurrir a tablas con dichos valores, pero no es aconsejable porque la mayoría de las veces el material de la tabla no se parece totalmente al material que

21 MELGOSA REVILLAS, Sergio (2011, Pág. 69).

22 Ibídem. Pág. 14.

23 Ibídem. Pág. 70.

realmente se está estudiando. Para evitar errores en la medida y, por lo tanto, realizar un análisis del termograma erróneo, existen varios métodos para determinar la emisividad exacta del objeto del estudio y todas se basan en la ecuación de la radiación saliente que se expuso en el apartado de propagación del calor.

A continuación, se exponen una serie de métodos que permiten conocer la emisividad de la superficie del objeto de estudio de manera práctica, rápida y sencilla.

- **Mediante el uso de un termómetro de contacto.**

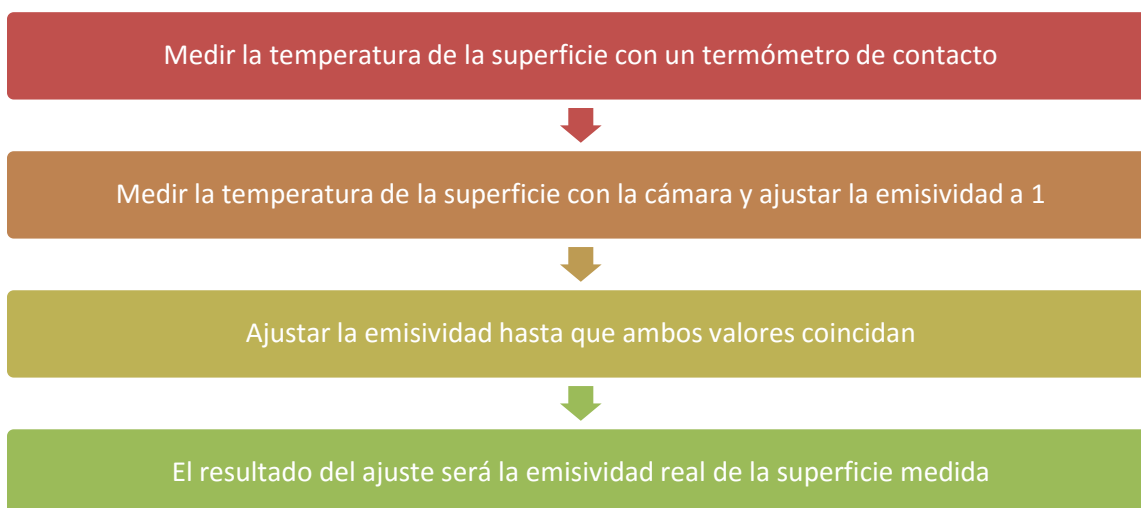


Figura 22: Pasos para la determinación de la emisividad mediante termómetro de contacto

(Fuente: Elaboración propia a partir de Termografía, guía de bolsillo (2008, Pág. 25))

- **Mediante el uso de la cámara termográfica.** Además de la cámara, en este método se empleará una cinta adhesiva cuya emisividad será conocida y que se puede adquirir en cualquier ferretería.

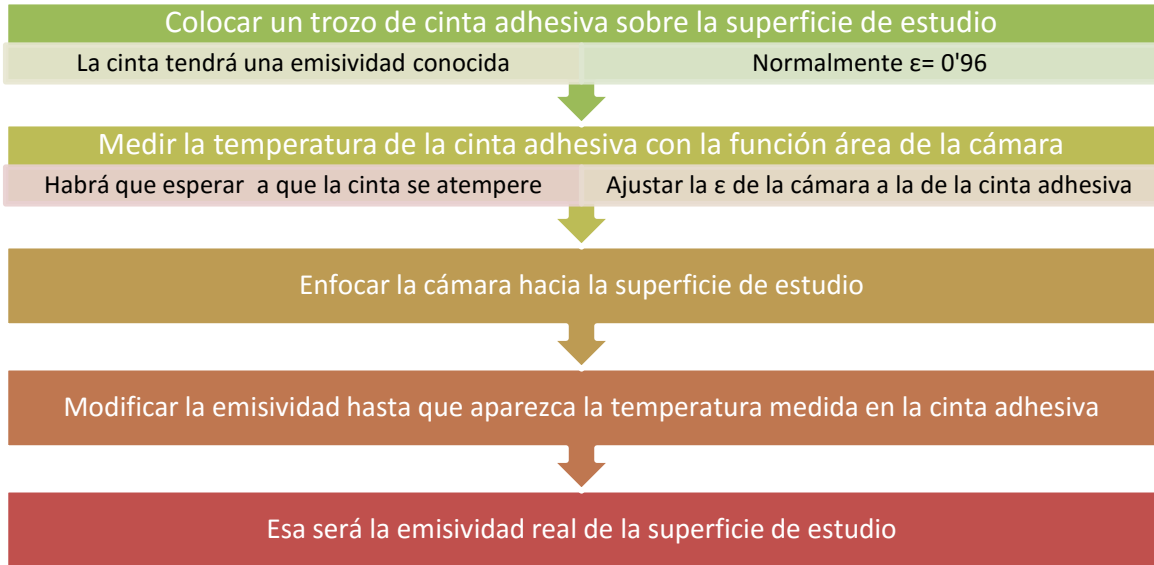


Figura 23: Determinación de la emisividad mediante la cámara termográfica

(Fuente: Elaboración propia a partir de LÓPEZ DAVÓ, Joaquín (2013, Pág. 26))

Así mismo también hay que tener en cuenta que la temperatura aparente reflejada es un parámetro que condiciona en gran medida la medición. Al igual que la emisividad, es un dato que es necesario conocer para introducirlo en la cámara para poder obtener unos buenos resultados. La temperatura aparente no es la temperatura real del objeto, sino la que se refleja del resto de objetos situados en sus inmediaciones y puede obtenerse de la siguiente manera:

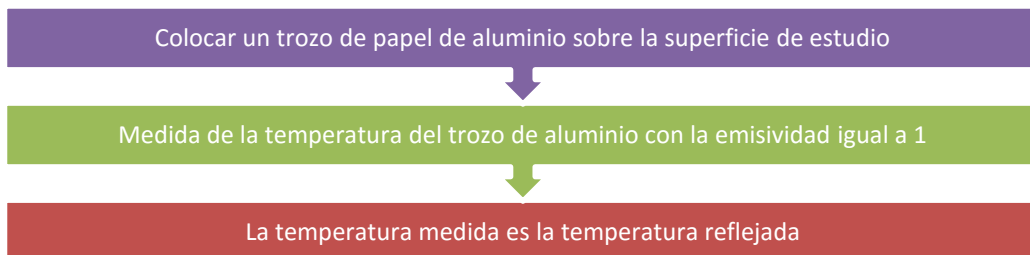


Figura 24: Obtención práctica de la temperatura aparente reflejada

(Fuente: Elaboración propia a partir de LÓPEZ DAVÓ, Joaquín (2013, Pág. 25))

El uso de una lámina de papel de aluminio (arrugada y después alisada) se debe a que tiene una elevada reflexión y con la misma intensidad en cualquier dirección debido a las arrugas.

→ La imagen termográfica

Hacer un termograma puede compararse con hacer una fotografía digital y en algunos de los conceptos siguientes se van a encontrar parecidos, pero también diferencias. En cualquier caso, el trabajo de campo ha de ser rápido, con las tomas necesarias, tanto de puntos concretos como generales para su posterior estudio en el gabinete. De acuerdo a ello, se han de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Encuadre y enfoque:** el elemento a estudiar deberá ocupar una posición central en la pantalla de la cámara termográfica con aristas bien definidas, es decir, enfocadas y con suficiente definición. Es algo que únicamente se puede modificar durante el examen termográfico in situ por lo que es de vital importancia cuidar estos aspectos. Además, tomar una captura digital del elemento que se estudia a la vez que se toma la termográfica ayudará a su posterior identificación en el informe.



Figura 25: Ejemplo de enfoque correcto

(Fuente: PALMA SELLÉS, Pablo (2.015, Pág.105))

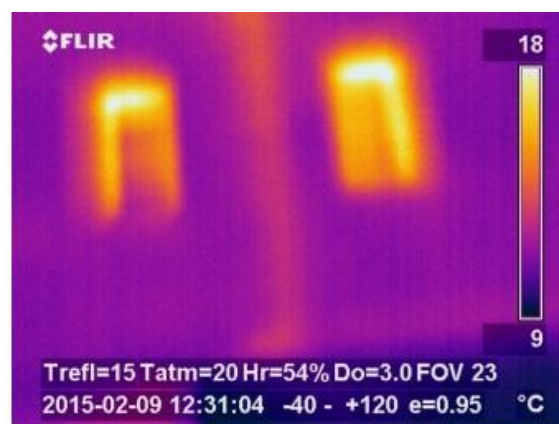


Figura 26: Ejemplo de enfoque incorrecto

(Fuente: PALMA SELLÉS, Pablo (2.015, Pág.105))

- **Rango de temperaturas:** “[...] fijará las temperaturas máximas y mínimas a partir de las cuales se puede medir con la cámara [...]”.²⁴ Es decir, ajustando el rango estamos limitando los valores de radiación infrarroja que la cámara puede captar y, por lo tanto, la superficie que se está estudiando deberá comprender esos valores de temperaturas si se quiere un termograma con buen contraste en el que se puedan visualizar con claridad las anomalías existentes.

²⁴ MELGOSA REVILLAS, Sergio. (2.011. Pág. 33).

- **Campo:** “[...] es el intervalo de temperaturas que se ven durante la inspección [...]”²⁵ y que además es el que se visualiza en la parte derecha de la pantalla de la cámara termográfica (Figura 27). En base a unos colores falsos que indican el diferente gradiente de temperaturas se configura el termograma. Tanto el campo como el nivel (punto medio del campo) se pueden ajustar de manera manual o automática, pero la mayor precisión permitirá apreciar de mejor manera la diferencia de temperatura entre diferentes materiales.

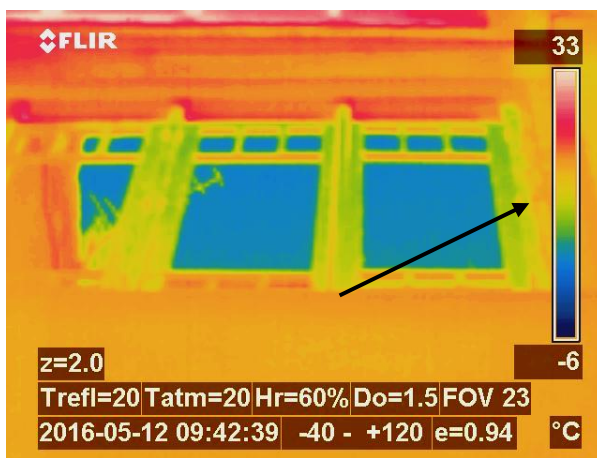


Figura 27: Situación del campo en una termografía
(Fuente: Autora)

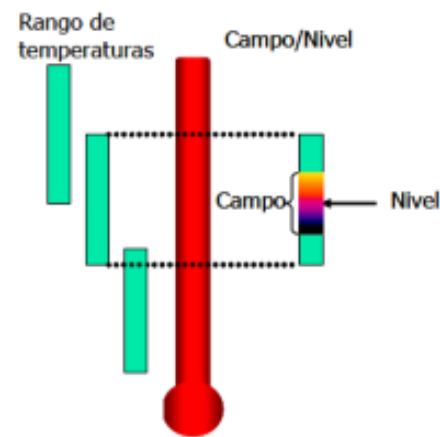


Figura 28: Identificación gráfica de campo, rango y nivel
(Fuente: LÓPEZ DAVÓ, Joaquín (2013, Pág. 11))

➔ Características del entorno

No se ha de olvidar que la cámara termográfica puede usarse tanto en interiores como en exteriores y las condiciones de cada uno de ellos interferirán en la medida. Así, por ejemplo, para termografías realizadas en el exterior, como es el caso de la gran mayoría del presente trabajo, se deberá tener en cuenta la temperatura ambiente (medible con un termómetro), la humedad relativa (medible con un higrómetro) y la existencia de radiación solar directa sobre la superficie de estudio, entre otras.

En primer lugar, se ha de tener en cuenta que existen una determinada cantidad de aire entre el objeto de estudio y la cámara termográfica que es capaz de transmitir y absorber parte de la radiación saliente de la superficie estudiada, por lo que se ha de tratar a la atmosfera como

²⁵ Ibídem. Pág. 34.

otro cuerpo capaz de interactuar con el resto. Además, se le ha de sumar que pueden existir partículas en suspensión debido a la contaminación, corrientes de aire y la propia humedad relativa del ambiente. Para termografías realizadas en el exterior se recomiendan días nublados para evitar la radiación solar, sin precipitaciones ni aire.

5.3.5. Tratamiento de imágenes mediante programas informáticos

Tras el examen termográfico in situ, se puede proceder al tratamiento de los termogramas obtenidos mediante programas informáticos en gabinete. Generalmente, vienen con la propia cámara termográfica y son útiles para mejorar la calidad y hacer más evidente el contraste entre los diferentes elementos y así poder localizar de forma más sencilla las irregularidades térmicas. Dichos programas cuentan con las siguientes herramientas de análisis y que se emplearán más adelante, en el desarrollo práctico de este trabajo.

- ➔ Puntero de medida: herramienta que “[...] marca una zona concreta de la imagen [...]”²⁶ de la que además da la temperatura a la que se encuentra. De esta manera se pueden obtener las temperaturas de dos puntos en diferentes zonas de la superficie de manera más directa y no solo por la diferencia de colores en la paleta (Figura 30).

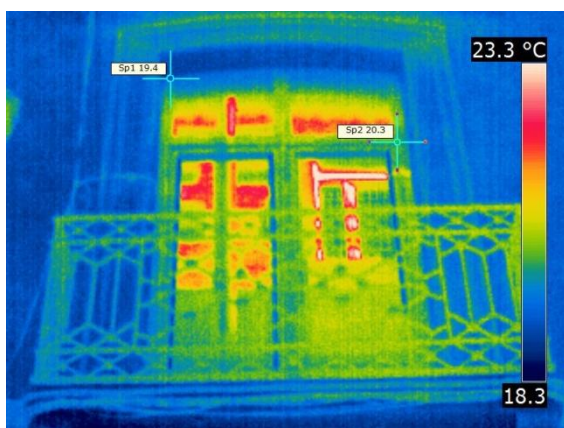


Figura 29: Herramienta puntero de medida
(Fuente: Autora)

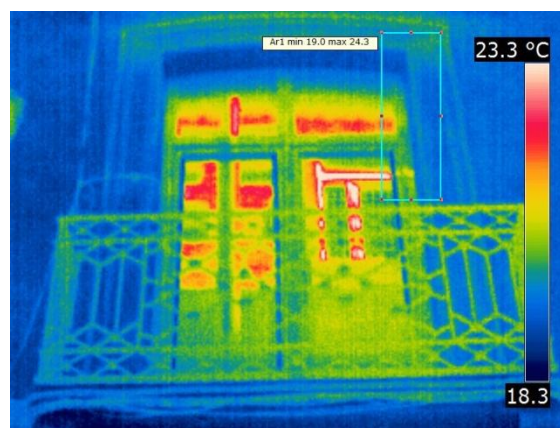


Figura 30: Herramienta área de medida
(Fuente: Autora)

²⁶ MELGOSA REVILLAS, Sergio. Guía de la termografía infrarroja. Aplicaciones en ahorro y eficiencia energética. Madrid: FENERCOM, 2.011. Pág. 35.

- Isoterma: se definen como las “[...] líneas de la misma temperatura [...]”²⁷ a las cuales se les asigna el mismo color, pudiendo así identificarlas claramente. “[...] Por tanto, es una herramienta idónea para detectar posibles puentes térmicos en los cerramientos de edificios [...]”²⁸
- Área de medida: mediante esta herramienta “[...] se podrá trazar un área en la imagen y ver el punto más frío y el punto más caliente y la temperatura media [...]”²⁹ (Figura 30).
- Línea de medición: es una herramienta que “[...] permite obtener la variación de temperatura a lo largo de una línea trazada en la imagen [...]”³⁰

²⁷ TESTO AG. *Termografía, guía de bolsillo*. Madrid: TESTO AG, 2.008. Pág. 43.

²⁸ PALMA SELLÉS, Pablo. *Aplicación de la termografía en auditorías energética de edificios*. [Trabajo de Fin de Grado] San Vicente del Raspeig: Universidad de Alicante, Escuela Politécnica Superior, 2.013. Pág. 128.

²⁹ *Ibidem*. Pág 35.

³⁰ PALMA SELLÉS, Pablo. *Aplicación de la termografía en auditorías energética de edificios*. [Trabajo de Fin de Grado] San Vicente del Raspeig: Universidad de Alicante, Escuela Politécnica Superior, 2.013. Pág. 131.

6. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Tras realizar una recopilación sobre los estudios relacionados respecto al tema que se trata en este proyecto, se ha llegado a la conclusión de que cuando se analiza una edificación para comprobar su eficiencia energética y proponer una rehabilitación de ella, acorde a los resultados obtenidos mediante termografía como herramienta auxiliar de diagnóstico, nunca se presentan por separado a las fachadas ya que forman parte de la envolvente energética del edificio y, por lo tanto, es un elemento más a tratar, aunque al ser la imagen de la construcción en cuestión se le puede dar un mayor protagonismo y cuidado, más si tenemos en cuenta si existe algún grado de protección sobre ella.

De esta manera, tanto los estudios, artículos, y normativa que atañen a las fachadas incluyen no sólo información sobre ellas, sino también referencias relativas a comportamientos térmicos, eficiencia energética y, en muchos casos, la problemática ambiental y las medidas necesarias para evitar el gasto de energía de manera masiva.

Por lo tanto, se ha decidido dividir el estado de la cuestión en dos apartados. En el primero de ellos se recopila la información referente a los distintos tipos de publicaciones encontrados y que tienen como temática común a las fachadas, los edificios catalogados de Alicante, la envolvente térmica y la problemática ambiental.

En segundo y último lugar, se incluye información respecto a la termografía infrarroja como herramienta para el estudio de las fugas energéticas en edificación, en particular en los elementos que conforman la envolvente térmica de las construcciones.

6.1. FACHADAS Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Para una mayor claridad se ha decidido dividir la recopilación de documentos según sean normativas, publicaciones, artículos, trabajos académicos u otras plataformas como conferencias, vídeos y páginas web.

6.1.1. Normativa de referencia

Para tener una mayor comprensión de los tipos de fachadas existentes en el Catalogo de Bienes y Espacios Protegidos de Alicante, ha sido necesario buscar las normativas posteriores al Código Técnico de la Edificación. Así en primer lugar se cita a las *Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE)*³¹, una serie de documentos publicados a partir de 1.974 hasta 1.979 que recogían las características a cumplir por diferentes elementos constructivos, tales como cimentaciones, carpinterías, estructuras, fachadas, cubiertas, instalaciones, particiones y revestimientos. Estas normas únicamente recogían recomendaciones y, por lo tanto, no eran de obligado cumplimiento. Su importancia radica en que fueron las primeras normas en contemplar al aislamiento térmico como una capa más de las fachadas. Por otra parte las *Normas Básicas de la Edificación (NBE)*³², también una serie de normas publicadas a partir de 1.979, pero esta vez de obligado cumplimiento, y que asentaron las bases en materia de construcción en la península. Cabe destacar la NBE-CT-79 en la que se establecen por primera vez las condiciones térmicas de los edificios, y en la que se tenían en cuenta conceptos como transmisión de calor, comportamiento higratérmico y permeabilidad de cerramientos. Y por último el vigente *Código Técnico de la Edificación (CTE)*³³ que se define como “[...]el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE) [...]”³⁴ Por lo tanto es la normativa vigente y que comprende muchos más aspectos sobre condiciones térmicas que sus predecesoras, además de gran cantidad de tipologías de fachadas, sus comportamientos térmicos y la localización de los puentes térmicos más comunes que se dan en ellas.

³¹ MINISTERIO DE VIVIENDA. Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE). Madrid: Ministerio de vivienda, 23 de diciembre de 1.972.

³² MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA. Normas Básicas de la Edificación (NBE). Madrid: Ministerio de la presidencia, 6 de julio de 1.979.

³³ MINISTERIO DE VIVIENDA. *Código Técnico de la Edificación*. Madrid: Ministerio de Vivienda, marzo de 2.006.

³⁴ CTE. Código Técnico de la Edificación. [En línea] <http://www.codigotecnico.org/index.php/menu-que-cte>

6.1.2. Guías y publicaciones de apoyo

En primer lugar se ha de destacar la publicación *“Fachadas. Cerramientos de edificios”*³⁵ enteramente dedicada a las fachadas, su tipología, composición y desarrollo a lo largo del tiempo. Se incluyen gran cantidad de imágenes y detalles constructivos de las mismas, así como explicaciones del comportamiento higrotérmico de cada una de ellas. En especial, han sido de gran utilidad los apuntes y recomendaciones de la autora en cuanto a las fachadas de una hoja de mampostería y las de ladrillo cerámico. También se cree necesario destacar la *“Guía de arquitectura de la provincia de Alicante”*³⁶, que como bien indica su nombre, es una guía de edificaciones muy singulares o con valor histórico y/o arquitectónico ordenadas por municipios y su fecha de construcción, el cual que ha servido para poder realizar las hojas de datos para los análisis estadísticos que se incluirán en el desarrollo práctico.

Por otro lado, una de las publicaciones que más ha ayudado a la redacción de la parte práctica de este trabajo ha sido *“Certificación energética en edificios existentes. Criterios para la identificación de la envolvente térmica”*³⁷, en particular a la identificación de la composición de la envolvente de un edificio, sobre todo en cuanto a fachadas (espesores, tipos de materiales), en relación a la normativa aplicable de la época y el tipo de construcción imperante, los cuales han sido tomados como referencia.

Ahora bien, respecto a eficiencia energética se destaca la publicación *“Guía de recomendaciones de eficiencia energética; certificación de edificios existentes CE3”*³⁸ y que tal y como indica su nombre es una guía que propone varias medidas para aumentar la eficiencia energética de las edificaciones existentes. De gran utilidad han sido los apartados concernientes a la mejora del aislamiento de muros de fachada, cubiertas y carpinterías.

Para finalizar con este apartado se destacan dos publicaciones que tienen como predominante común la rehabilitación energética de edificios protegidos. En el primero de ellos *“Soluciones de aislamiento térmico para edificios protegidos de especial interés arquitectónico o*

³⁵ SÁNCHEZ-OSTIZ GUTIÉRREZ, Sonia. *Fachadas. Cerramientos de edificios*. Madrid: Inversiones Editoriales DOSSAT, 2.011.

³⁶ JAÉN Y URBAN, G. y MARTÍNEZ MEDINA, A. *Guía de arquitectura de la provincia de Alicante*. Alicante : Instituto de Cultura Juan Gil-Albert, 1.999.

³⁷ PÉREZ COBOS, Sergi. *Certificación energética en edificios existentes. Criterios para la identificación de la envolvente térmica*. Barcelona: Marcombo, 2.013.

³⁸ UNIDAD DE EFICIENCIA ENERGÉTICA APPLUS Y OTROS. *Guía de recomendaciones de eficiencia energética: certificación de edificios existentes CE3*. Madrid: IDAE, julio 2.012.

histórico. Ejemplo de actuación³⁹, se expone el caso de la rehabilitación energética mediante un SATE (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior) que es capaz de emular el acabado original de la fachada y, por lo tanto, no afecta a la restricción impuesta por el nivel de protección y cuya solución de aislamiento térmico ofrece mejores prestaciones que el aislamiento por el interior, aún así no en todas las fachadas se pudo emplear ese tipo de aislamiento, por lo que se tuvo que recurrir a hacerlo por el interior. La segunda publicación *“Rehabilitación energética de edificio catalogado como bien de interés cultural (BIC)”*⁴⁰ es un proyecto que tiene como finalidad la mejora de la calificación energética en un edificio considerado Bien de Interés Cultural a la vez que se le da un nuevo uso.

6.1.3. Trabajos académicos

El trabajo *“La mirada y reflexión sobre las técnicas tradicionales”*⁴¹ es una recopilación de detalles, perspectivas y secciones realizados por alumnos de la universidad y que tienen como protagonista principal a la construcción tradicional. Para su exposición, siguen el orden de ejecución de una edificación y las imágenes se acompañan de textos explicativos sobre el funcionamiento de las distintas partes, como cimentaciones, fachadas, arcos, dinteles, bóvedas y escaleras. Se menciona aquí porque ha servido para ilustrar el tipo de encuentros entre los diferentes elementos constructivos que conforman la envolvente y cómo se resolvían antes de la publicación de cualquier normativa.

6.1.4. Otras plataformas

Las dos páginas web que mencionan a continuación están dedicadas a los edificios catalogados de Alicante y han servido en gran medida para el desarrollo de los análisis sobre fachadas que se desarrolla en la parte práctica. En primer lugar la página *“Asociación Cultural Alicante Vivo”*⁴² que tal y como su nombre indica, es una asociación cultural sin ánimo de lucro que [...] comenzó para dar conocer y difundir la cultura, la historia y la idiosincrasia de la provincia

39 EPELDE MERINO, Marta. Soluciones de aislamiento térmico para edificios protegidos de especial interés arquitectónico o histórico. Ejemplo de actuación. País Vasco: Kursaal Rehabiliaciones integrales, 2.014.

⁴⁰ MENÉNDEZ SUÁREZ, Ana I., MENÉNDEZ SUÁREZ, Iván. *Rehabilitación energética de edificio catalogado como bien de interés cultural (BIC)*. Barcelona: Eficiencia Integral Constructiva, s.l. (EFINCO), 2.015. Disponible en: <http://docplayer.es/10584637-Casa-alvarez-mendoza-1914-rehabilitacion-energetica-de-edificio-catalogado-como-bien-de-interes-cultural-bic.html> [Consulta:16 de abril de 2.016]

⁴¹ GARCÍA-ESPARZA, Juan A. *La mirada y reflexión sobre las técnicas tradicionales*. [Trabajo de asignatura] Castellón: Publicaciones de la Universidad Jaume I, 2.013. Disponible en: <http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/67461>

⁴² ASOCIACIÓN CULTURAL ALICANTE VIVO [en línea] <http://www.alicantevivo.org> [Consulta: 6 de diciembre de 2.015]

de Alicante [...] ⁴³ Ha sido una gran fuente de información ya que contiene mucha información sobre artículos dedicados a las edificaciones catalogadas alicantinas, con explicaciones y denuncias sobre su situación dentro del PGOUA, además de añadir anécdotas y hechos sobre la historia de Alicante en relación a su evolución social. También ha supuesto una gran fuente bibliográfica ya que cada uno de los artículos publicados incluyen referencias a libros, archivos y publicaciones consultadas. En segundo lugar “Alacantí de profit” ⁴⁴, el cual es un blog dedicado a realizar entradas informativas sobre la actualidad de Alicante, en especial a todo lo relacionado con el urbanismo y la arquitectura de la zona. Se destacan las secciones “Renovado y rehabilitado” y “Edificios catalogados” en los que se ha podido encontrar información muy actual sobre el estado de edificaciones catalogadas, su situación tras la expulsión del Catálogo de Bienes y Espacios Protegidos y las diferentes obras de rehabilitación que se han dado en algunos de ellos.

Por último, se destaca la siguiente ponencia “Rehabilitación energética de edificios de viviendas bajo el Plan de Especial Protección del Patrimonio urbanístico construido en Donostia-San Sebastián” ⁴⁵ que tiene varios puntos comunes con el presente trabajo. En primer lugar el carácter protegido de las edificaciones que se estudian y su propuesta de rehabilitación; en segundo, el empleo de un Sistema de Información Geográfica para determinar la tipología mayoritaria de fachada y el empleo de la termografía infrarroja como medio auxiliar para el estudio energético de un caso en particular.

6.2. TERMOGRAFÍA INFRARROJA APLICADA AL ANÁLISIS DE LA EDIFICACIÓN

En los siguientes apartados, antes de referenciar los trabajos y publicaciones que han servido de apoyo para la redacción de la parte sobre termografía infrarroja, se ha decidido añadir una breve introducción sobre esta técnica y en qué sectores de la construcción se está empleando con grandes beneficios.

⁴³ Ibídem <http://www.alicantevivo.org/2008/01/acerca-de-alicante-vivo.html>

⁴⁴ ALACANTÍ DE PROFIT [En línea] <http://alacantideprofit.blogspot.com.es> [Consulta: 15 de enero de 2.016]

⁴⁵ MARTÍN, A.; MILLÁN, J. A.; HIDALGO, J. M.; IRIBAR, E. *Rehabilitación energética de edificios de viviendas bajo el Plan de Especial Protección del Patrimonio urbanístico construido en Donostia-San Sebastián*. Madrid: Congreso Internacional de Eficiencia Energética y Edificación Histórica, 2.014. Disponible en pdf: https://energyheritage.files.wordpress.com/2014/12/actas_357-365_rehabilitacion3b3n-energic3a9tica-de-edificios.pdf

6.2.1. Introducción

Aproximadamente en el 480 a.c., mucho antes del descubrimiento si quiera de cualquier concepto relativo a ondas o espectros, Hipócrates basaba sus diagnósticos de enfermedades y su localización en el cuerpo humano según la rapidez con la que el barro se secaba sobre la superficie de este, es decir, por la diferencia de temperaturas existente en la superficie del cuerpo⁴⁶. Dicho experimento no es difícil de extrapolar al caso del diagnóstico de fachadas si tenemos en cuenta que los puntos que irradian la mayor cantidad de temperatura –en realidad esto es los que irradian mayor cantidad de ondas electromagnéticas infrarrojas- pueden ser los que sufran algún tipo de problema constructivo o patología. Siglos más tarde, “[...] *Herschel descubrió la existencia de la radiación infrarroja en 1.800 [...]*”⁴⁷ mientras realizaba la descomposición de la luz a través de un prisma y medía la temperatura de cada una de las zonas de distinto color (rojo, naranja, amarillo, verde, azul y violeta). En una zona contigua al rojo descubrió un aumento de temperatura considerable, que llamó “calor negro” (pues no era visible, pero sí detectable por su temperatura) y que hoy en día se conoce como infrarrojo (por debajo del rojo).

Pasarían muchos siglos hasta que la radiación infrarroja que devuelve una superficie se pudiera transformar en una imagen visible para el ojo humano. Al igual que en muchos otros avances, sería en el campo militar dónde ésta tecnología comenzaría su andadura con cámaras termográficas, de gran tamaño y peso, para tareas de vigilancia nocturna. Se tuvo que esperar hasta 1.997 para que se desarrollara una cámara termográfica portátil debido a que hasta ese momento no se había creado un microbolómetro (un elemento que detecta la radiación infrarroja y que no necesita refrigeración) lo suficientemente pequeño. La mejora del aparato fue radical y el avance en este tipo de detectores consiguió aumentar la nitidez de las imágenes y la reducción del precio de venta.

A partir de ese momento empezó la expansión y uso de la cámara en diferentes campos a los militares y comerciales. Ciencia, medicina, industria y edificación serían los siguientes en beneficiarse de las ventajas de la termografía gracias a tres de sus principales ventajas: que no dañaba el objeto de estudio, que se podía hacer a distancia y sin necesidad de contacto y que en

⁴⁶ PIQUER, Andrés. *Las epidemias de Hipócrates, con observaciones prácticas de los antiguos y modernos*. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo, 1978. ISBN 8476700679.

⁴⁷ FLIR y ALAVA INGENIEROS. *Termografías para el diagnóstico de edificios*. Madrid: FLIR, 2011. Pág. 6.

un breve lapso de tiempo se podían obtener unos resultados sin necesidad de pasar por un laboratorio.

A nivel europeo ya se cuentan con asociaciones que tienen en común el uso de los ensayos no destructivos para la comprobación de calidad de materiales y junto a ellos, el uso de la termografía, junto a normativas, métodos y pruebas que las regulan. En España se cuenta con la Asociación Española de Ensayos No Destructivos (AEND) y la Asociación Española de Termografía (AETIR). Ambas tienen los objetivos comunes de promover y fomentar el uso de la termografía infrarroja, así como formar trabajadores para obtener un personal cualificado respecto al uso y manejo de la cámara y especializaciones en varios campos, como es el de la edificación.

6.2.2. Termografía infrarroja aplicada a la edificación

La termografía infrarroja es una técnica multifacética que ha demostrado a lo largo de los años que su uso como ensayo no destructivo en diferentes campos es fiable, rápido y preciso a la hora de obtener resultados. En edificación se destacan:

- Análisis energético de la envolvente térmica: fachadas, cubiertas y carpinterías son los principales protagonistas en las fugas energéticas de los edificios. La falta de aislamiento o su mala colocación (Figura 31), una solución constructiva mal ejecutada o la deficiente resolución de encuentros entre varios elementos (Figura 32), además del paso del tiempo y la degradación de materiales a causa de agentes externos o la falta de mantenimiento son los principales problemas más comunes que se pueden encontrar en la envolvente térmica de un edificio.
- Localización de puentes térmicos: es común encontrar elementos constructivos enrasados a fachada, como los forjados y pilares, que únicamente se revisten con el material de acabado, sin emplear ningún tipo de aislamiento que los separe del ambiente exterior y que pueda impedirles actuar como conductores hacia el interior de las viviendas. En la Figura 33 se puede ver un ejemplo de puente térmico a través de pilares y frentes de forjado que han quedado a ras de la. Por su parte, en Figura 34 se pueden ver las filtraciones de aire (morado) a través de huecos en carpinterías debido a las diferencias de presiones que existen entre el interior y el exterior de la vivienda lo que evidencia una falta de estanqueidad debido a una mala unión entre marco y paramento.



Figura 31: Deficiente colocación de aislamiento de espuma
(Fuente: Introducción a los principios de la termografía (2.009, Pág.41))

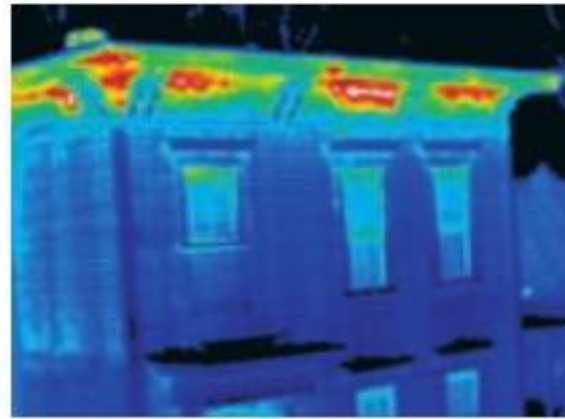


Figura 32: Mala solución encuentro fachada con cubierta
(Fuente: Introducción a los principios de la termografía (2.009, Pág.41))



Figura 33: Puentes térmicos en fachada
(Fuente: Guía de la termografía infrarroja (2.011, Pág. 132))

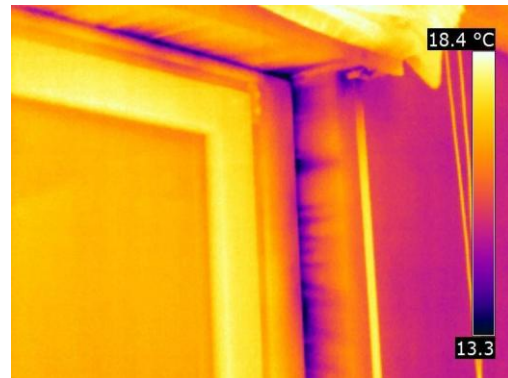


Figura 34: Filtraciones de aire por marco de ventana
(Fuente: <https://www.construible.es/comunicaciones/ii-congreso-eecn-analisis-de-la-estanqueidad-del-aire-blower-door>)

➔ Humedades y condensaciones: las filtraciones de agua a través de la hoja exterior de la fachada o las filtraciones en las cubiertas por culpa de una mala colocación de la barrera impermeable, las humedades por capilaridad o simplemente la falta de ventilación en una estancia pueden dar lugar a ellas. En las Figura 35 y Figura 36 se pueden ver zonas más oscuras que representan la entrada de agua y su acumulación en el falso techo de una estancia o subida por capilaridad en una fábrica de ladrillo.

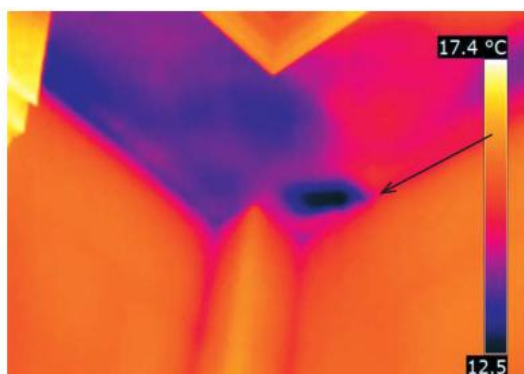


Figura 35: Humedades en falso techo

(Fuente: Guía de la termografía infrarroja (2.011, Pág. 70))



Figura 36: Humedades en base de cerramiento

(Fuente: Termografía para diagnóstico de edificios (2.013, Pág. 19))

- ➔ Inspección de instalaciones: las instalaciones de suministro son fácilmente visibles ya que emiten calor o frío, por lo tanto la detección de problemas en ellos lleva la ventaja añadida de no necesitar romper las zonas en las que se encuentran (Figura 37 y Figura 38).

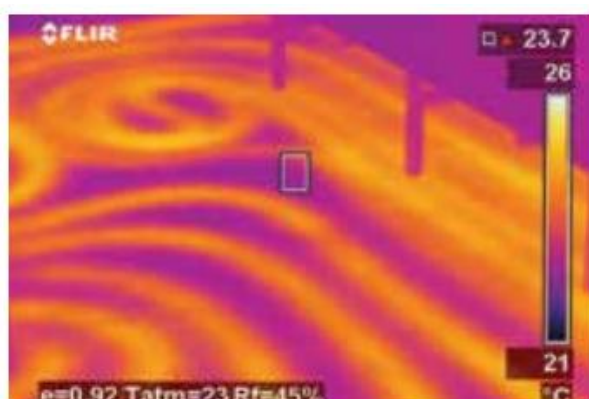


Figura 37: Calefacción mediante suelo radiante

(Fuente: Termografía para diagnóstico de edificios (2.013, Pág. 20))



Figura 38: Tubería de ACS bajo pavimento

(Fuente: Termografía para diagnóstico de edificios (2.013, Pág. 20))

- ➔ Localización de plagas: en edificios de cierta antigüedad no es difícil encontrar elementos constructivos a base de madera que pueden estar afectados por plagas, como termitas o carcomas. Los túneles que crean son fácilmente visibles con la termografía.
- ➔ Identificación de estructuras ocultas y materiales empleados: la diferencia de emisividades de los materiales propicia que mediante un termograma se pueda ver la estructura que ha quedado bajo el acabado. En Figura 39 se pueden apreciar los túneles (en morado) que la plaga ha ido excavando en el interior de una fábrica y que sin una

cámara termográfica hubiera sido imposible de ver hasta que el problema hubiera sido más grave y el paramento hubiera comenzado a deshacerse. En la Figura 40 se pueden ver dos ventanas cegadas (en verde) debido a la diferente emisividad de los materiales empleados para tapiarlas.



Figura 39: Presencia de plagas en el interior de fábrica
(Fuente: Cámaras termográficas FLIR para diagnóstico de edificios (2.014, Pág. 5))



Figura 40: Huecos cegados
(Fuente: LÓPEZ DAVÓ, Joaquín. (2013, Pág. 27))

A la vista de las anteriores termografías se hace evidente que su uso no únicamente aplicable a la envolvente térmica de una edificación y a su eficiencia energética, también es de gran utilidad en la comprobación de las redes de calefacción y la detección de plagas. Además, en los últimos años se ha venido empleando la termografía infrarroja en conjunto con la tecnología BlowerDoor, un dispositivo capaz de medir las infiltraciones que se produzcan en la vivienda y, por lo tanto, su estanqueidad.

Para concluir este punto, en los siguientes apartados se realiza un listado y breve resumen de los documentos que regulan o están relacionados con la herramienta de estudio de las fachadas, la termografía. Para una mayor comprensión se han dividido en normativa aplicable, guías y publicaciones de referencia, además de trabajos académicos como Tesis y Trabajos de Fin de Grado que se han considerado para la elaboración del presente trabajo.

6.2.3. Normativa

En la actualidad, la única normativa que hace especial referencia al uso de la termografía para la envolvente de los edificios es la *EN 13187:1998*⁴⁸ y la española *ISO 9712*⁴⁹ referente a la certificación y cualificación del personal para ensayos no destructivos. Existen, sin embargo, otras normativas de origen americano, francés y alemán que emplean la termografía infrarroja para el análisis de instalaciones y para establecer los requisitos mínimos de las cámaras termográficas, entre otros, no obstante, estas últimas no se van a incluir en este apartado por no haber podido tener acceso a los textos completos, por lo que solo se citarán las dos siguientes. En primer lugar la *“EN 13187:1.998. Prestaciones térmicas de edificios. Detección cualitativa de irregularidades en cerramientos de edificios. Método de infrarrojos”*, la cual es una norma española adaptada de la ISO 6781:1983 y ratificada por AENOR en noviembre de 2.000 y que se modificó para introducir un procedimiento para pruebas simplificadas con cámara IR. Su objetivo se especifica de la siguiente manera [...] *método cualitativo, mediante examen termográfico, para detectar irregularidades térmicas en la envolvente del edificio [...] identificar variaciones generales de las propiedades térmicas, incluyendo la estanqueidad de los componentes que constituyen la envolvente exterior de los edificios. [...]*⁵⁰ En ella se recoge terminología relativa al campo de la termografía y siete capítulos entre los que se destacan los relacionados con el procedimiento general para la realización de los termogramas de la envolvente, su evaluación y un listado de datos que deben aparecer en el informe. Por otro lado la *“UNE-EN ISO 9712:2012. Ensayos no destructivos – Calificación y certificación de personal para END”* y que, como su propio nombre indica, en esta norma se *“[...] especifica los requisitos para los principios de cualificación y certificación del personal que realiza ensayos no destructivos [...]*”⁵¹ entre ellos la termografía infrarroja. La norma incluye 11 capítulos entre los que se destaca el relacionado con los niveles de cualificación del personal para END.

⁴⁸ AENOR. EN 13187:1.998. *Prestaciones térmicas en edificios. Detección cualitativa de irregularidades en cerramientos de edificios. Método infrarrojos*. Madrid: AENOR, 1 de noviembre de 2.000.

⁴⁹ AENOR. UNE-EN ISO 9712:2.012. *Ensayos no destructivos. Cualificación y certificación del personal que realiza ensayos no destructivos*. Madrid: AENOR, 28 de noviembre de 2012.

⁵⁰ AENOR. EN 13187:1.998. Op.cit. Pág 4. Traducción de PALMA SELLÉS, PABLO. *Aplicación de la termografía en auditorías energéticas de edificios*. [Proyecto Fin de Grado] San Vicente del Raspeig: Universidad de Alicante, Escuela Politécnica Superior, 2.013.

⁵¹ AENOR. UNE-EN ISO 9712:2.012. *Ensayos no destructivos. Cualificación y certificación del personal que realiza ensayos no destructivos*. Madrid: AENOR, 28 de noviembre de 2012. Pág, 8.

6.2.4. Guías y publicaciones de apoyo

Existe una gran serie de guías respecto a la termografía infrarroja, los principios en los que se basa y su uso y análisis de termogramas. Entre todas ellas, se destacan en primer lugar la *“Guía de la termografía infrarroja (Aplicaciones en ahorro y eficiencia energética)”*⁵², publicada en 2011 por FENERCOM y escrita por Sergio Melgosa Revillas (Director de eBuilding y Termógrafo de Nivel III) está dirigida *“[...] tanto al público profesional como al ciudadano [...]”* y recoge una introducción muy completa sobre principios básicos de termodinámica así como de infrarrojos. También incluye nociones de uso y manejo de la cámara termográfica y las variables que intervienen en el análisis de los termogramas. Por último, se recogen varios ejemplos prácticos en los que se ha empleado la termografía infrarroja para analizar el comportamiento térmico de varios edificios. En segundo lugar *“Termografía, guía de bolsillo”*⁵³, publicada en 2008 por la empresa de instrumentos de medición Testo. En ella se puede encontrar una introducción tanto teórica como práctica a la termografía infrarroja e innumerables consejos sobre cómo realizar correctamente un termograma y no cometer errores en su análisis. En sus últimas páginas incluye un glosario de terminología sobre el tema. Por último *“Termografía para diagnóstico de edificios”*⁵⁴, publicada por Alava ingenieros en colaboración con la empresa Flir, especialista en cámaras termográficas. Presenta una lista de ventajas del empleo de la termografía en el campo de la construcción con múltiples ejemplos de termogramas y su correspondiente análisis de casos particulares que emplean la termografía para mantenimiento, conservación, inspecciones de aislamiento o fugas de agua.

6.2.5. Trabajos académicos

En cuanto a Trabajos de Fin de Grado cabe destacar los siguientes, tanto por la semejanza de temas tratados como por el uso de la termografía infrarroja como herramienta principal de estudio.

⁵² MELGOSA REVILLAS, Sergio. *Guía de la termografía infrarroja. Aplicaciones en ahorro y eficiencia energética*. Madrid: FENERCOM, 2.011.

⁵³ TESTO AG. *Termografía, guía de bolsillo*. Madrid: TESTO AG, 2.008.

⁵⁴ ALAVA INGENIEROS Y FLIR. *Termografía para diagnóstico de edificios*. Madrid: ALAVA INGENIEROS Y FLIR, 2.013.

En primer lugar *“Aplicación de la termografía en auditorías energética de edificios”*⁵⁵ Aunque su campo de actuación no coincide totalmente con el de este trabajo, si se ha tenido en cuenta porque una parte de las auditorías energéticas consiste en el estudio de la envolvente térmica de los edificios. Además también se ha empleado la termografía infrarroja como herramienta principal para su análisis, por lo que se ha decidido incluirlo en este apartado como gran fuente teórica y práctica sobre termogramas.

Por otro lado se destacan los cuatro siguientes Trabajos de fin de grado que tienen en común la caracterización térmica de varios edificios mediante termografía infrarroja. *“Caracterización térmica del edificio 1C mediante termografía infrarroja”*⁵⁶, en el que además se incluye la concienciación respecto a la eficiencia energética de los edificios a través del Plan Europa 2.020 que también se tiene en cuenta en la redacción del presente proyecto; *“Caracterización térmica del edificio 4k “Casa del Alumno””*⁵⁷, en el también se realiza una propuesta de mejora de la envolvente, en particular de las fachadas y las carpinterías, así como su viabilidad económica; en tercer lugar *“Caracterización de la envolvente de dos conjuntos de edificios mediante termografía”*⁵⁸ Uno de los trabajos sobre el uso de la termografía para el estudio de la envolvente de las edificaciones más práctico que teórico que se ha podido encontrar. Se le dedica una gran parte del proyecto al trabajo de campo y análisis de de las termografías de edificios a los que se ha podido acceder y a los que no. Se destacan los trabajos previos a la visita de los edificios en cuestión, la metodología para realizar un buen termograma y su puesta en práctica, así como el análisis de los resultados que han resultado ser una gran fuente de información para la redacción del presente Trabajo de Fin de Grado; y por último una tesina *“Propuesta de mejora de eficiencia energética, viabilidad técnica y económica en edificio existente”*⁵⁹, que aborda la mejora de la eficiencia energética de la envolvente e instalaciones, con la particularidad de que la edificación es catalogada, al igual que los estudiados en el presente

⁵⁵ PALMA SELLÉS, Pablo. *Aplicación de la termografía en auditorías energética de edificios*. [Trabajo de Fin de Grado] San Vicente del Raspeig: Universidad de Alicante, Escuela Politécnica Superior, 2.013.

⁵⁶ GARCÍA MORATALLA, Irene. *Caracterización térmica del edificio 1C mediante termografía infrarroja*. [Trabajo de Fin de Grado] Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2.013-2.014.

⁵⁷ FERRER MADRID, Elena. *Caracterización térmica del edificio 4k “Casa del Alumno”* [Trabajo de Fin de Grado] Valencia: Universidad Politécnica de Valencia 2.013-2.014.

⁵⁸ SÁNCHEZ MANCHÓN, Patricia. *Caracterización de la envolvente de dos conjuntos de edificios mediante termografía* [Título original: Caracterizació de d'envolvent de dos conjunts d'edificis mitjançant tècniques termogràfiques] [Proyecto de Fin de Grado] Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, Escuela Politécnica Superior de Edificación, 2.013.

⁵⁹ MARTÍN MARTÍNEZ, Ana. *Propuesta de mejora de eficiencia energética, viabilidad técnica y económica en edificio existente*. [Tesina] Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, Instituto de Sostenibilidad, 2.013.

trabajo. Se emplea el programa de certificación CE3X para realizar la propuesta de mejoras y así comparar la calificación energética que se obtienen antes y después de aplicarlas con unos resultados poco fiables o acordes a la realidad de la mejora que se ha propuesto.

PARTE II: DESARROLLO PRÁCTICO

7. CARACTERIZACIÓN TÉRMICA DE EDIFICIOS CATALOGADOS EN ALICANTE

En líneas sucesivas se desarrolla la parte práctica de este trabajo que va a consistir en primer lugar en la exposición de un apartado referente a la catalogación de bienes y espacios protegidos de Alicante, normas que les atañen y particularidades en los niveles de protección que definen las actuaciones que se pueden llevar a cabo en ellos y que condicionarán, en gran medida, las propuestas de rehabilitación.

Por otro lado, a partir de un Sistema de Información Geográfico (SIG) se ha realizado un estudio estadístico de las tipologías de fachada existentes dentro de éste catálogo para establecer una justificación respecto a la elección de los dos edificios que se estudian en profundidad más adelante.

Posteriormente, se realiza una caracterización térmica de cada uno de los dos edificios seleccionados, esto es de los elementos constructivos que forman su envolvente térmica como fachadas, cubiertas y carpinterías, incluyendo secciones y fotografías para una mejor localización y definición de cada uno de ellos. Ya que son edificaciones con más de 100 años, también se hace necesario incluir un apartado en el figuren las intervenciones que se han realizado en ellos y el estado actual en el que se encuentran.

7.1. EDIFICIOS CATALOGADOS

Se entiende por Elemento Catalogado “[...] las edificaciones y espacios de interés histórico, arquitectónico, artístico, arqueológico o cualquier otra naturaleza cultural existentes [...] y que sean especialmente representativos de la historia y cultura [...]”⁶⁰ y sobre las cuales existen una serie de protecciones que afectan a sus partes visibles de manera que puedan ser protegidas, conservadas o mejoradas. De acuerdo a ello se configura el Catálogo de Bienes y Espacios Protegidos que deberá redactar cada Ayuntamiento y que contendrá una serie de fichas (Figura 41 y Figura 42) en las que se recogen los datos más relevantes de los edificios que se han tenido en cuenta, tales como nombre, año de construcción, ubicación o grado de protección. Dentro de esta última existe una jerarquía que clasifica a los edificios de mayor a menor importancia respecto a la relevancia que puedan tener en el entorno en el que se ubica.



Figura 41: Ejemplo de ficha 1

(Fuente: Catálogo del Plan de Especial Protección y Conservación del Centro Tradicional (2.010, Pág. 77))

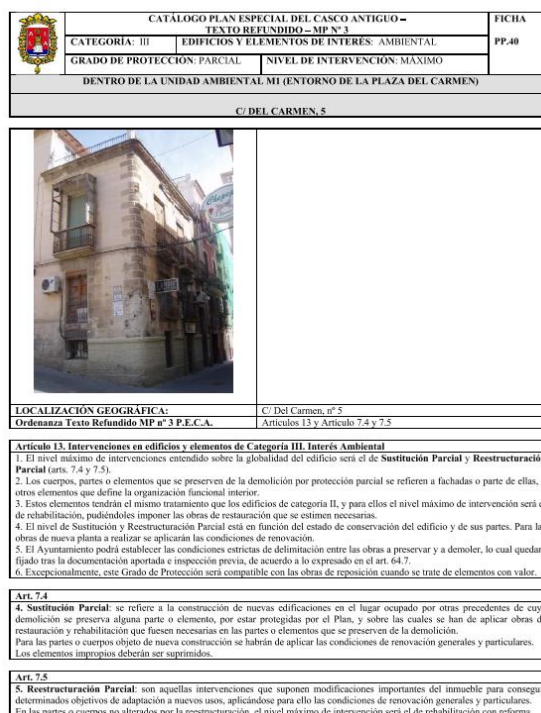


Figura 42: Ejemplo de ficha 2

(Fuente: Catálogo del Plan Especial del Casco Antiguo (2.015, Pág. 77))

⁶⁰ ESPAÑA. PRESIDENCIA DE LA GENERALITAT. *Ley 7/2.004 de Modificación de la Ley 4/1.998 del Patrimonio Cultural Valenciano*. Valencia: Diario Oficial de la Comunidad Valenciana, núm. 4867, 21 de octubre de 2.014.

Siendo así, y para el caso particular de este trabajo, el Plan General de Alicante ha establecido dos clasificaciones según la zona en la que se encuentre la edificación, quedando de la siguiente forma:

- 1) **Zona de Mercado**, delimitada por la Avd. Alfonso X el Sabio, la calle San Vicente, la calle Poeta Carmelo Calvo y la Avd. Benito Pérez Galdós; **y Plan de Especial Protección y Conservación del Centro Tradicional**, delimitado por la Avd. Dr. Gadea, la Explanada de España, la Rambla Méndez Núñez y la Avd. Alfonso X el Sabio y que diferencian entre los tres siguientes niveles de protección:
 - i. Protección Integral: “[...] edificios que deberán ser conservados íntegramente por su carácter singular y por razones históricas o artísticas, preservando sus características arquitectónicas originarias [...]”⁶¹ como los Bienes de Relevancia Local.
 - ii. Protección Parcial: “[...] edificios que por su valor histórico o artístico deben ser conservados al menos parcialmente, preservando los elementos que definen su estructura arquitectónica y aquellos elementos singulares de valor que existan en el edificio [...]”⁶²
 - iii. Protección Ambiental: “[...] edificios que por agregación y en relación con otros edificios contribuyen a conformar un determinado ambiente urbano de especial valor ambiental [...]”⁶³

- 2) **Revisión del Plan Especial del Casco Antiguo**, delimitado por la Avd. de Juan Bautista Lafora, la Rambla Méndez Núñez y el entorno del Castillo de Santa Bárbara y que define los siguientes niveles de protección:
 - i. Protección Integral: Bienes de Interés Cultural, Bien de Relevancia Local, Palacios Urbanos, Edificios de viviendas planificadas de calidad y Edificios de valor histórico singular.
 - ii. Protección General: “[...] Edificaciones con interés arquitectónico, artístico o testimonial, representativos de un estilo arquitectónico determinado, con alto grado

⁶¹ AYUNTAMIENTO DE ALICANTE. GERENCIA MUNICIPAL DE URBANISMO. *Plan de Especial Protección del Centro Tradicional de Alicante*. Alicante: Gerencia municipal de Urbanismo, 31 de marzo de 2.010. Pág. 23.

⁶² *Ibídem*. Pág. 23.

⁶³ *Ibídem*. Pág. 24.

de permanencia en la imagen urbana, aunque se encuentren aislados y embebidos entre edificaciones sin valor [...]”⁶⁴

- iii. Protección Parcial: “[...] Edificios de interés parcial que por formar parte de un conjunto ambiental urbano, merecen el mantenimiento de sus elementos valorados [...]”⁶⁵

Ahora bien, aunque exista un cambio en el nombre de los niveles de protección, a efectos prácticos las actuaciones que se pueden realizar sobre las edificaciones son idénticas, por lo que se van a considerar niveles de protección equivalentes a partir de ahora (Figura 43). También se ha decidido añadir el régimen de “Renovación-Conservación Transitoria” que establece el Plan Especial del Casco Antiguo que, aun no siendo un nivel de protección, sí es un régimen que se le ha aplicado a algunas edificaciones anteriormente catalogadas y es el caso de uno de los inmuebles que se estudia en este trabajo.



Figura 43: Intervenciones permitidas según régimen y nivel de protección

(Fuente: Elaboración propia a partir de Plan Especial de Protección y Conservación del Centro Tradicional y Plan Especial del Casco Antiguo)

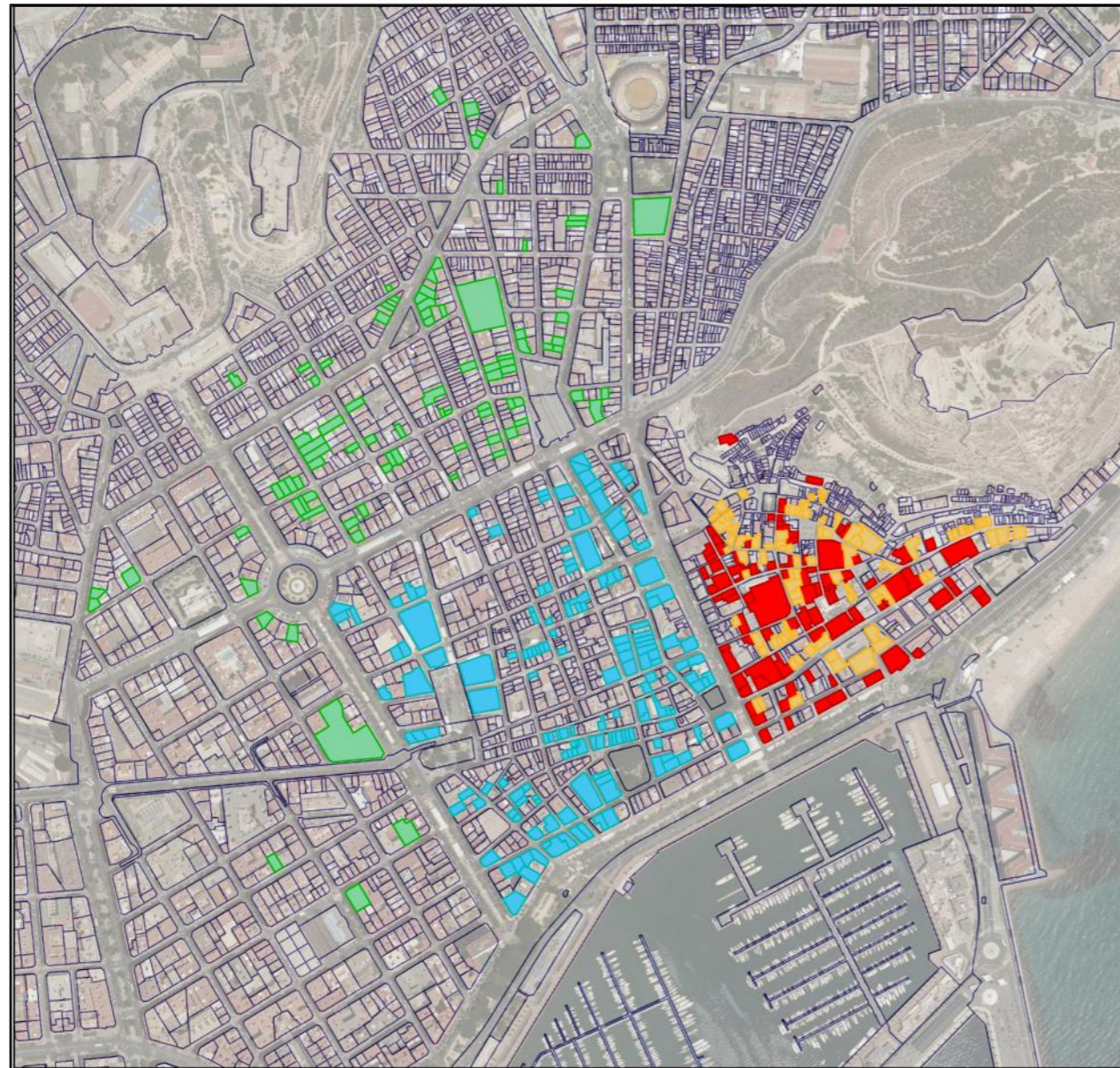
Conociendo lo anterior, para tener una visión global del tipo de edificaciones que existen dentro del Catalogo de Bienes y Espacios Protegidos se ha decidido realizar una serie de análisis

⁶⁴ AYUNTAMIENTO DE ALICANTE. COMISIÓN TERRITORIAL DE URBANISMO. *Revisión del Plan Especial del Casco Antiguo de Alicante*. Alicante: Comisión Territorial de Urbanismo, 23 de abril de 2.015. Pág. 11.

⁶⁵ *Ibidem*. Pág. 12.

mediante un SIG a partir de los datos obtenidos en las fichas del catalogo, las fichas catastrales, la normativa aplicable según el año de construcción y la información complementaria que pueda añadir la visita a los edificios.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE



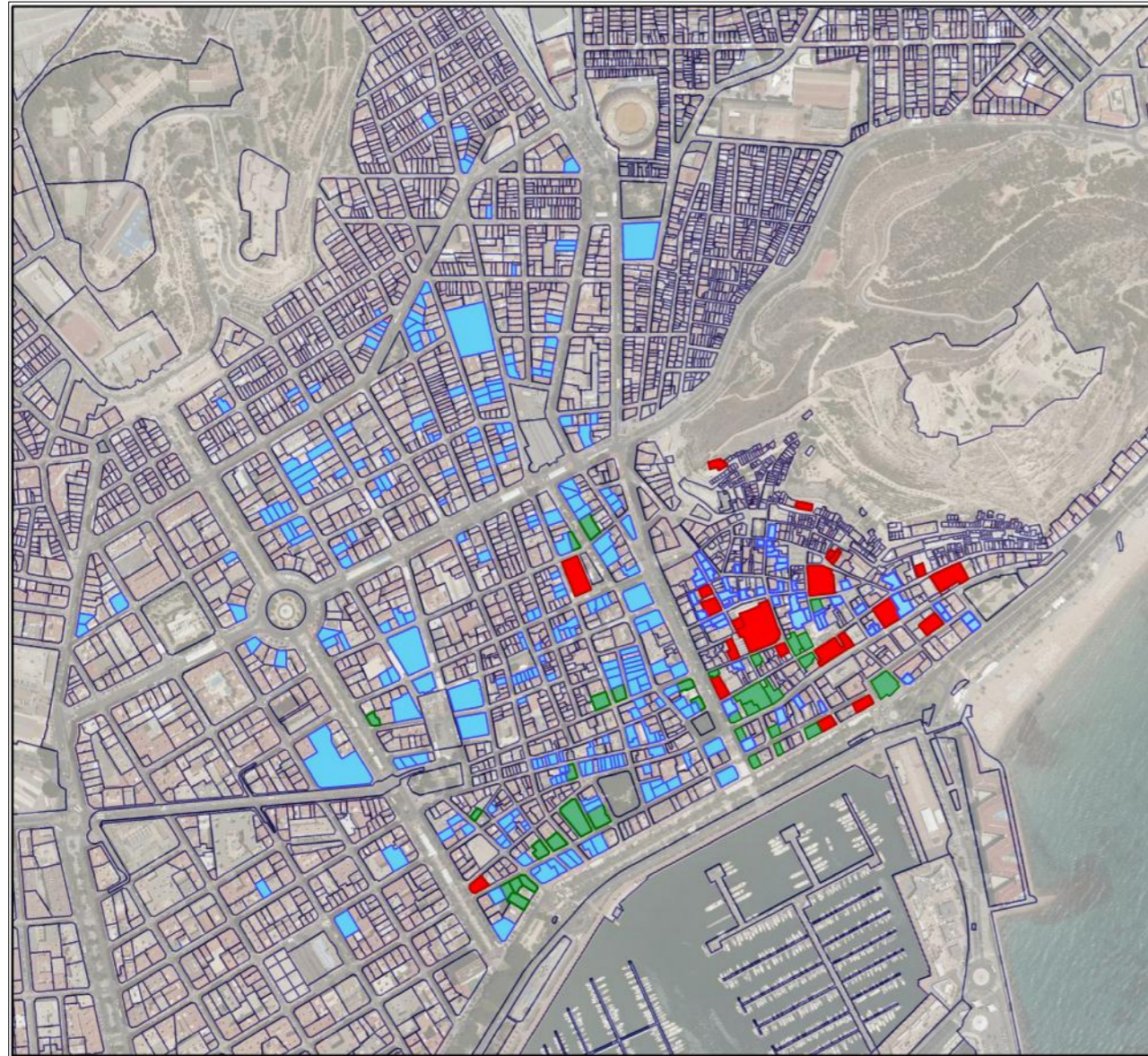
LEYENDA

| | |
|--|---------------------------------------|
| | Catalogados Casco Antiguo |
| | Renovación-Conservación Casco Antiguo |
| | Catalogados Zona Mercado |
| | Catalogados Centro Tradicional |

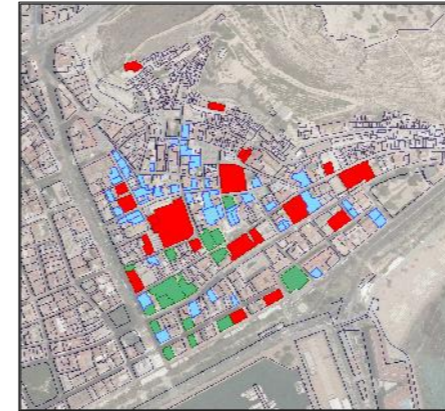
En la ciudad de Alicante existen un total de 348 edificios catalogados y 91 edificios bajo un régimen de renovación-conservación transitoria, repartidos entre la zona del Centro Tradicional (159), la Zona de Mercado (100) y el Casco Antiguo (177).

El mayor número de inmuebles catalogados se observa en el núcleo del Casco Antiguo por ser una de las zonas más antiguas de la ciudad, conformada alrededor de la Concatedral de San Nicolás y se compone, en su mayoría, por edificaciones entre medianerías, en largas hileras, y que pueden tener fachada a dos calles peatonales, estrechas y adoquinadas. La configuración de las edificaciones es irregular y caótica debido a la falta de un plan que lo regulase, por lo que se pueden encontrar inmuebles con apenas 5 metros de fachada y escasa iluminación natural. En segundo lugar en cuanto al número de inmuebles catalogados, se encuentra el Centro Tradicional con 159 y por último la zona de Mercado con 100. La trama urbana de ambas viene caracterizada por bloques de manzana cerrada, con patios interiores en algunos casos y esquinas achaflanadas o redondeadas. Existen edificaciones de medianería con predominancia de planta baja más tres alturas o menos, muy dependiente esto último de la función portante de la fachada. Existen, además, edificaciones aisladas que usualmente se sitúan en las inmediaciones de plazas o parques, por lo que su configuración es más uniforme que la zona del Casco Antiguo.

| | | | | |
|--|--|-------------------------------------|--|--|
|  <p>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA</p> | ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | <p>ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS EN LA CIUDAD DE ALICANTE</p> <p>PLANO: SITUACIÓN DE EDIFICIOS CATALOGADOS SEGÚN ZONA</p> | FECHA: JULIO 2.016 |
| | PROYECTO: ESTUDIO DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | ELABORADO MEDIANTE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA |



LEYENDA



Casco Antiguo



Centro Tradicional

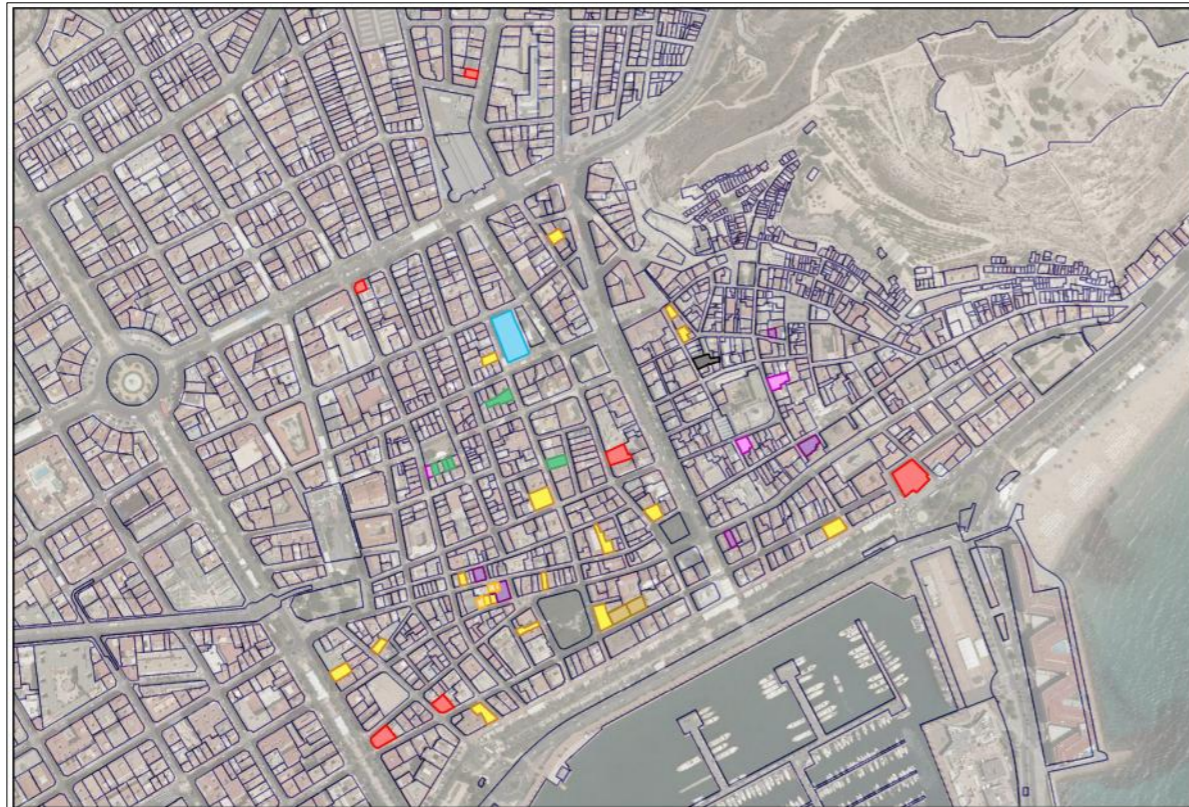


Mercado

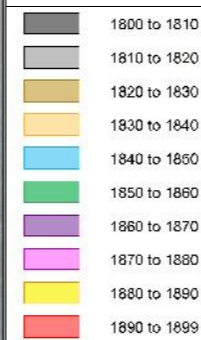
Ahora bien, en cuanto al número de inmuebles existentes en cada zona según el nivel de protección que se les ha asignado, se deduce lo siguiente:

- Que el nivel de protección ambiental es el predominante en el Centro Tradicional y Mercado por ser zonas relativamente nuevas en comparación con el Casco Antiguo.
- Que el mayor número de inmuebles con protección integral se encuentra en el Casco Antiguo por tener edificaciones de alto valor histórico y artístico como iglesias, ermitas y palacios urbanos.
- Que únicamente existen inmuebles bajo un régimen de Conservación-Renovación en el Casco Antiguo debido a la revisión del Plan Especial que lo afecta y por la necesidad de preservar la estética y la renovación de las edificaciones en mal estado que conforman las nuevas unidades ambientales.

| | | | | |
|---|--|-------------------------------------|---|--|
|  <p>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA</p> | ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | <p>ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS EN LA CIUDAD DE ALICANTE</p> <p>PLANO: SITUACIÓN DE EDIFICIOS CATALOGADOS SEGÚN ZONA Y NIVEL DE PROTECCIÓN</p> | FECHA: JULIO 2.016 |
| | PROYECTO: ESTUDIO DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | ELABORADO MEDIANTE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA |

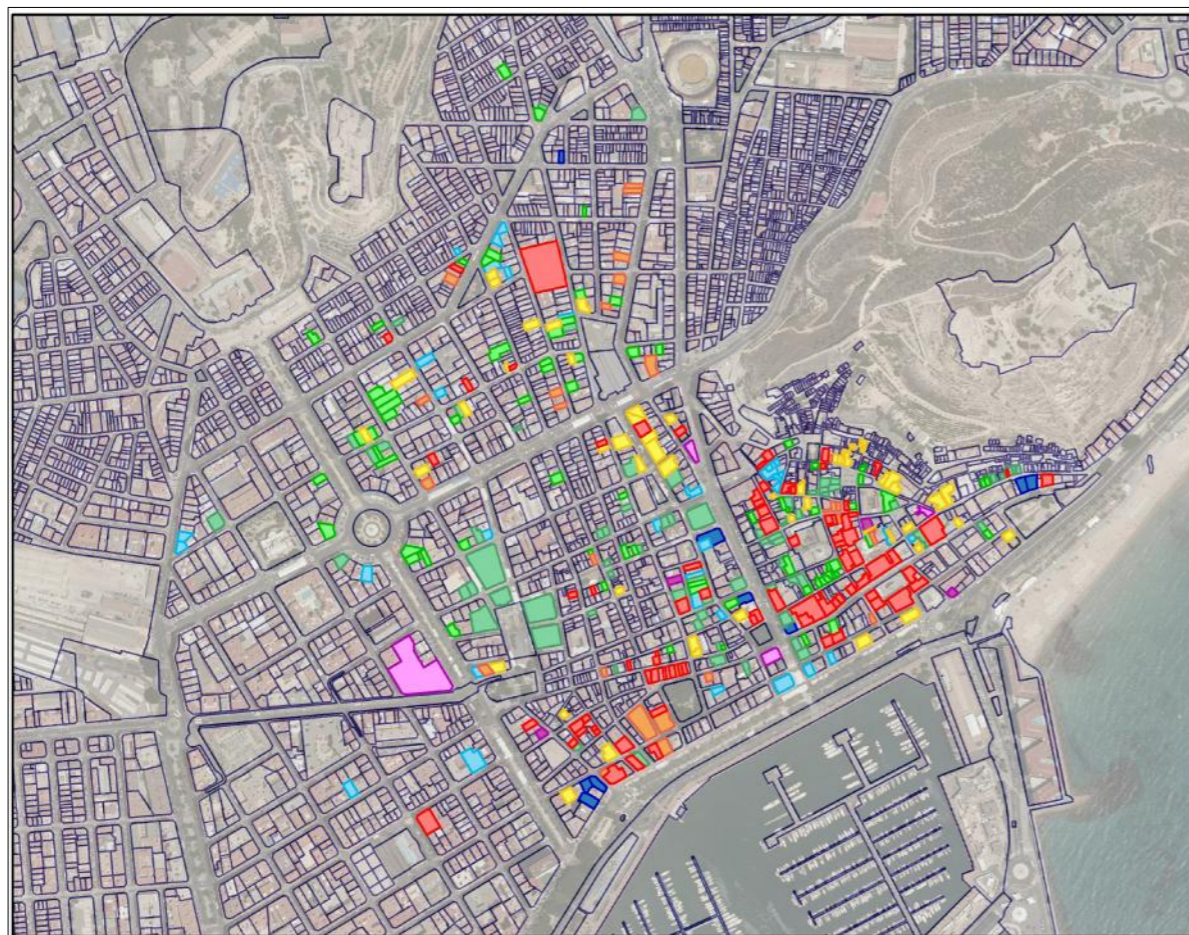


LEYENDA



Por otro lado, se cree interesante analizar la antigüedad de los inmuebles, ya que va a definir qué normativa y Ordenanzas Municipales se les ha aplicado para su construcción. Para hacer los análisis mediante el SIG se han establecido dos periodos: el primero de ellos abarca desde 1.800 hasta 1.899 (siglo XIX) y el segundo desde 1.900 hasta 1.999 (siglo XX). Así se observa lo siguiente:

- a) Que la menor cantidad de edificaciones protegidas pertenecen al siglo XIX, aunque se observa un aumento durante la década de 1.880 y 1.890. En este primer periodo es en el que se incluye una de las edificaciones a estudiar de este trabajo, en concreto la ubicada en San Nicolás 14 y construida en 1877.
- b) Que la mayor cantidad de edificaciones protegidas pertenecen al siglo XX, concentrándose la mayor parte en la primera mitad. Destacan las décadas de 1.900 y 1.930 por ser las que tienen mayor número de edificaciones catalogadas (96 y 73 respectivamente) En este segundo periodo es en el que se incluye el segundo edificio a estudiar en este trabajo, el ubicado en Médico Manero Mollà 13 y construido en 1.911.
- c) La edificación residencial más antigua data de 1.827 y la más nueva de 1.990, cuyas fachadas son de piedra y ladrillo respectivamente.
- d) Las construcciones más antiguas hacen referencia a las que tienen carácter religioso o son monumentos como la Concatedral de San Nicolás de Bari, la Iglesia de Santa María o el Torreón de Pólvora.



LEYENDA



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE ALICANTE
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA

ASIGNATURA:
PROYECTO FINAL DE GRADO

ALUMNA:
BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ

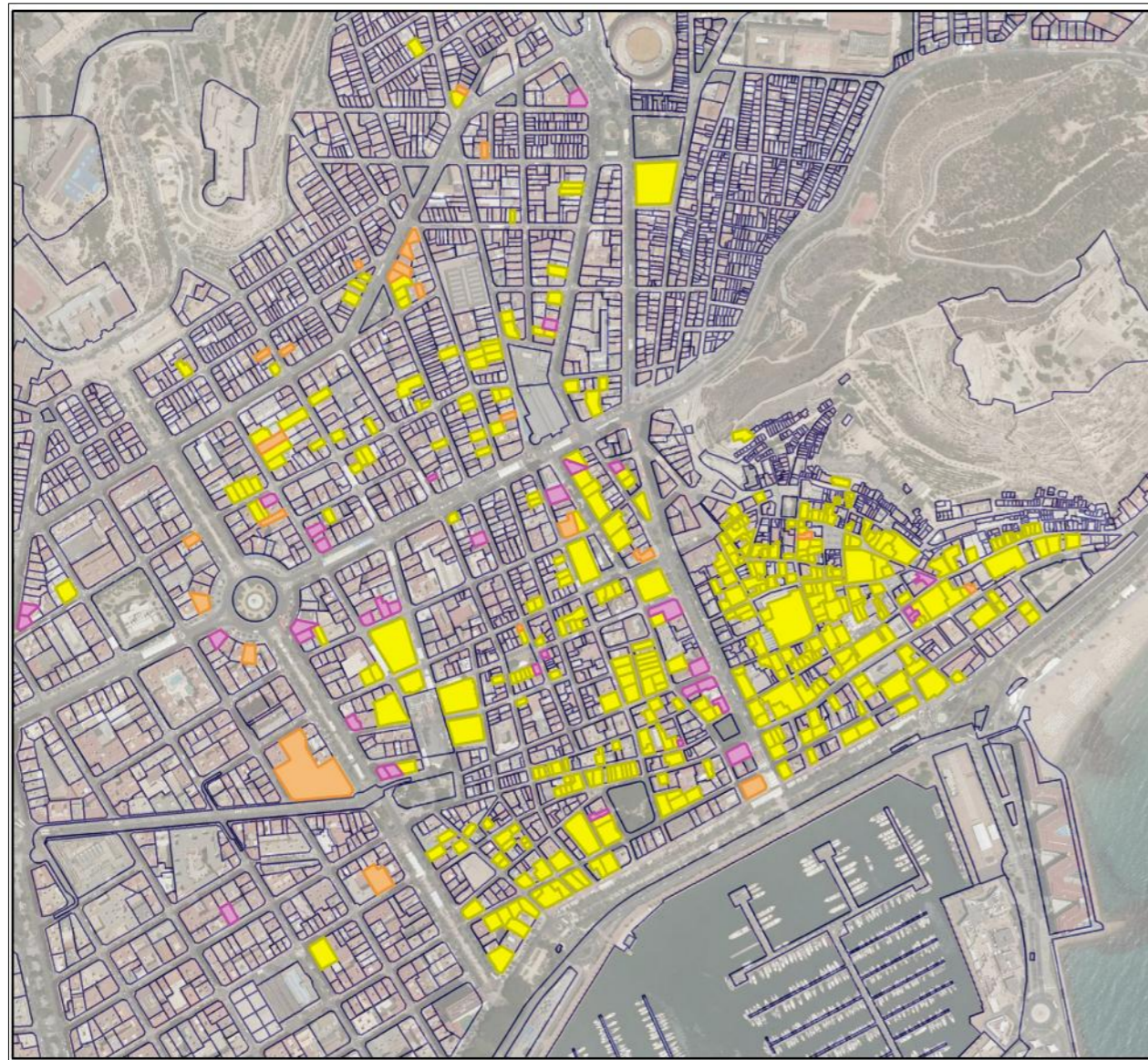
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS EN LA
CIUDAD DE ALICANTE

FECHA:
JULIO 2.016

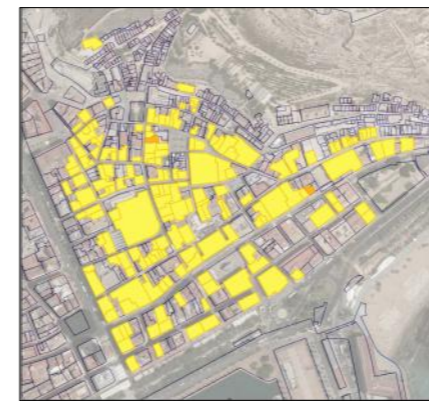
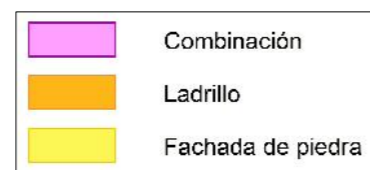
PROYECTO:
ESTUDIO DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS
CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA

PLANO:
SITUACIÓN DE EDIFICIOS CATALOGADOS SEGÚN ANTIGÜEDAD

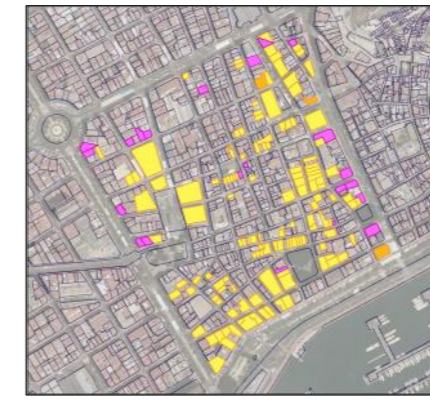
ELABORADO MEDIANTE SISTEMA DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA



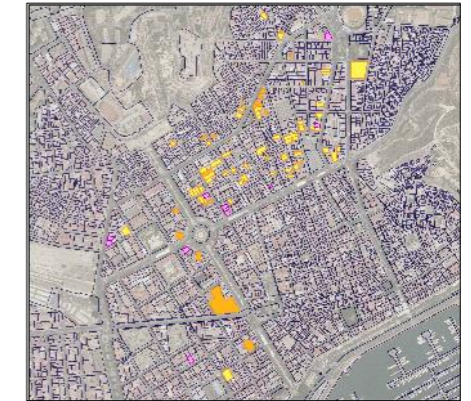
LEYENDA



Casco Antiguo



Centro Tradicional

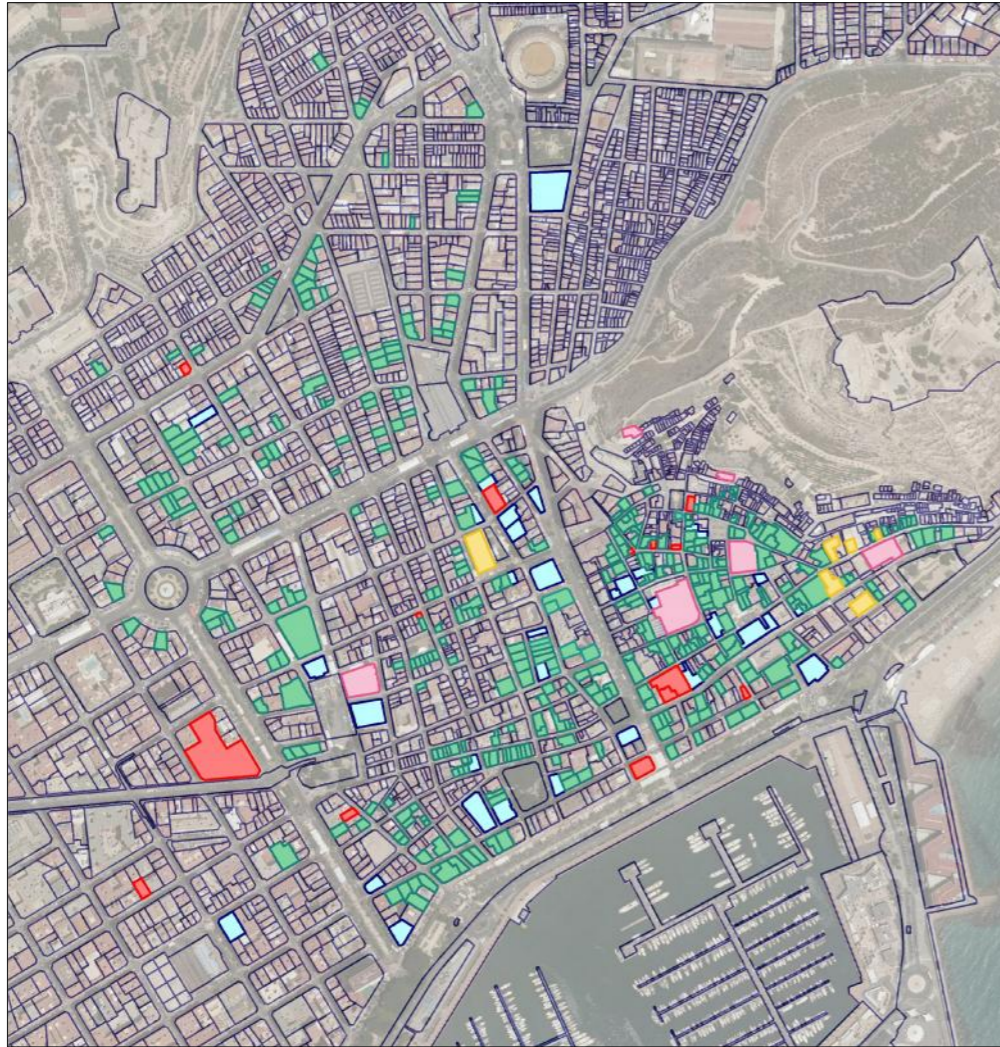


Mercado

Ya que el tema principal de este trabajo es el estudio de las fachadas de las edificaciones, también se ha decidido realizar estadísticas acerca del número de tipologías existentes según el tipo de material con el que fueron construidas, esto es piedra, ladrillo o una combinación de ambos. No se incluye un estudio más preciso sobre ellas en lo referente a espesores, número de hojas o existencia de cámara de aire por la imposibilidad de acceder a todos los inmuebles, pero de acuerdo al año en el que se construyeron sí se puede afirmar que entre sus capas no se encuentra un aislamiento térmico. Por lo tanto, mediante los análisis realizados en el SIG se puede concluir lo siguiente:

- a) Que del total de edificios catalogados y en régimen de conservación-renovación (439) existen 369 inmuebles con fachada de piedra, 42 de ladrillo y 34 de una combinación de ambos.
- b) La fachada de piedra es predominante en el Casco Antiguo con un total de 178 edificaciones, siendo 88 catalogados y 91 en renovación-conservación. Por su parte, en el Centro Tradicional hay un total de 133, 2 con protección integral, 15 con protección parcial y 116 con protección ambiental; por su parte en Mercado solo se encuentran 62 edificaciones de piedra, todas ellas con protección ambiental.
- c) Las fachadas de ladrillo o una combinación de éste último y piedra son mucho menos numerosas debido a una menor antigüedad de las edificaciones y, por lo tanto, el auge en el empleo de nuevos materiales en construcción.

| | | | | |
|---|--|-------------------------------------|--|--|
|  <p>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA</p> | ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | <p>ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS EN LA CIUDAD DE ALICANTE</p> <p>PLANO: TIPOLOGÍAS DE FACHADA SEGÚN ZONA</p> | FECHA: JULIO 2.016 |
| | PROYECTO: ESTUDIO DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | ELABORADO MEDIANTE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA |



LEYENDA



Por último, también se ha realizado un análisis en el que se dividen los edificios catalogados y en conservación-renovación atendiendo al tipo de uso o carácter que tienen, esto es: residencial, terciario, religioso, administrativo y lúdico, como teatros, museos y monumentos. De esta manera se puede decir lo siguiente:

- a) Que del total de edificios catalogados y en régimen de conservación-renovación (439) existen 370 con uso residencial, es decir, un 87%.
- b) El resto de usos quedan dentro del restante 13%, siendo el administrativo el segundo más numeroso con 37 edificaciones, es decir, el 9%. Lo siguen los de carácter terciario en el que se incluyen hostales, hoteles y oficinas privadas con 3%. Por último lugar edificaciones de carácter religioso y lúdicos, que únicamente representan el 1% del total.

Por otra parte, también se han realizado consultas para conocer el tipo de fachada de cada edificio en función de su uso, quedando de la siguiente manera:

- a) Del total de edificios catalogados y en régimen de renovación-conservación, casi un 70% son de uso residencial y su fachada es exclusivamente de piedra. La gran mayoría se encuentran repartidos entre el Centro Tradicional y el Casco Antiguo.
- b) Destacan también las fachadas de piedra en edificios de uso administrativo y terciario, representando el 20% del total. El uso religioso y el dedicado a Museos o Teatros representa el 10% restante.
- c) Respecto a edificios con fachadas de ladrillo y una combinación de ladrillo y piedra, únicamente comprenden los usos residencial, administrativo y terciario.



Fachada de piedra



Fachada de ladrillo



Fachada ladrillo y piedra



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE ALICANTE
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA

ASIGNATURA:
PROYECTO FINAL DE GRADO

ALUMNA:
BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS EN LA CIUDAD DE ALICANTE

FECHA:
JULIO 2.016

PROYECTO:
ESTUDIO DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA

PLANO:
EDIFICIOS CATALOGADOS SEGÚN USO DE LA EDIFICACIÓN

ELABORADO MEDIANTE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

7.3. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN

En base al apartado anterior, en el que se emplea el SIG como medio para obtener una serie de estadísticas en relación al año de construcción, el nivel de protección y el tipo de fachada, se justifica la elección de las dos edificaciones que forman parte del ejemplo práctico de este trabajo. En primer lugar, el criterio más condicionante ha sido la posibilidad de acceder a ellas y las viviendas que las conforman para la obtención del mayor número de datos para la caracterización térmica que se presentará en puntos sucesivos, además de para la obtención de temperaturas interiores para la correcta interpretación de los termogramas que se realizan de la fachada de cada uno de ellos. El segundo criterio se ha basado en la tipología de fachada predominante, ésta es la de piedra maciza de una hoja, caracterizada por un gran espesor y cuyas edificaciones tienen poca altura. En tercer lugar, el nivel de protección predominante de las zonas, esto es Renovación-Conservación para el Casco Antiguo y Ambiental para el Centro Tradicional. Además, se destacan las siguientes características de cada uno de ellos:

Edificación 1: C/San Nicolás nº 14:

- ➔ Gran antigüedad (138 años), perteneciendo al siglo XIX.
- ➔ Fachada de una hoja de piedra revestida con enfoscado de mortero y pintura al silicato y forjados de madera.
- ➔ Gran variedad de carpinterías en fachada principal y cerramientos de patios.
- ➔ Ubicada en una zona de difícil acceso, ya que es únicamente peatonal, además de incluirse dentro de una unidad ambiental por encontrarse cerca de un Bien de Interés Cultural (Concatedral de San Nicolás de Bari).

Edificación: C/ Médico Manero Mollà nº13.

- ➔ Gran antigüedad (105 años), perteneciendo al Siglo XX.
- ➔ Fachada de una hoja de piedra, revestida con aplacado de piedra y pintura para exteriores.
- ➔ Forjados de viguetas metálicas y bovedillas cerámicas.
- ➔ Ubicada en una vía de sentido único y entre medianerías.

EDIFICACIÓN 1: C/SAN NICOLÁS Nº 14

7.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES

7.4.1. Emplazamiento, orientación y zona climática

El primer inmueble que se estudia es un edificio de carácter privado dedicado a viviendas, construido en el año 1.877 y, por lo tanto, con una antigüedad de 138 años. Antes de 2.015 estaba incluido en el Catálogo de bienes y espacios protegidos del PGOU de Alicante con un nivel de protección ambiental, pero actualmente se encuentra en un régimen de renovación-conservación transitoria. Se encuentra ubicado en el Barrio San Nicolás de Alicante, en el nº14 de la calle con el mismo nombre que, además, comparte con la concatedral situada justo en frente (Figura 44). Según los expedientes encontrados en el Archivo Municipal se deduce que este inmueble fue construido sobre dos solares que se anexaron, de ahí que la numeración de los edificios no coincidiese, pues se tiene constancia de que la edificación situada a su derecha⁶⁶, en 1.876, tenía ese número y actualmente es el nº12.

La fachada principal que da acceso a las viviendas del inmueble se encuentra orientada al oeste. Las medianeras A, B y C se orientan al norte, al sur y al este, respectivamente. Dado que se ubica en la provincia de Alicante la zona climática que establece el DB-HE es la B4.



Figura 44: Ubicación San Nicolás, 14

Fuente: Google Maps

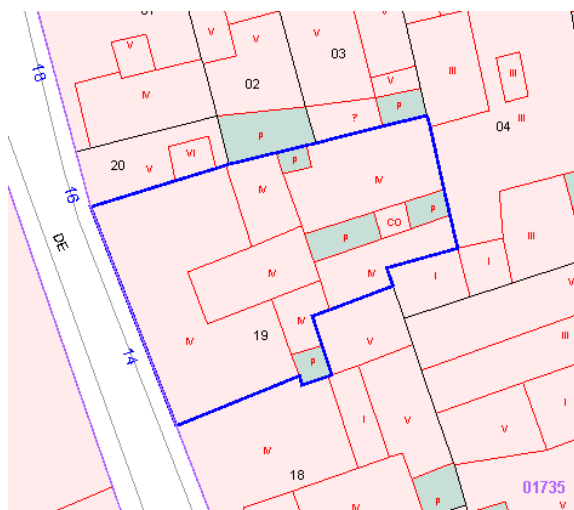


Figura 45: Edificio de estudio San Nicolás, 14

Fuente: Catastro Virtual

⁶⁶ ARCHIVO HISTÓRICO MUNICIPAL. Leg. 121/25.

7.5. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA

La construcción es de planta rectangular, recayendo la mayor dimensión en las medianerías y la menor en la fachada, (aproximadamente 26 m y 10 m, respectivamente) siendo su superficie construida total por planta de 327'42 m² repartida entre dos viviendas por planta y zonas comunes. El edificio consta de planta baja más tres plantas piso, así como de cubierta transitable e inclinada. Existen tres patios interiores comunitarios que dan ventilación a los cuartos húmedos, como cocina y baños, y al pasillo de las viviendas, siendo dos de ellos con acceso directo desde la vivienda situada en planta baja. Al zaguán se tiene acceso desde la calle a través de un portón de dos hojas de madera, el original por el estado en el que se encuentra, y existe un pequeño escalón debido a la pendiente de la calle. A su vez, en el zaguán hay varios desniveles sucesivos que se salvan mediante tres escalones, dos de ellos coinciden con los arcos que forman los muros de carga (Figura 46).

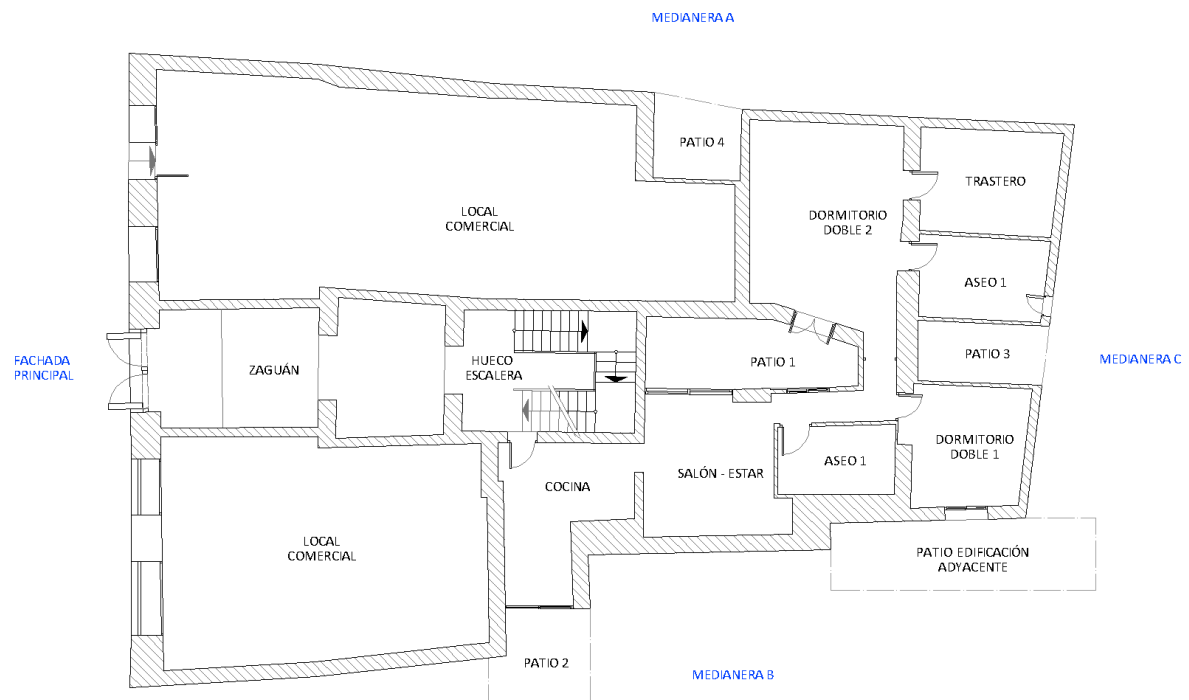


Figura 46: Planta distribución PB

(Fuente: Elaboración propia)

Existen dos tipos de vivienda, que se identificaran a partir de ahora A (en morado) y B (en Dazul), por planta (Figura 47). La A es la que tiene mayores dimensiones, tanto en superficie útil

como en metros lineales de fachada. Por otro lado, la B es de menor superficie y solo cuenta con dos balcones a fachada principal. En la Figura 47 se puede ver que ambas viviendas presentan geometrías y distribuciones distintas a diferencia de las construcciones actuales que suelen ser casi simétricas.

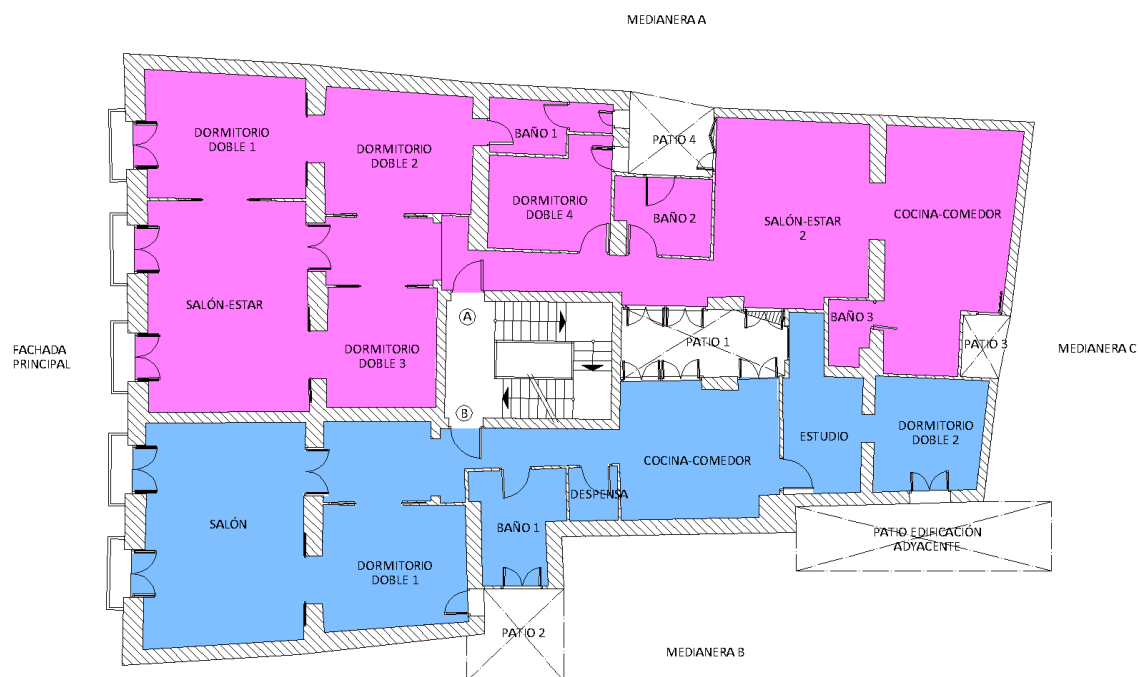


Figura 47: Distribución planta piso tipo

(Fuente: Elaboración propia)

7.6. DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA

En las líneas sucesivas se realiza una descripción pormenorizada de los elementos constructivos que conforman la envolvente térmica del edificio. A su vez, se hace necesario incluir un pequeño apartado en el que se detallan las diversas intervenciones que ha sufrido la construcción debido a su antigüedad y estado de conservación.

7.6.1. Estructura

Debido a las obras que se estaban ejecutando en dos de las viviendas, se ha podido examinar la estructura portante de la edificación, la cual se encuentra realizada mediante muros de carga de

gran espesor y forjados de viguetas de madera y entrevigados de rasillas cerámicas, con una separación de 60 cm aproximadamente, y revoltón de arena y cal (Figura 48 y Figura 49).

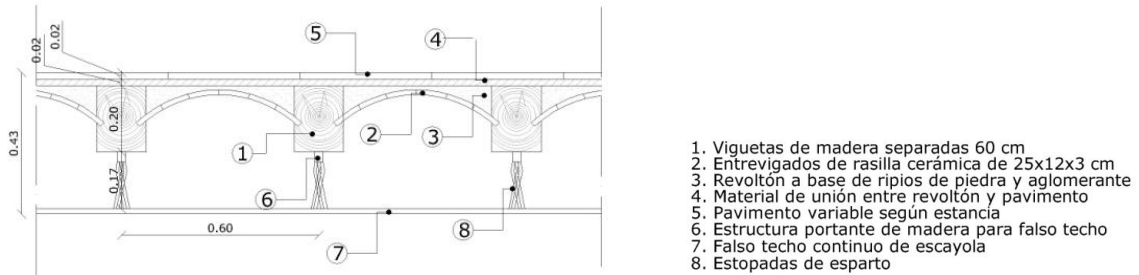


Figura 48: Sección forjado tipo

(Fuente: Elaboración propia)



Figura 49: Forjado de madera

(Fuente: Autora)

Como revestimiento existen gran diversidad de pavimentos que varían según la vivienda, ninguno de ellos siendo el original de baldosa hidráulica que únicamente se ha podido encontrar en el torreón que da acceso a cubierta, pero que varían entre losetas cerámicas y parquet.

Intervenciones y estado actual

El estado actual de la estructura no es bueno ya que tenido problemas de plagas, carcoma y termitas, que se han tratado a lo largo de los años y han afectado de forma significativa a las viguetas y vigas que sostienen los forjados, debilitando su resistencia mecánica.

Además, recientemente se ha producido un asentamiento en la cimentación del edificio debido a que no existía conexión entre la red de alcantarillado y una de las bajantes de residuales. Se procedió urgentemente al apuntalamiento de vigas y muros de carga y, actualmente, es uno de los problemas más graves que existen (Figura 50 y Figura 51).



Figura 50: Apuntalamiento de forjado de planta
(Fuente: Autora)



Figura 51: Grieta en muro de carga en planta baja
(Fuente: Autora)

7.6.2. Fachadas y cerramientos

En este apartado se distingue entre fachada principal y fachada a patios pues su composición y acabados son diferentes, pero ambas pertenecen a la envolvente del edificio.

La fachada principal forma parte de la estructura portante y está compuesta por muros de carga de 80 cm en su base y 60 cm a partir del primer forjado (Figura 52). En la base existen piezas de sillería de gran tamaño y a partir de la primera planta cambia a piedras y bolos de diferentes tamaños unidos mediante aglomerante, cal o yeso.

En cuanto a revestimientos, en la planta baja, las piezas de sillería se han pintado en tonos tierra, mientras que en las plantas piso sucesivas dicha terminación cambia a un enfoscado de mortero, malla de fibra de vidrio y pintura al silicato⁶⁷, malla de fibra de vidrio y enlucido de yeso y pintura plástica en su cara interna, ya que toda ella recae en dormitorios y salones

67 AYUNTAMIENTO DE ALICANTE. Cámara oficial de comercio e industria de Alicante. Dept. Urbanismo. Expediente PL 89/2006.

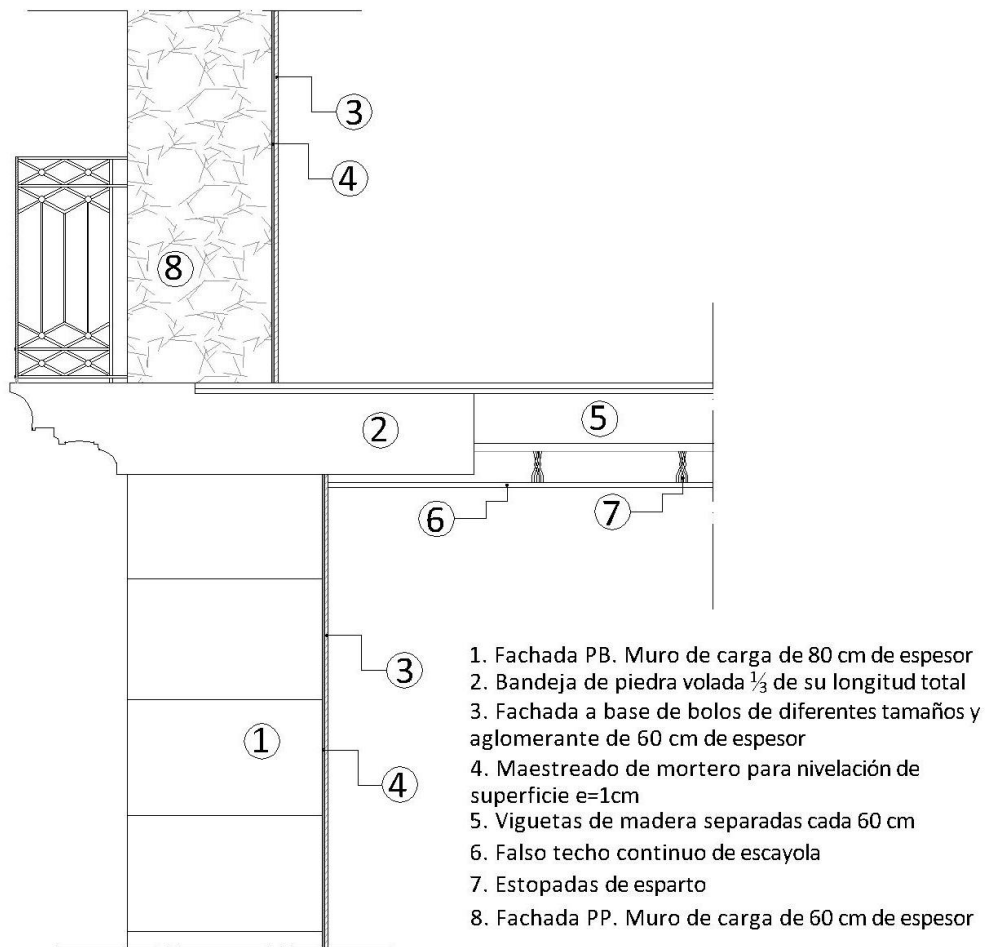


Figura 52: Sección por fachada principal

(Fuente: Elaboración propia)

La fachada que da a huecos de patios está compuesta por un tabique de ladrillo hueco de 7 cm, revestido interiormente con un enlucido de yeso a buena vista y terminación con pintura plástica y con un revestido exterior de enfoscado de mortero y terminación con pintura pétreo (Figura 53 y Figura 54).

En cuanto a las medianerías su composición es similar a la de la fachada principal, a excepción de sus acabados. Por la cara interna, el muro tiene diversos revestimientos según la habitación en la que recaiga, esto es enlucido de yeso y pintura plástica en estancias secas o

enfoscado de mortero y azulejos cerámicos en cuartos húmedos; no se ha podido examinar sus caras exteriores puesto que quedan en contacto con las viviendas adyacentes.

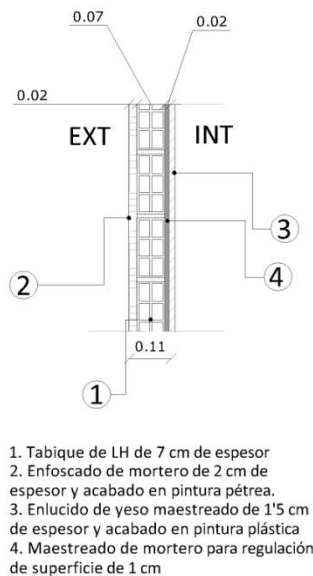


Figura 53: Sección de cerramiento en patio
(Fuente: Elaboración propia)

Figura 54: Cerramiento de patio
(Fuente: Autora)

Intervenciones y estado actual

La fachada principal se encuentra en buen estado, aunque con signos evidentes de deterioro como son los desconchones de la pintura en la zona baja de la sillería y el desprendimiento de algunos trozos de dichas piezas (Figura 55), sobre todo se observa en jambas de planta baja y en los aleros de los balcones (Figura 56).



Figura 55: Fachada principal
(Fuente: Autora)



Figura 56: Roturas en fachada
(Fuente: Autora)

Como ya ha sido mencionado anteriormente, durante 2006 se procedió a mejorar el estado de dicha fachada a nivel de plantas piso, realizando un raspado de la superficie para luego colocar una malla de fibra de vidrio y posterior acabado con pintura al silicato.

Las fachadas que dan a huecos de patio presentan signos evidentes de falta de mantenimiento como son desconchones, humedades, fisuras y malos remates en el paso de instalaciones hacia el interior de las viviendas (Figura 57 y Figura 58).



Figura 57: Estado cerramiento patio 1
(Fuente: Autora)



Figura 58: Estado cerramiento patio 3
(Fuente: Autora)

7.6.3. Cubiertas

En este apartado se distingue entre dos tipologías de cubierta: la plana transitable y la inclinada no transitable (Fig. 65). La primera de ellas se encuentra sobre el hueco de escalera y está compuesta, al igual que el resto de forjados de la edificación, por viguetas de madera y entrevigados de rasillas cerámicas, con revoltón de arena y cal. Como protección lo cubren baldosines cerámicos y una capa impermeabilizante de clorocaucho (Figura 60 y Figura 61).

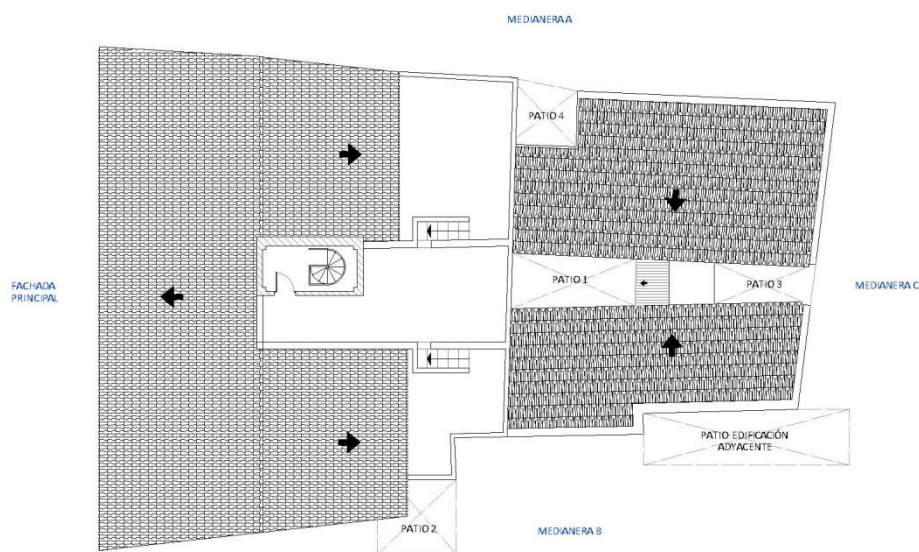


Figura 59: Planta cubierta

(Fuente: Elaboración propia)



Figura 60: Cubierta plana

(Fuente: Autora)



Figura 61: Cubierta inclinada

(Fuente: Autora)

Existen dos tipos de cubiertas inclinadas, pero la única diferencia radica en su protección y el nº de aguas. La primera de ellas es a dos aguas y recae sobre la fachada principal; está formada por tejas curvas tomadas con cal o yeso sobre una capa de cañizo tendido sobre las correas que dan la pendiente, apoyando estas últimas sobre la viga cumbreira. La segunda cubierta tiene la misma composición a excepción del tipo de teja, que es plana, y únicamente a un agua.

Intervenciones y estado actual

Debido a la antigüedad de la construcción y al poco mantenimiento que se le ha dado a la cubierta, ésta ha tenido que ser reparada debido a la entrada de aguas pluviales y posteriores humedades en el falso techo de la tercera planta. A ello se le suma el deterioro de las correas y listones de madera, manifestándose en forma de pandeos en su zona central. Las reparaciones han consistido en su sustitución por mecanovigas, la retirada de parte del cañizo y su sustitución por rasillas cerámicas y posterior reposición de tejas cerámicas (Figura 62 y Figura 63).

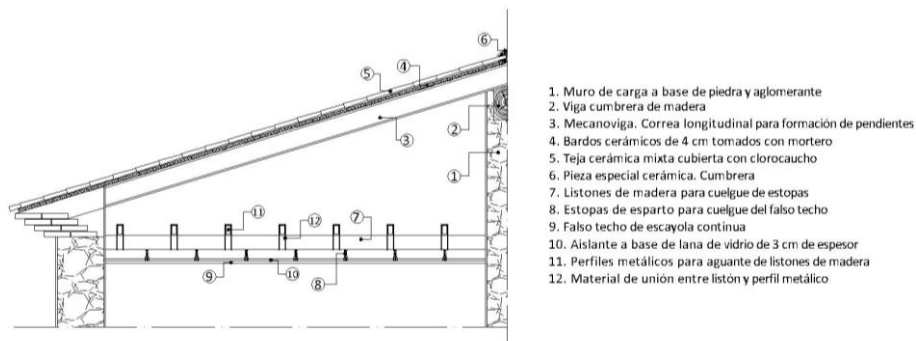


Figura 62: Sección cubierta inclinada

(Fuente: Elaboración propia)

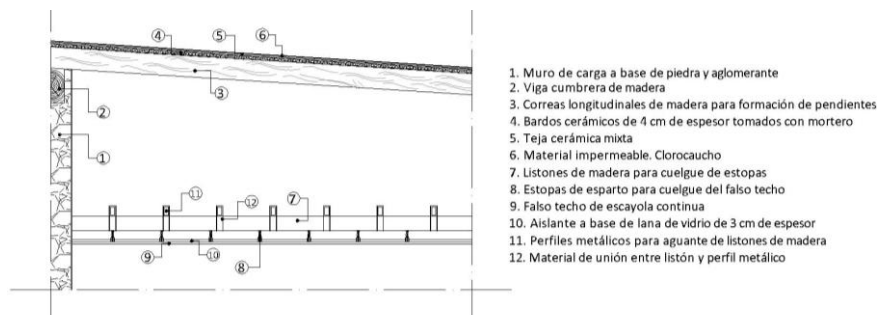


Figura 63: Sección cubierta transitable

(Fuente: Elaboración propia)

Por otro lado, también se han sustituido algunos de los listones de madera existentes, y que soportaban el falso techo de la tercera planta, por perfiles metálicos debido a su deterioro (Figura 64 y Figura 65).



Figura 64: Viga cumbre y correas.
(Fuente: Autora)



Figura 65: Estado actual de cubierta inclinada
(Fuente: Autora)

7.6.4. Carpinterías

Las carpinterías son uno de los elementos más heterogéneos que se pueden encontrar en las fachadas puesto que cada una de las viviendas pertenece a un propietario y, por lo tanto, estas son renovadas siempre y cuando mantengan la estética y las dimensiones de huecos iguales al resto. Esta variedad, en cuanto a materiales y tipos de vidrios, es de gran valor en este trabajo porque permite hacer una comparativa entre ellas estando en el mismo edificio y determinar cuál reúne unas mejores cualidades en cuanto a eficiencia energética. En la fase de la realización de los termogramas se analizarán los problemas de fugas energéticas derivados de la unión entre los marcos y los huecos de fachada.

Para tener una visión más clara de la cantidad y variedad de carpinterías que existen en este edificio, se ha decidido agruparlas en tablas, donde se recogen sus características en columnas y se denominan P o V, junto con otra letra, para determinar si son puertas o ventanas, respectivamente. Para su localización en la fachada principal y en el resto de cerramientos de patios se ha decidido hacer un desarrollo de los mismos para poder ver en una sola imagen todas las carpinterías de un solo patio.

En primer lugar se presenta un plano de planta para poder ubicar los patios (en naranja) y la fachada principal (Figura 66).

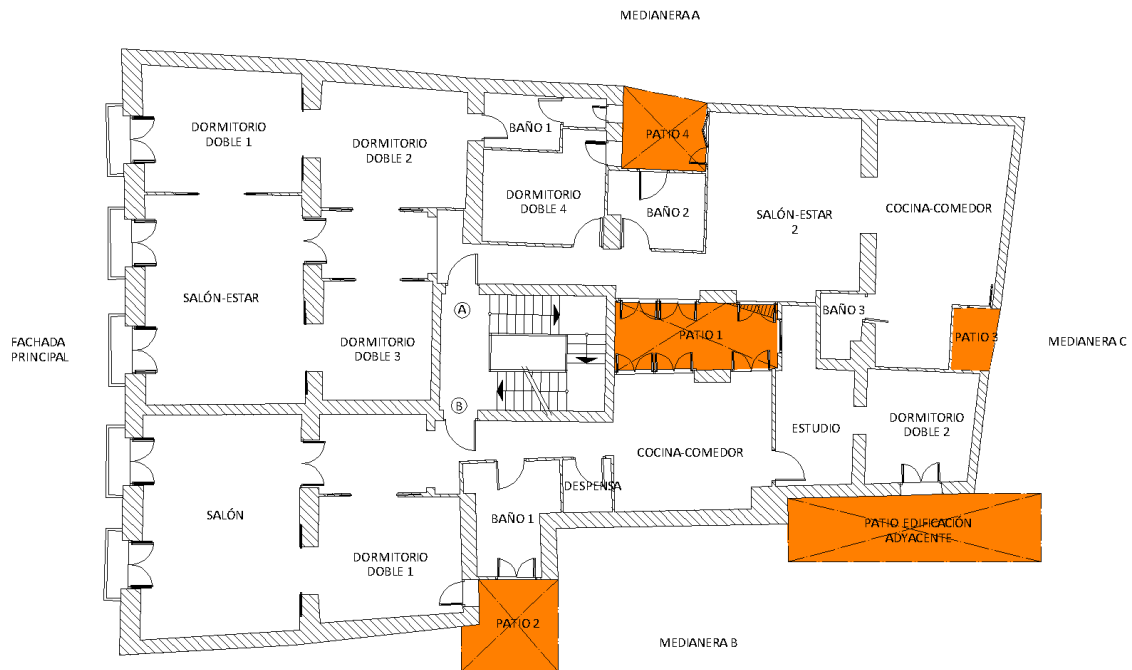


Figura 66: Ubicación de patios
(Fuente: Elaboración propia)

Empezando por la fachada principal, se puede observar que todas las carpinterías tienen la misma dimensión para ajustarse a la estética general, pero sus materiales difieren. Así se destacan las carpinterías PB por ser de madera y más antiguas; y las PC por ser también de madera, pero contando con apenas unos meses desde su colocación (Figura 67 y Tabla 1).

Por su parte, en el patio 1 también se encuentra una gran variedad de carpinterías. Se deduce que las originales son las VE debido a su estado, ubicadas en la segunda y tercera planta de las viviendas A y B respectivamente. Por otro lado se destaca el añadido realizado en la segunda planta, donde se encuentra la carpintería VI y la eliminación de una ventana en la tercera (Figura 68) y que será visible en el termograma.



Figura 67: Ubicación carpinterías fachada principal
(Fuente: Elaboración propia)

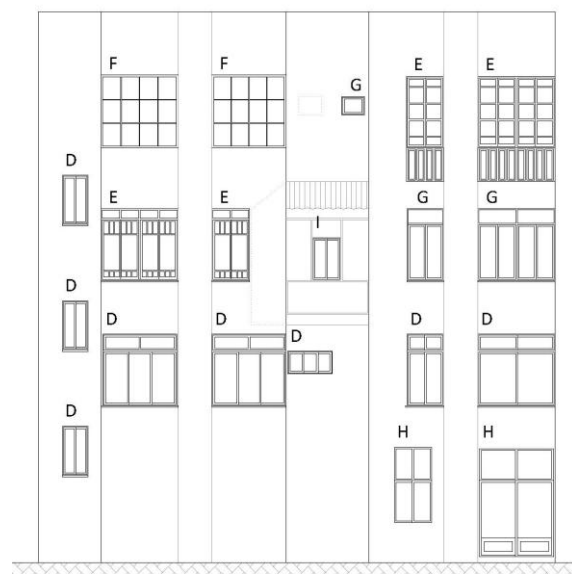


Figura 68: Desarrollo patio 1
(Fuente: Elaboración propia)

| | MATERIAL | TIPO VIDRIO | TIPO DE HOJA | ESPESOR (mm) | CÁMARA | ESPESOR (mm) | CONTRAVENTANA PERSIANA |
|----|----------|-------------|--------------|--------------|--------|--------------|------------------------|
| PA | Metal | Doble | Practicable | 4+6 | Sí | 10 | Contraventana |
| PB | Madera | Sencillo | Practicable | 4 | No | - | Contraventana |
| PC | Madera | Doble | Practicable | 4+6 | Sí | 10 | Contraventana |

Tabla 1: Carpinterías en fachada principal
(Fuente: Elaboración propia)

| | MATERIAL | TIPO VIDRIO | TIPO DE HOJA | ESPESOR (mm) | CÁMARA | ESPESOR (mm) | CONTRAVENTANA PERSIANA |
|----|----------|-------------|--------------|--------------|--------|--------------|------------------------|
| VD | Metal | Doble | Corredera | 4+6 | Sí | 10 | - |
| VE | Madera | Sencillo | Practicable | 4 | No | - | - |

| | | | | | | | |
|----|-------|----------|-------------|-----|----|----|----------|
| VF | Metal | Doble | Fija | 6 | No | - | - |
| VG | Metal | Doble | Practicable | 4+6 | Sí | 10 | - |
| PH | Metal | Sencillo | Corredera | 4 | No | - | - |
| VI | Metal | Doble | Corredera | 4+6 | Sí | 10 | Persiana |

Tabla 2: Carpinterías en patio 1

(Fuente: Elaboración propia)

A continuación se recogen el resto de los alzados desarrollos de los patios junto con sus correspondientes tablas en las que se pueden encontrar las características generales como espesores de vidrio y cámara, material y presencia de contraventanas o cajas de persiana.

Cabe destacar que existe un lucernario (K) construido a posteriori en la segunda planta, así como un hueco de ventana cegado. Por otra parte, la carpintería E, tanto por estado como por materiales, se considera la más antigua, mientras que las G son las más recientes.

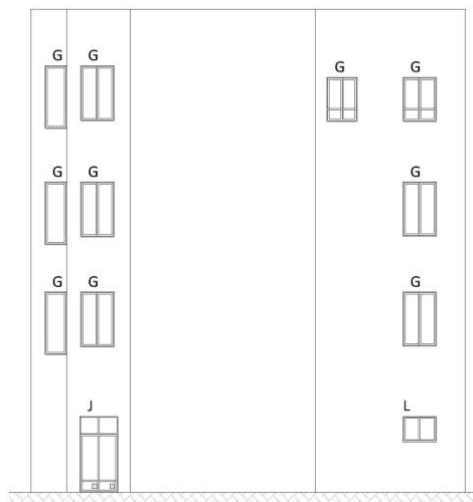


Figura 69: Carpinterías patio 2 y adyacente

(Fuente: Elaboración propia)

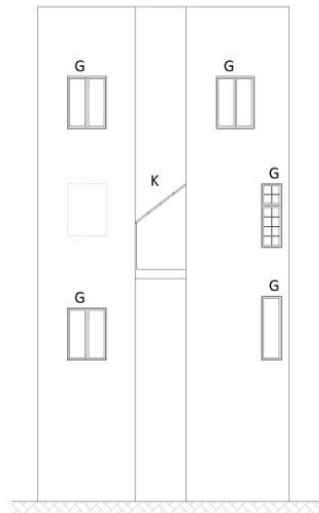


Figura 70: Carpinterías patio 3

(Fuente: Elaboración propia)

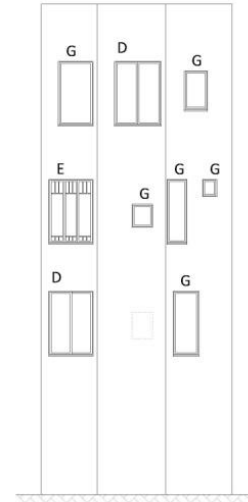


Figura 71: Carpinterías patio 4

(Fuente: Elaboración propia)

| | MATERIAL | TIPO VIDRIO | TIPO DE HOJA | ESPESOR (mm) | CÁMARA | ESPESOR (mm) | CONTRAVENTANA PERSIANA |
|----|----------|----------------|-----------------|-----------------|--------|-----------------|---------------------------|
| VG | Metal | Doble | Practicable | 4+6 | Sí | 10 | - |
| VJ | Metal | Sencillo | Corredera | 6 | No | - | - |
| VL | Metal | Sencillo | Corredera | 6 | No | - | - |

Tabla 3: Carpinterías en patio 2 y adyacente

(Fuente: Elaboración propia)

| | MATERIAL | TIPO VIDRIO | TIPO DE HOJA | ESPESOR (mm) | CÁMARA | ESPESOR (mm) | CONTRAVENTANA PERSIANA |
|----|----------|----------------|-----------------|-----------------|--------|-----------------|---------------------------|
| VG | Metal | Doble | Practicable | 4+6 | Sí | 10 | - |
| VK | Metal | Doble | Fija | 4+6 | Sí | 10 | - |

Tabla 4: Carpinterías en patio 3

(Fuente: Elaboración propia)

| | MATERIAL | TIPO VIDRIO | TIPO DE HOJA | ESPESOR (mm) | CÁMARA | ESPESOR (mm) | CONTRAVENTANA PERSIANA |
|----|----------|----------------|-----------------|-----------------|--------|-----------------|---------------------------|
| VD | Metal | Doble | Practicable | 4+6 | Sí | 10 | - |
| VE | Madera | Sencillo | Corredera | 5 | No | - | - |
| VG | Metal | Doble | Practicable | 4+6 | Sí | 10 | - |

Tabla 5: Carpinterías en patio 4

(Fuente: Elaboración propia)

EDIFICACIÓN 2: c/MÉDICO MANERO

MOLLÀ Nº13.

7.7. CARACTERÍSTICAS GENERALES

7.7.1. Emplazamiento, orientación y zona climática

El siguiente inmueble es un edificio de carácter privado dedicado a viviendas y oficinas, construido en el año 1.911 y, por lo tanto, con una antigüedad de 105 años. Se encuentra dentro del Catálogo de Bienes y Espacios Protegidos del PGOU de Alicante con un nivel de protección ambiental y en su ficha de catalogación se indica que se debe conservar la fachada, además de haberse incluido por su interés histórico y arquitectónico (Figura 73). Se ubica en el Centro Tradicional, en la calle Médico Manero Mollà nº13 (Figura 72 en amarillo), muy cercano al Colegio de Arquitectos (azul), de acuerdo a los documentos que se han encontrado en el Archivo Histórico Municipal se construyó sobre el solar resultante de la anexión de tres de ellos y bajo la dirección del famoso maestro de obras alicantino Nadal Cantó.⁶⁸

Tiene una única fachada principal orientada al norte y tres medianeras, A, B y C orientadas al sur, este y oeste, respectivamente. Dado que se ubica en la provincia de Alicante, la zona climática que establece el DB-He es la B4.

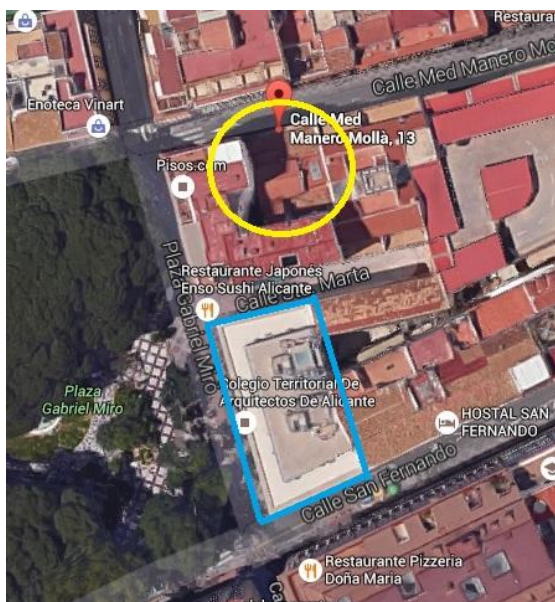


Figura 72: Ubicación Med. Manero Mollà, 13. En amarillo
(Fuente: Google maps)



Figura 73: Ficha catálogo
(Fuente: Catastro Virtual)

⁶⁸ ARCHIVO HISTÓRICO MUNICIPAL. Leg. 72/67.

7.8. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA

La construcción es de planta cuadrangular, con una la longitud de fachada principal de 12 m y de 13 m en medianerías, aproximadamente. Su superficie total construida por planta es de 161'80 m², repartida entre una vivienda por planta y hueco de escalera. El edificio está conformado por una planta baja, entresuelo y tres plantas piso y una edificación anexa construida a posteriori en la cubierta. Existe un patio comunitario que da ventilación a los cuartos húmedos, como galería y cocina, teniendo acceso directo desde el local comercial de planta baja.

Al edificio se accede desde el zaguán de planta baja, de pequeñas dimensiones, hasta llegar al hueco de escalera y en el que se ha instalado un ascensor (Figura 74). Como se ha comentado, existe una vivienda por planta, estando el entresuelo dedicado a oficinas y el resto a viviendas, con un total de tres plantas piso (Figura 75).

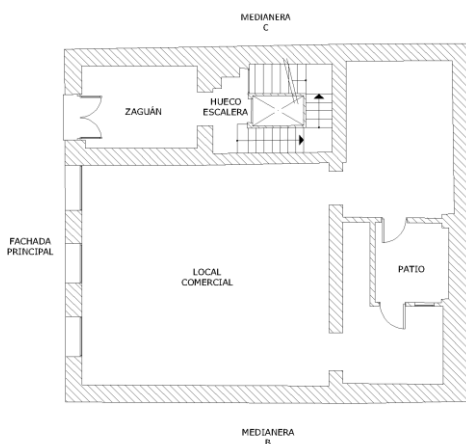


Figura 74: Planta zaguán
(Fuente: Elaboración propia)

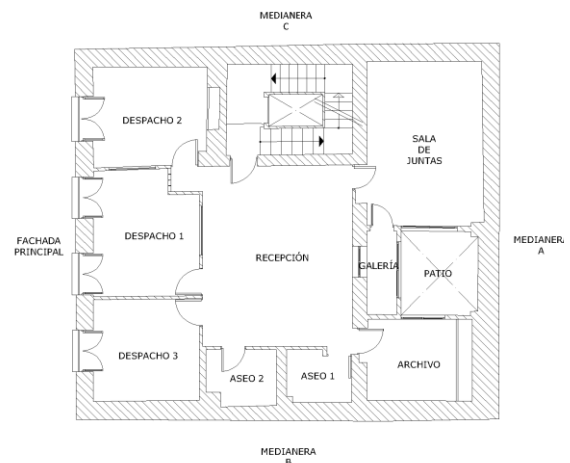
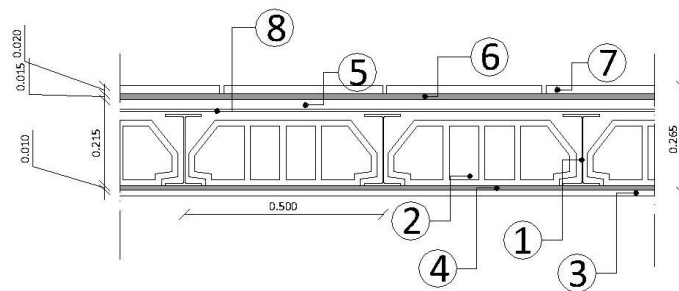


Figura 75: Planta tipo
(Fuente: Elaboración propia)

7.9. DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA

7.9.1. Estructura

De acuerdo con lo que se especifica en el I.T.E que se le realizó a la edificación durante 2.011, los forjados de planta están compuestos de viguetas metálicas apoyadas sobre los muros de carga y entrevigados de bovedillas cerámicas cada 50 cm (Figura 76).



1. Vigueta metálica. Perfil IPN 180
2. Bovedilla cerámica
3. Enlucido de yeso a buena vista e=1'5cm
4. Maestreado de mortero para nivelado de superficie e=1cm
5. Capa de compresión e=5cm
6. Mortero de agarre e=1'5cm
7. Pavimento variable según estancia
8. Negativo

Figura 76: Sección forjado metálico

(Fuente: Elaboración propia)

Intervenciones y estado actual

Es un tipo de forjado poco común, dada la antigüedad de la edificación, pero gracias a uno de los vecinos del edificio se pudo saber que durante la década de los 70 los antiguos forjados, de viguetas de madera y revoltón, fueron sustituidos por los actuales (Figura 77 y Figura 78).



Figura 77: Forjado entresuelo

(Fuente: Autora)

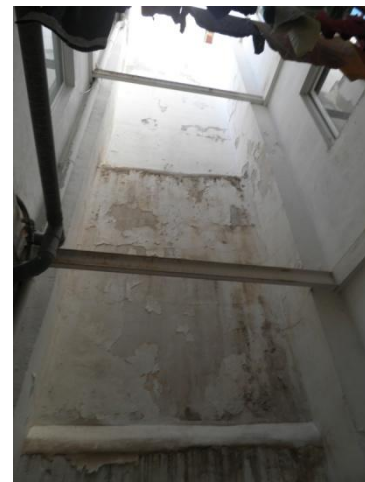


Figura 78: Viguetas metálicas en patio

(Fuente: Autora)

7.9.2. Fachadas y cerramientos

La fachada principal tiene función portante y está compuesta por piezas de sillería y material aglomerante con un espesor de 65'5 cm en planta baja y que se reduce hasta los 55 cm en las plantas piso. En planta baja y entresuelo hay un aplacado de piedra de 3 cm con diferentes acabados a modo de revestimiento y en las plantas sucesivas se ha empleado pintura para exteriores (Figura 79 y Figura 80).



Figura 79: Sección fachada principal PB
(Fuente: Autora)



Figura 80: Fachada principal de entresuelo y PP
(Fuente: Autora)

Por su parte, los cerramientos que dan al hueco de patio están compuestos por ladrillos cerámicos de 9 cm de espesor, tomados con mortero y revestidos interiormente mediante enlucido de yeso y exteriormente mediante enfoscado de mortero y pintura blanca para exteriores (Figura 81). Por último, las medianerías que, al igual que la fachada principal, tienen función portante y están compuestas por los mismos materiales. Gracias a que el local comercial las ha dejado “desnudas” se ha podido observar su composición, pero debido a que colindan con otras edificaciones no se puede conocer su espesor, aún así se deduce que tendrá unos 60 cm (Figura 82).



Figura 81: Cerramiento en hueco de patio
(Fuente: Autora)



Figura 82: Medianería y fachada
(Fuente: Autora)

Intervenciones y estado actual

El estado de la fachada principal es, en general, muy bueno por tratarse de un edificio catalogado y, por lo tanto, no se observan los daños o desperfectos típicos de edificios con esta antigüedad, como pueden ser desconchones en la pintura o la rotura de las esquinas de los huecos a nivel de calle. Por su parte, el estado de los cerramientos en hueco de patio es regular, pero solo debido a condiciones estéticas ya que existen numerosos desconchones de la pintura y que tienen fácil solución.

Por otro lado, durante 2.011 la Administración competente le requirió a la Comunidad de Propietarios un I.T.E (Inspección Técnica del Edificio) y en ella figuraba una “[...] *fisura vertical en lateral derecho de fachada, en su encuentro con el edificio medianero* [...]”⁶⁹ y que debería ser reparada a medio plazo y que en la actualidad ya no existe. En cuanto al estado de los cerramientos de hueco se hace referencia a lo mencionado anteriormente sobre el desconchado de la pintura, únicamente siendo necesario el saneamiento de la superficie y reposición.

7.9.3. Cubierta

Las cubiertas de este edificio son de tipología inclinada no transitable y únicamente se diferencian por el número de aguas. Está compuesta por tejas plana sobre una capa de bardos cerámicos, que apoyan sobre las correas que la dotan de la pendiente y estas descansan sobre la viga cumbre de madera (Figura 83).



Figura 83: Sección cubierta inclinada

Fuente: Elaboración propia

⁶⁹ AYUNTAMIENTO DE ALICANTE. Cámara oficial de comercio e industria de Alicante. Dept. Urbanismo. EXP N/Rfa 20/14, 2.011.

Cabe destacar el lucernario (Figura 84 y Figura 85) que existe sobre el hueco del ascensor y las dos edificaciones que se añadieron a posteriori y que son fácilmente reconocibles por tener una mayor altura que el resto de cubiertas.



Figura 84: Lucernario en hueco de ascensor. Vista interior
(Fuente: Autora)

Figura 85: Lucernario en hueco de ascensor. Vista exterior
(Fuente: Autora)

En el alero que recae sobre la fachada principal se puede observar una mayor ornamentación y detalle en los extremos de las correas que en los que se añadieron más adelante (Figura 86 y Figura 87). Además existen losetas cerámicas decoradas con diferentes motivos muy vistosos y que, según la tradición constructiva, se empleaban en esas zonas por ser defectuosas.

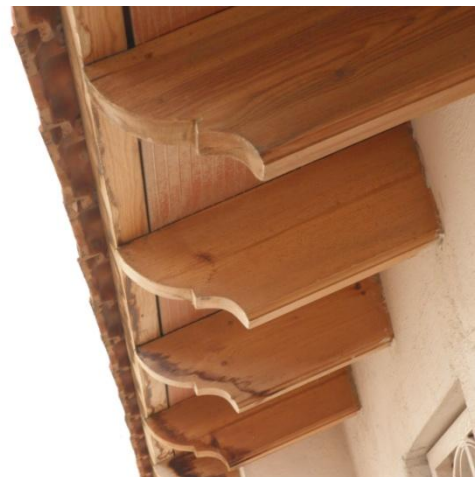


Figura 86: Detalle alero fachada principal
(Fuente: Autora)

Figura 87: Detalle alero cerramiento patio
(Fuente: Autora)

Intervenciones y estado actual

El principal problema que se ha dado en esta cubierta ha sido la filtración de aguas pluviales, que han provocado gran cantidad de humedades en la vivienda de la última planta, y el deterioro de las viguetas de madera que quedan expuestas al exterior en la zona de los aleros, todo ello por una falta de mantenimiento constante. La solución a corto plazo ha consistido en la aplicación de clorocaucho en las zonas donde se habían producido goteras.

7.9.4. Carpinterías

A continuación se hace un listado de las carpinterías existentes tanto en la fachada principal como en los cerramientos de patio. Cabe destacar que las viviendas de la primera (VB) y tercera (VD) planta tienen doble ventana, una abre hacia el interior y otra hacia el exterior, invadiendo todo el balcón, estas últimas se nombran como VB' y CD' para distinguirlas de las interiores. Por su parte, existe un lucernario sobre el hueco del ascensor y se contempla en la tabla 2.

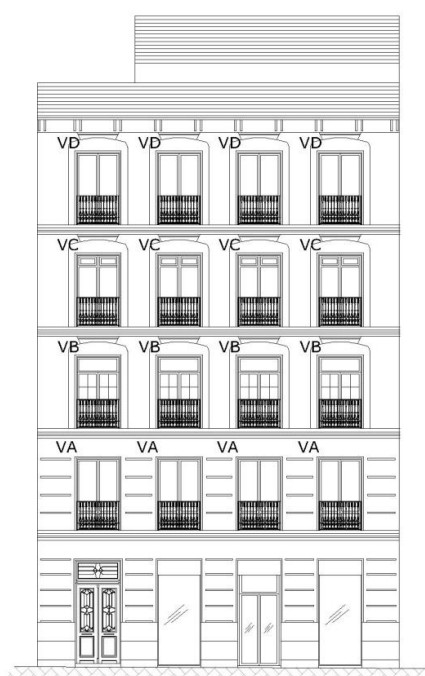


Figura 88: Ubicación carpinterías fachada principal
(Fuente: Elaboración propia)

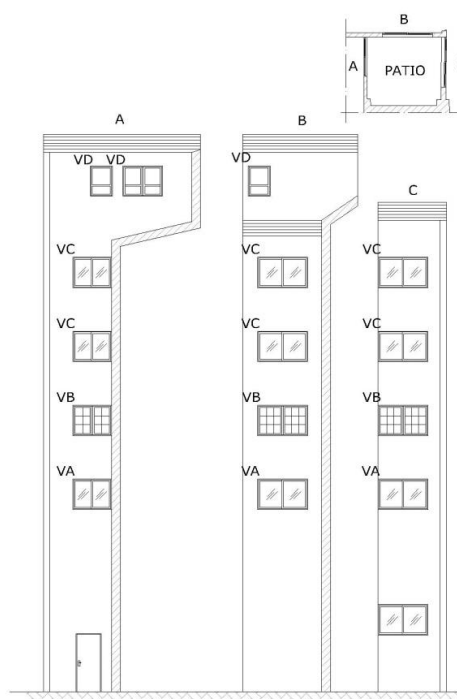


Figura 89: Ubicación carpinterías cerramientos patio
(Fuente: Elaboración propia)

| | MATERIAL | TIPO VIDRIO | TIPO DE HOJA | ESPESOR (mm) | CÁMARA | ESPESOR (mm) | CONTRAVENTANA PERSIANA |
|-----|----------|----------------|-----------------|-----------------|--------|-----------------|---------------------------|
| VA | Metal | Doble | Practicable | 4+6 | Sí | 10 | Ninguna |
| VB | Metal | Doble | Practicable | 4+4 | Sí | 10 | Ninguna |
| VB' | Metal | Simple | Practicable | 4+4 | Sí | 16 | Ninguna |
| VC | Madera | Doble | Practicable | 4+6 | Sí | 10 | Ninguno |
| VD | Metal | Doble | Practicable | 4+4 | Sí | 16 | Ninguna |
| VD' | Madera | Doble | Practicable | 4+4 | Sí | 10 | Contraventana |

Tabla 6: Carpinterías fachada principal

(Fuente: Elaboración propia)

| | MATERIAL | TIPO VIDRIO | TIPO DE HOJA | ESPESOR (mm) | CÁMARA | ESPESOR (mm) | CONTRAVENTANA PERSIANA |
|------------|----------|----------------|-----------------|-----------------|--------|-----------------|---------------------------|
| VA | Metal | Doble | Practicable | 4+6 | Sí | 10 | Ninguna |
| VB | Metal | Doble | Practicable | 4+4 | Sí | 16 | Ninguna |
| VC | Metal | Simple | Practicable | 4 | No | - | Ninguna |
| VD | Madera | Doble | Practicable | 4+6 | Sí | 10 | Ninguna |
| Lucernario | Metal | Simple | Fija | 4 | No | - | Ninguna |

Tabla 7 Carpinterías cerramientos de patio

(Fuente: Elaboración propia)

Como se ha indicado en el párrafo anterior, las viviendas ubicadas en la planta primera y en la tercera tienen dobles carpinterías. Las exteriores se instalaron a posteriori para evitar la filtración de ruidos del tráfico de la calle. Se destacan las interiores de la primera planta por ser las que mayor cámara de aire tienen y las interiores de la tercera planta por ser las originales de madera (Figura 90 y Figura 91).

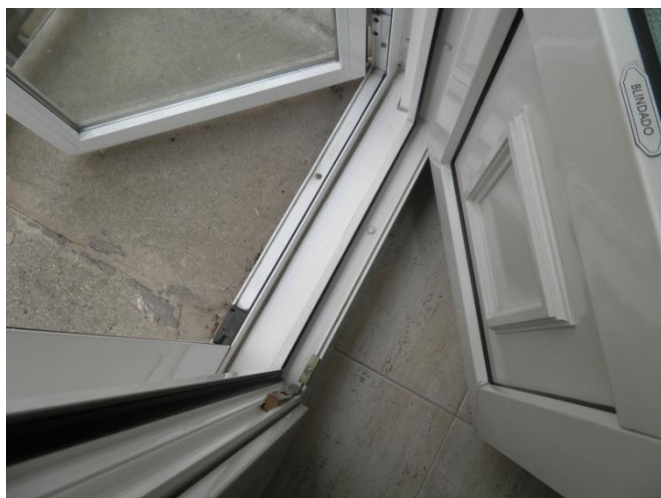


Figura 90: Doble ventana en P1
(Fuente: Autora)

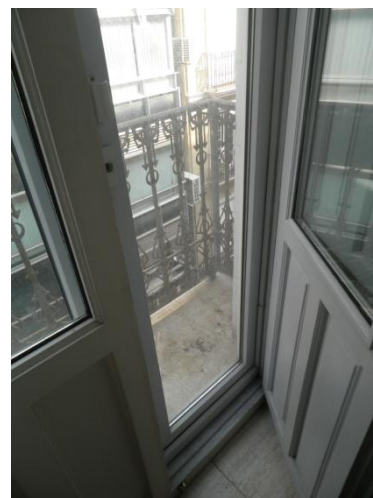


Figura 91: Doble ventana en P3
(Fuente: Autora)

Intervenciones y estado actual

Las carpinterías originales de esta edificación, o cercanas a su año de construcción, son de madera con vidrio simple, como las que se pueden encontrar en el tercer piso recayendo en la fachada principal. El resto han sido cambiadas a lo largo de los años por carpinterías con mejor comportamiento térmico y acústico, siendo la parte opaca de metal y el vidrio doble con cámara de aire.

8. DIAGNÓSTICO DE FACHADAS MEDIANTE TERMOGRAFÍA

8.1. PROPUESTA DE METODOLOGÍA

8.1.1. Actuaciones previas

Para un mejor conocimiento de la edificación a estudiar, son necesarios una serie de datos y documentos, previos a la visita del edificio, que pueden ser facilitados por la Propiedad o, en caso de no tenerlos en su poder, será necesaria una búsqueda o deducción de ellos a través de las visitas al inmueble. Estos datos necesarios son los siguientes:

1) Datos generales del inmueble:

- a. Descripción geométrica: se puede recurrir a Catastro Virtual para este punto.
- b. Año de construcción: uno de los puntos más importantes ya que a través de él se podrá deducir la composición de la fachada y con qué normativa se construyó (si la hubiera). En edificaciones de más de 70 años es un dato difícil de conseguir, pero se puede recurrir a las escrituras de los propietarios, las fichas catastrales (teniendo en cuenta que no siempre son exactas) o a los proyectos de ejecución que se puedan encontrar en el Archivo Histórico o Ayuntamiento de la población. Respecto a estos últimos, se ha de tener en cuenta que contienen muy poca información, unas tres páginas a lo sumo, dónde únicamente constan permisos y planos de distribución y alzado de fachada. De los que se han estudiado para este trabajo, ninguno aportaba información sobre los materiales empleados.
- c. Planos de planta y fachada: si la edificación es muy antigua, el propio Técnico habrá de generar dichos planos ya que no existirán o no se tendrá constancia de ellos. La importancia de estos planos radica en que servirán para ubicar los diferentes tipos de cerramientos y si existiera más de una fachada principal, a la vez que permiten conocer sus orientaciones.

- d. Detalles constructivos: al igual que en el punto anterior, debido a la antigüedad de las edificaciones, estos son datos que no existirán y deberán ser generados por el propio Técnico.
- e. Número de plantas y número de viviendas por planta.
- f. Ubicación de patios: ya que estos cerramientos también forman parte de la envolvente.
- g. Orientación de fachada y zona climática: son datos adicionales que se podrán necesitar en caso de realizar una certificación energética, pero que pueden ayudar a la hora de interpretar las termografías.

2) Datos específicos sobre la envolvente térmica:

- a. Composición constructiva: en especial las fachadas por ser el tema principal a estudiar en este trabajo, pero también otros como cubiertas y carpinterías ya que influirán en los termogramas. Cuanto mayor sea el conocimiento que se tenga sobre ellos, mejor.
- b. Puentes térmicos: los más comunes se recogen en el *Documento de Apoyo al DB-HE del Código Técnico*⁷⁰. En fachadas podemos encontrar puentes térmicos debido a pilares integrados en ellas, contorno de huecos y cajas de persiana y los que se producen por un cambio de material o encuentro con otros elementos de la envolvente como cubiertas o frentes de forjados. De ahí la necesidad de conocer el año de construcción, ya que revelará la composición de forjados y cubiertas en contacto con la fachada principal.

8.1.2. La visita al inmueble

Antes de realizar el examen termográfico, será necesaria una o varias visitas al edificio de estudio para constatar los datos obtenidos en las actuaciones previas y obtener datos que no hayan podido ser facilitados por los propietarios o no se hayan encontrado por su inexistencia. Por lo tanto, en esta primera visita será fundamental:

⁷⁰ MINISTERIO DE FOMENTO. Documento de Apoyo al DB-HE Ahorro de Energía. Madrid: Ministerio de vivienda, 2.006.

- a) el levantamiento de planos propios en el caso de que no existan o no se haya podido acceder a los originales, para poder ubicar en ellos las fachadas y cerramientos, sus huecos y las cubiertas. Todo ello ayuda a definir la envolvente de la edificación.
- b) la ubicación de las carpinterías y sus características. Para conocer, por ejemplo, el espesor del vidrio o vidrios se pueden emplear aparatos como calibradores métricos, medidores laser o medidores ópticos (Figura 92 y Figura 93). También se puede determinar si la carpintería tiene rotura de puente térmico o no.

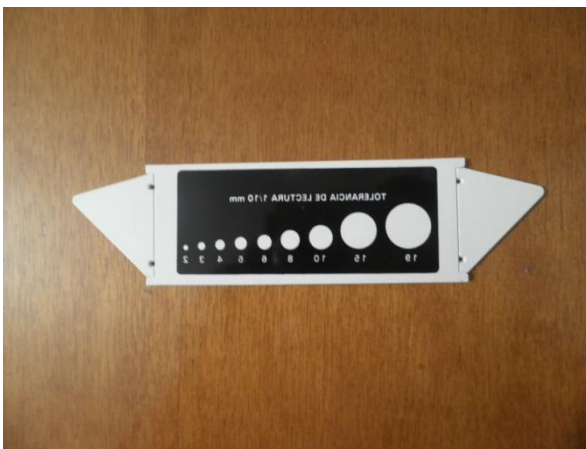


Figura 92: Medidor óptico
(Fuente: Autora)



Figura 93: Uso del medidor óptico en vidrio simple
(Fuente: Autora)

- c) la obtención de los espesores de fachada y cerramientos: el espesor es un dato de gran utilidad porque a partir de él se puede deducir su composición.
- d) reportaje fotográfico: la existencia de un material gráfico que pueda ser consultado posteriormente a las visitas es de gran utilidad para contrastar datos y para su inclusión en las fichas resumen.
- e) Estado actual de la edificación: es de gran importancia conocer si la edificación ha sufrido algún tipo de patología que haya podido ocasionar daños o las modificaciones que se haya podido dar a causa de ellas. Las más comunes son el deterioro de los materiales, la entrada de agua debido a la falta de estanqueidad o la proliferación de plagas. Muchas de ellas son el resultado de la falta de mantenimiento por parte de los propietarios.



Figura 94: Esquema de actuaciones

(Fuente: Elaboración propia)

8.2. EL EXAMEN TERMOGRÁFICO

En este apartado se detallan qué aspectos importantes se han de tener en cuenta a la hora de realizar unos termogramas que permitan encontrar los problemas en la envolvente y realizar un correcto análisis de lo que se está viendo en ellas.

- a) Conocimiento de las condiciones ambientales externas: será necesario conocer tanto la temperatura interior como la exterior, la humedad relativa y la emisividad de la superficie, que se ajustará con la cámara. Para este caso ha sido 0'98 por ser materiales de construcción y las condiciones ambientales eran buenas.
- b) Soleamiento: se evitarán las horas con mayor incidencia solar para así no hacer una lectura errónea del termograma. Lo ideal para termografías exteriores es, según la orientación de la superficie a estudiar, hacerlas pronto durante la mañana o por la noche para que exista un mayor contraste de temperaturas entre la zona interior y la exterior. También se evitarán los días de lluvias y días posteriores a ellas, ya que también afectarán negativamente al termograma, apareciendo humedades sobre superficies en las que no las habría. Los edificios que se estudian en este trabajo no contaban con problemas de

soleamiento debido a la altura de las edificaciones que se encontraban frente a ellos y su orientación.

- c) Distancia al objeto de estudio: también habrá que medir la distancia existente desde dónde se hace la termografía a la superficie de estudio.
- d) Preparación del instrumental: se comprobará la batería de la cámara, así como la memoria de la tarjeta en la que se almacenan los termogramas.

8.3. ANÁLISIS DE LAS TERMOGRAFÍAS

Edificio 1: c/San Nicolás nº 14

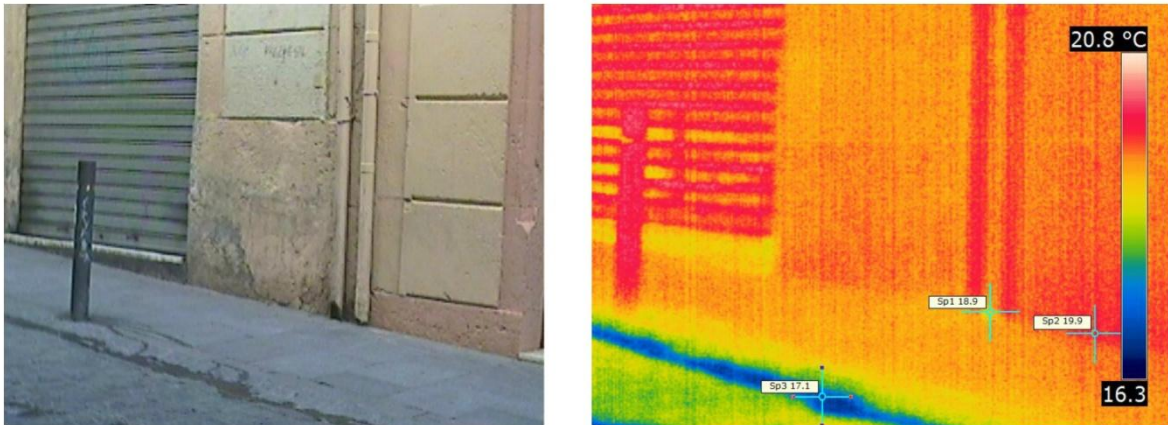


Figura 95: Termografía 1. Humedades en base de fachada

(Fuente: Autora)

Termografía 1. Se comienza el análisis del primer edificio con los termogramas de las zona baja de la fachada. En días anteriores a la realización de la visita con la cámara de infrarrojos se habían producido precipitaciones, claramente visibles en las humedades localizadas en el adoquín de la calle (azul). Por otro lado, ya en el encuentro entre la acera y la fachada, podemos ver una irregularidad a la izquierda de las bajantes de pluviales que recogen el agua de las cubiertas inclinadas, debido a una diferencia de emisividad de los materiales debido al desconchón existente en la pintura. Por su parte, el aplacado de piedra presenta un comportamiento homogéneo y con temperatura constante.



Figura 96: Termografía 2. Humedades en losa de balcón y homogeneidad en fachada

(Fuente: Autora)

Termografía 2. En el siguiente termograma destaca, en primer lugar, la zona inferior de la losa de piedra del balcón con una temperatura de 16.6°C, visible en azul, debido a la acumulación de humedades en esa zona y a una menor ventilación según fenómenos de convección. Por su parte, se comenta que los frentes de las losas de piedra se encuentran ocupados por los cables de instalaciones, de ahí que aparezcan en las termografías como puntos más cálidos. Por otro lado, se observa una gran homogeneidad en la fachada de planta baja que a su vez contrasta en temperatura con la de planta primera, difiriendo aproximadamente en 3°C ya que esta última se encuentra habitada. Únicamente se pueden encontrar alteraciones debido a los huecos de planta primera, con una diferencia de 4°C si comparamos el punto más cálido con el más frío.

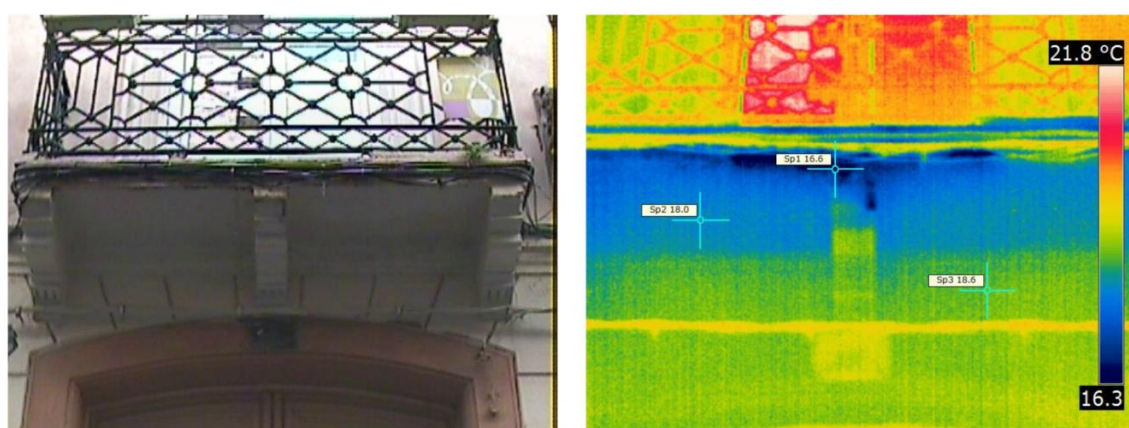


Figura 97: Termografía 4. Humedad en frente de losa de balcón

(Fuente: Autora)

Termografía 3. Como se había comentado en un termograma anterior, la zona inferior de las bandejas de piedra de los balcones presentan signos de humedades y enmohecimiento, claramente detectables en el termograma debido a su contraste de temperatura en relación a otras partes de la misma losa de piedra y de la fachada.

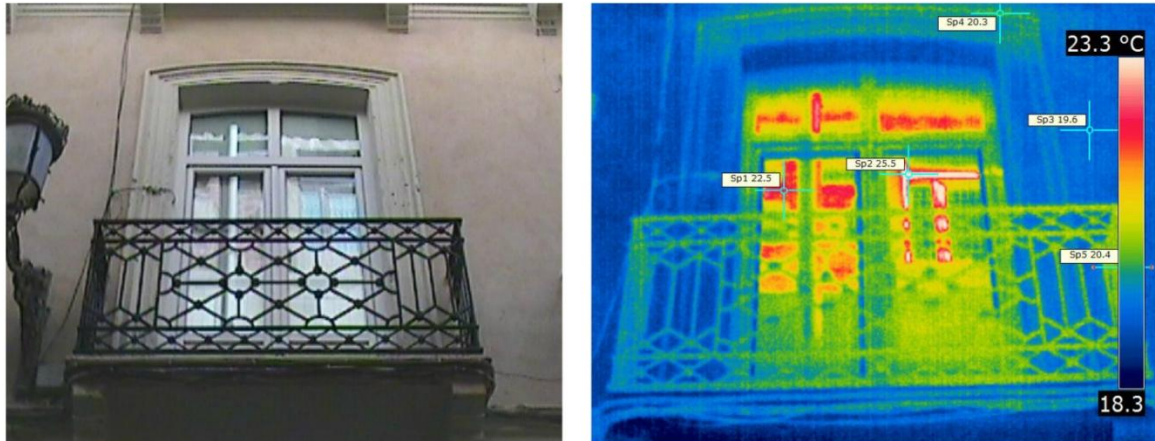


Figura 98: Termografía 3. Irradiación en carpintería

(Fuente: Autora)

Termografía 4. En este termograma son claramente interpretables todos los componentes de la carpintería, como marcos y vidrios. Los puntos más cálidos en los vidrios corresponden a reflejos de objetos que se encuentran delante de ellos y que, por lo tanto, la temperatura que se muestra del vidrio está influenciada por ellos y no es la correcta. Por otra parte, los puntos más fríos existentes entre carpintería y dintel, además del contorno de los vidrios con el marco en las balconeras abatibles. También vuelve a destacar la homogeneidad del plano de fachada, aunque se puede ver una leve diferencia de temperatura en la zona superior de la moldura, con 20.3°C respecto a los 19.4°C de la fachada.



Figura 99: Termografía 5. Puente térmico viga madera

(Fuente: Autora)

Termografía 5. El siguiente termograma se tomó del patio central, denominado número 1. En la imagen digital se observa a simple vista un ligero abombamiento en la zona superior del dintel de la ventana de la planta primera. Si se observa dicha zona en la termografía aparece como una irregularidad térmica con una temperatura comprendida entre 15.5°C y 19.7°C, se presupone que es el canto de una viga de madera ya que discurre perpendicularmente a los muros de carga. En la zona superior del cerramiento se pueden visualizar dos ventanas. La primera de ellas destaca por ser uno de los puntos más fríos visibles en el termograma (azul oscuro) y la siguiente mucho más caliente, debido a que en el momento en el que se tomó la termografía existía soleamiento.

Edificio 2: c/Médico Manero Mollà nº13

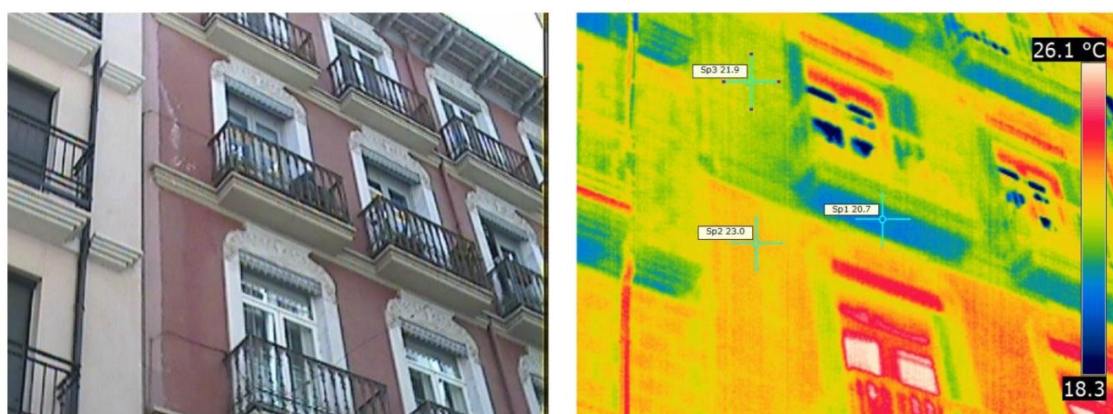


Figura 100: Termografía 6. Comparativa entre fachada de piedra y fachada de ladrillo cerámico

(Fuente: Autora)

Termografía 6. En primer lugar, se quiere destacar la diferencia existente entre la fachada del edificio de estudio (piedra) y su colindante (ladrillo cerámico) claramente distinguibles una de otra ya que en este último se pueden apreciar las llagas y tendeles, mientras que en la fachada de piedra existe un comportamiento homogéneo de toda su superficie. Por su parte, existe una diferencia de temperatura de 2°C entre la fachada de planta primera y planta segunda debido a que una de ellas se encuentra calefactada (rojo) mientras que la otra no (verde). A su vez se puede observar la irradiación de calor en los cristales de la vivienda de la primera planta, frente a los de la segunda, mucho menor. Existen además, puntos calientes sobre bajo los dinteles de las balconeras que erróneamente se pueden asociar con puentes térmicos, pero que en realidad son los elementos metálicos empleados para ocultar los tambuchos de las carpinterías.



Figura 101: Termografía 7. Fachada homogénea

(Fuente: Autora)

Termografía 7. En el entresuelo se puede observar que la fachada, en este caso acabada con un aplacado de piedra, es totalmente homogénea y que las únicas irregularidades térmicas destacables son las que se pueden observar en las carpinterías. Son claramente visibles los marcos y los vidrios, cuya irradiación es uno de los puntos más cálidos del termograma.

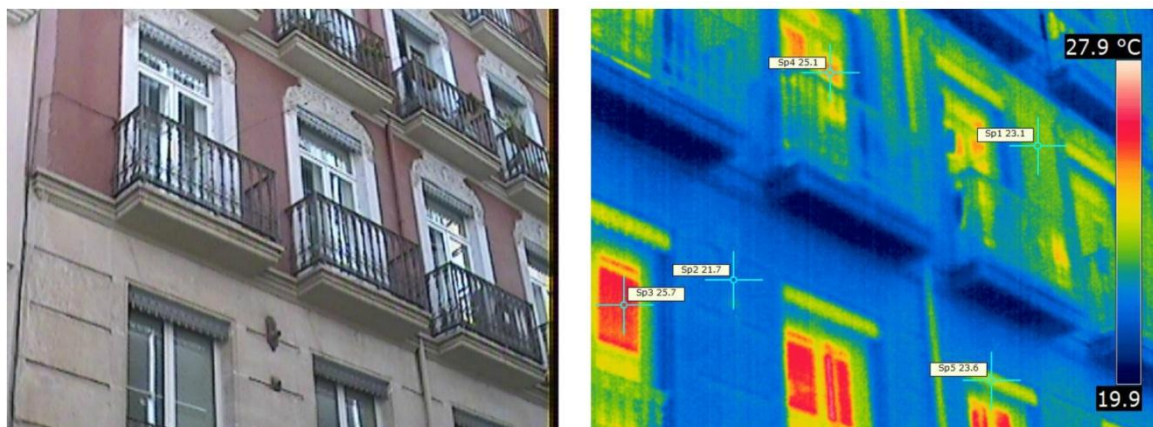


Figura 102: Termografía 8. Comparativa de acabados

(Fuente: Autora)

Termografía 8. En el siguiente termograma se han marcado varios elementos con la herramienta “punto de medida” para hacer notar la diferencia entre la fachada del entresuelo (aplacado de piedra) y la fachada de planta primera (mampostería de piedra) en la que aumenta la temperatura 2°C. Por su parte también se han marcado los vidrios de las dos plantas, los de la segunda más cálidos que los de la tercera. Por último se ha querido hacer constar los elementos metálicos existentes bajo los dinteles, que aunque parezca que se encuentran a una temperatura más alta o similar a la de la fachada, no es así ya que los metales siempre presentan una alta emisividad.

8.4. CERTIFICACIÓN Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

Puesto que la termografía es una herramienta auxiliar de apoyo que únicamente se ha empleado para el estudio de las fachadas principales y cerramientos de patio, se ha considerado necesario realizar la certificación energética de ambas edificaciones ya que, como también se va a dar una propuesta de rehabilitación energética, de esta manera se puede hacer una comparación entre la calificación del estado actual del edificio y la calificación tras las modificaciones de la propuesta, puesto que la termografía es una herramienta auxiliar de apoyo que únicamente apunta a problemas en la envolvente y sus posibles puntos de fugas energéticas

Edificio 1: c/San Nicolás nº 14

En primer lugar se realiza la certificación energética del Edificio 1, ubicado en la calle San Nicolás nº14 con los datos obtenidos durante las visitas que se enumeran en el apartado de Metodología, tanto de la envolvente térmica como de las carpinterías y las instalaciones de cada una de las viviendas. No se incluye a una de las viviendas de la primera planta por ser un hostel, ni los locales comerciales de la planta baja.

Como se puede observar en la Figura 103 la calificación energética es una F, casi una G. Se puede decir que es una buena calificación (puesto que podría ser mucho peor) si se tienen en cuenta las características de su envolvente y restos de elementos que se han introducido en el programa de cálculo. Además, la inexistencia de puentes térmicos por frentes de forjado o pilares también hace posible dicha letra. Pero, si se observa la demanda de calefacción, su calificación dista mucho de ser eficiente. Esto es debido a la alta transmitancia que tienen los muros de fachada y la falta de un aislamiento térmico que impida la pérdida de calor a través de ellos.

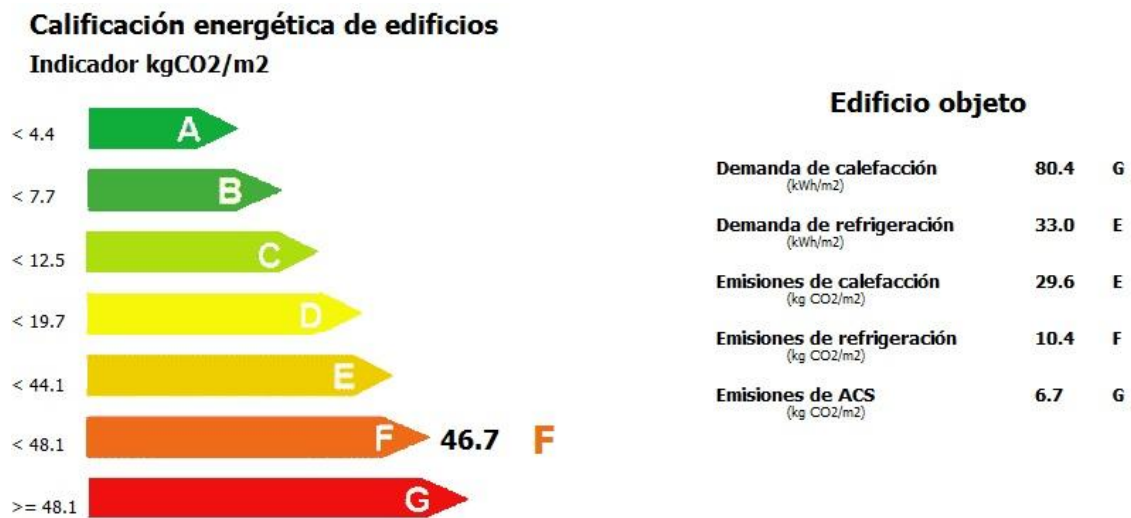


Figura 103: Calificación energética actual de San Nicolás,14

(Fuente: CE3X)

Por su parte, la demanda de refrigeración se posiciona en una letra relativamente buena debido al espesor y la masa de los muros, que impiden que el calor exterior penetre en el interior de las viviendas durante las épocas de calor, manteniéndolas frescas y sin necesidad de emplear aire acondicionado o similares.

En cuanto a las emisiones de refrigeración y calefacción tampoco cuentan con una letra alta pues son antiguas y, por lo tanto, sus rendimientos y emisiones a la atmosfera distan mucho de las que se pueden encontrar actualmente en el mercado.

Todos estos resultados dan una pista para saber sobre qué elementos hay que actuar a la hora de hacer una rehabilitación energética. La alta demanda de calefacción, muy superior a la de refrigeración, está indicando que se necesita mucha calefacción, y durante un periodo prolongado de tiempo, para calentar las estancias y que estas permanezcan con una temperatura de confort adecuada. También sería necesario modificar las carpinterías de madera con vidrio simple por otras de metal con RPT y vidrio doble. Por su parte, las instalaciones también deberían cambiarse por unas más nuevas y eficientes. De acuerdo a ello, y aprovechando que en los programas de calificación energética también se pueden incluir medidas de mejora, se proponen las siguientes:

- ✓ Aislamiento térmico por el interior: debido a que se encuentra bajo un régimen de conservación renovación y que no existen una cámara de aire que poder rellenar, además de la inviabilidad de aislar por el exterior debido a la falta de espacio, la única solución para incluir el aislamiento entre las capas de la fachada principal consiste en aislar térmicamente por el interior. Se propone la adición de un trasdosado de placa de yeso sobre estructura portante metálica y aislamiento térmico tipo EPS (poliestireno expandido) o tipo XPS (poliestireno extrusionado) el cual no necesitaría el trasdosado ya que sobre él se pueden aplicar acabados, como por ejemplo un enlucido de yeso. Se ha decidido emplear esta última opción por la mejora en la transmitancia de la fachada y la poca pérdida de espacio en las viviendas. De esta manera, se consigue pasar de una transmitancia térmica de $1'68 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $0'39 \text{ W/m}^2\text{K}$ de nuevo únicamente con un espesor de 3 cm de aislamiento térmico XPS (Figura 104). Por su parte, en los cerramientos de patio se pasa de una transmitancia térmica de $2'55 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $0'98 \text{ W/m}^2\text{K}$ con únicamente 3 cm de aislamiento térmico (Figura 105), con el consecuente ahorro en calefacción, poca pérdida de espacio y mejora del confort térmico. Además, permite a los propietarios de las viviendas decidir si quieren o no mejorar las condiciones térmicas de sus viviendas, puesto que se realiza de manera individual, es decir, por vivienda y no necesariamente sobre todo el cerramiento o fachada si fuera posible el caso del aislamiento térmico por el exterior.

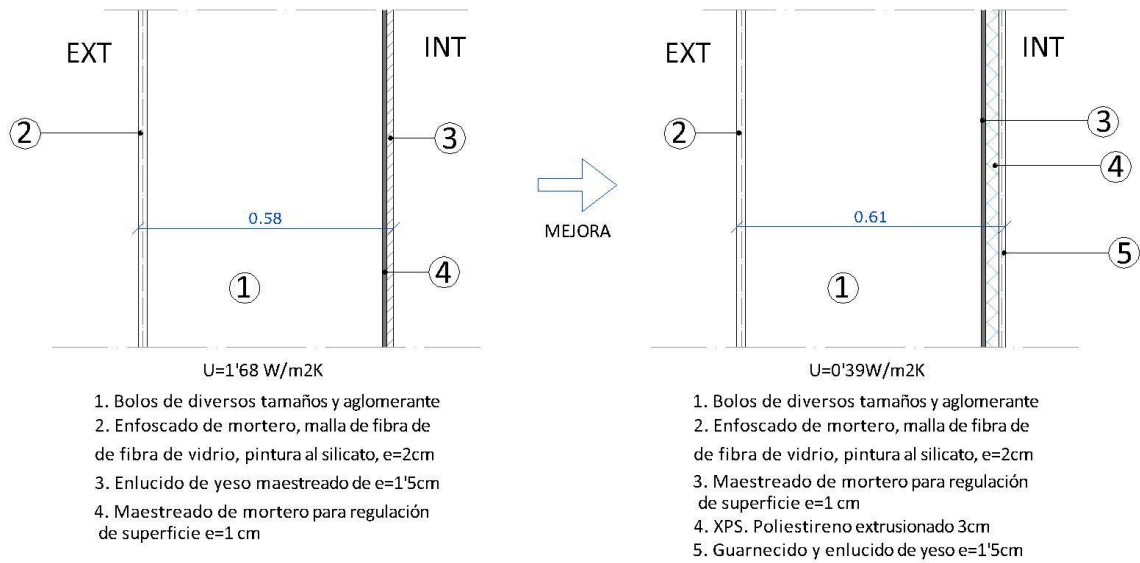


Figura 104: Fachada principal PP mejora con XPS

(Fuente: Elaboración propia)

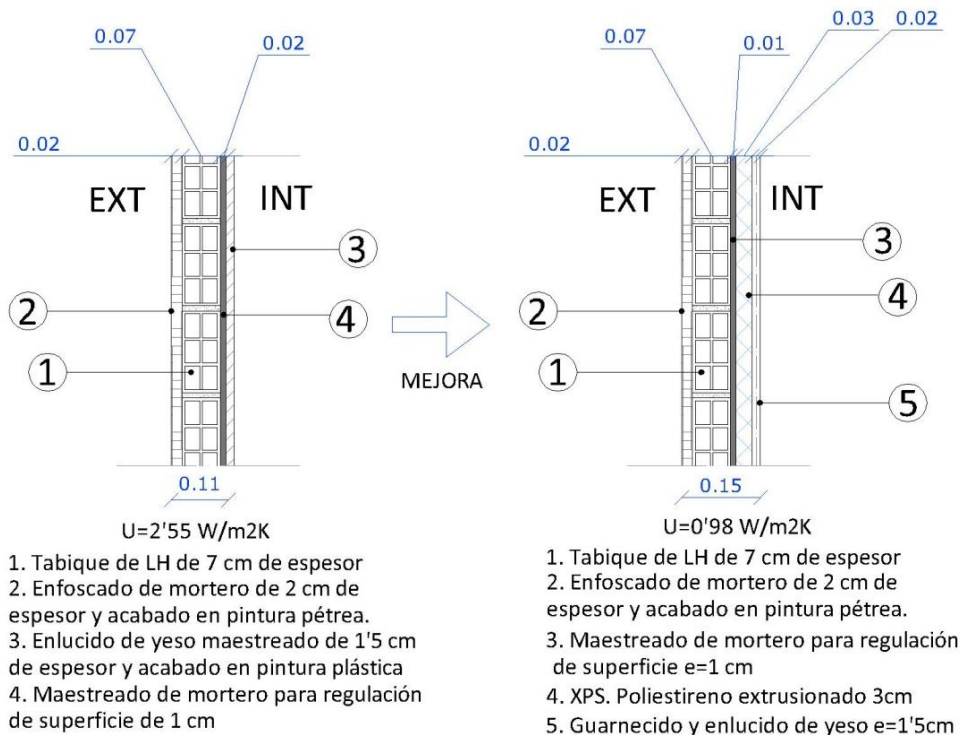


Figura 105: Cerramiento huecos de patio mejora con XPS

(Fuente: Elaboración propia)

- ✓ Instalaciones: para la demanda de ACS existen calentadores de gas butano en todas las viviendas; splits de aire acondicionado y calefactores eléctricos. Invertir en ellos y mejorarlos es una de las mejores opciones para reducir las emisiones, pero sin la mejora de la envolvente térmica el gasto y las emisiones seguirían siendo las mismas. Por lo tanto, además de lo concerniente a la envolvente se propone la sustitución de los calentadores de gas butano por calderas de condensación de gas natural, la eliminación de los splits de aire acondicionado y las estufas eléctricas y su sustitución por un sistema Multi-Split y C.V.R., para así poder controlar de manera independiente la temperatura en las diferentes estancias (Figura 106).

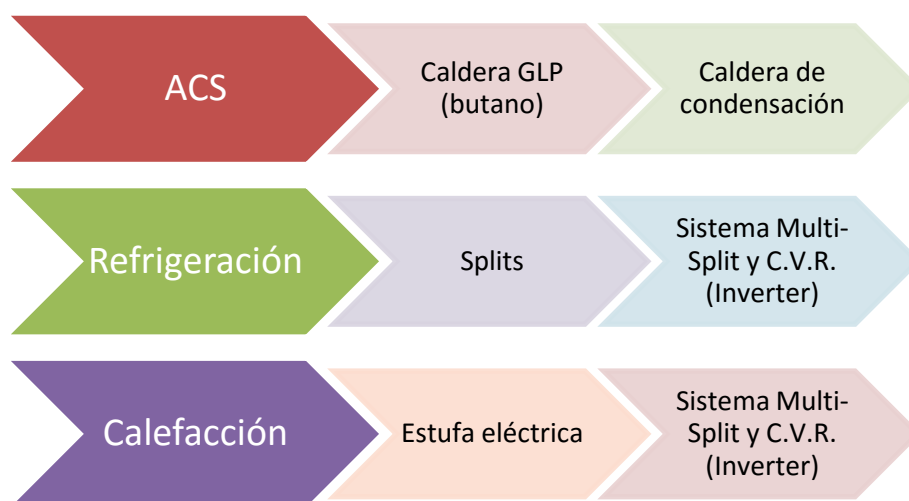


Figura 106: Propuesta de mejora de instalaciones en San Nicolás, 14
(Fuente: Elaboración propia a partir de CE3X)

- ✓ Cambio de carpinterías: este edificio se caracteriza por una gran cantidad de ventanas y balconeras de diferentes materiales y tipos de vidrios, unas más actuales que otras, por lo que para evitar el gasto innecesario se ha optado por sustituir las carpinterías de madera y vidrio simple y las de PVC de vidrio simple por carpinterías metálicas con RPT y doble vidrio.

Tras aplicarlas en el caso inicial, el ahorro es notable (Figura 107). Se reducen todas las demandas en casi un 20% y la reducción de las emisiones de CO₂ sobrepasa el 50%. Además se pasa de una calificación energética F a una E.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

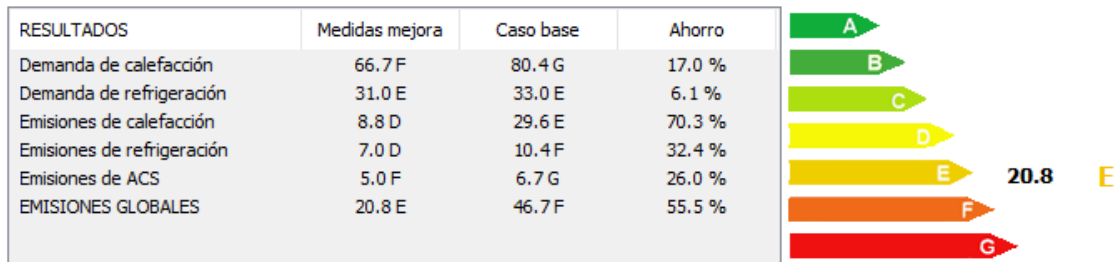


Figura 107: Comparación entre caso base y caso mejorado en CE3X

(Fuente: CE3X)

Además de todas estas medidas, para evitar la posible filtración de agua pluvial por el exterior y reducir la posibilidad de condensaciones intersticiales, también se propone impermeabilizar la fachada por el exterior, en plantas piso, por medio de la aplicación de productos de nanocrystalización, los cuales no modifican el aspecto original de la piedra, permiten su transpiración y aumentan su resistencia ya que actúan molecularmente y también permiten la aplicación posterior de acabados.

Edificio 2: c/Médico Manero Mollà nº13

El edificio número dos es mucho menos complejo a la hora de realizar la certificación energética debido a la menor superficie útil, número de viviendas y, sobre todo, por la casi uniformidad de carpinterías, tanto en medidas como en materiales.

Tras introducir los datos recopilados durante las visitas a las viviendas, se obtiene que la calificación energética global es una E (Figura 108), pero si se observan las demandas, en particular la de calefacción, se deduce sigue el mismo patrón que los resultados obtenidos para el edificio 1. Al igual que este último, sus cerramientos son de una hoja de mampostería sin aislamiento térmico en la fachada principal, mientras que en las de patios únicamente cuentan con un ladrillo cerámico hueco del 9 y también sin aislamiento. Cuando se intentan calefactar las estancias, gran parte del aire caliente generado sale a través de los cerramientos sin tener resistencia alguna.



Figura 108: Calificación energética actual Médico Manero Mollà, 13

(Fuente: CE3X)

Las mejoras que se proponen son parecidas a las del Edificio 1, con ligeras variaciones, sobre todo respecto a las instalaciones:

- ✓ Aislamiento térmico por el interior: debido al carácter catalogado de la edificación y ya que no existen una cámara de aire que poder rellenar y la falta de espacio para poder aislar térmicamente por el exterior, la única solución para incluir el aislamiento en las capas de la fachada principal consiste en aislar térmicamente por el interior. Esta vez se ha necesitado un espesor mayor, en concreto 5 cm de aislamiento XPS, ya que el espesor inicial es menor que el del anterior edificio (Figura 110 y Figura 109).

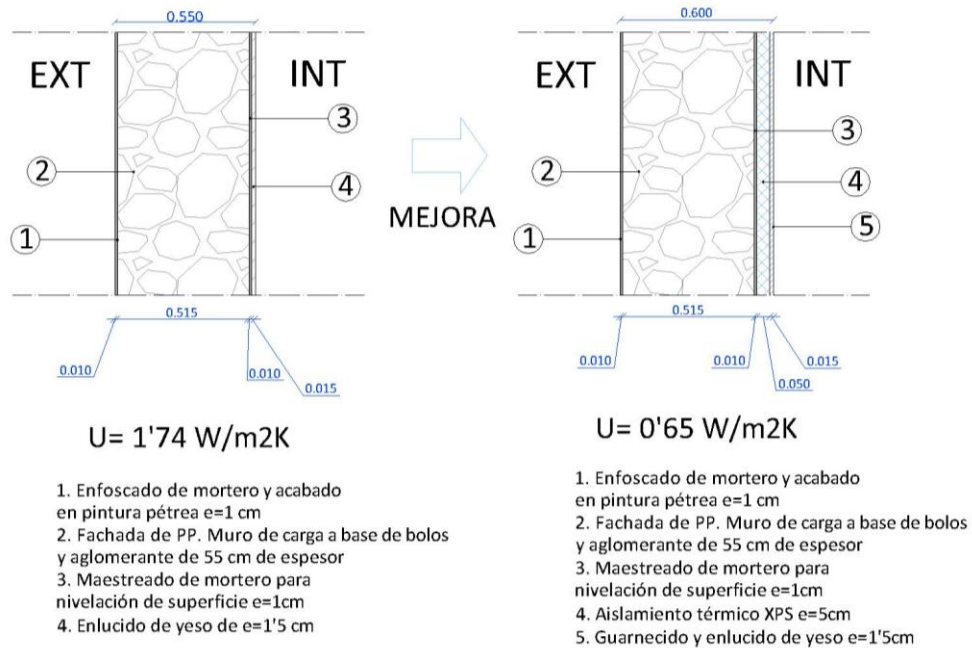


Figura 109: Fachada principal PP mejora con XPS

(Fuente: Elaboración propia)

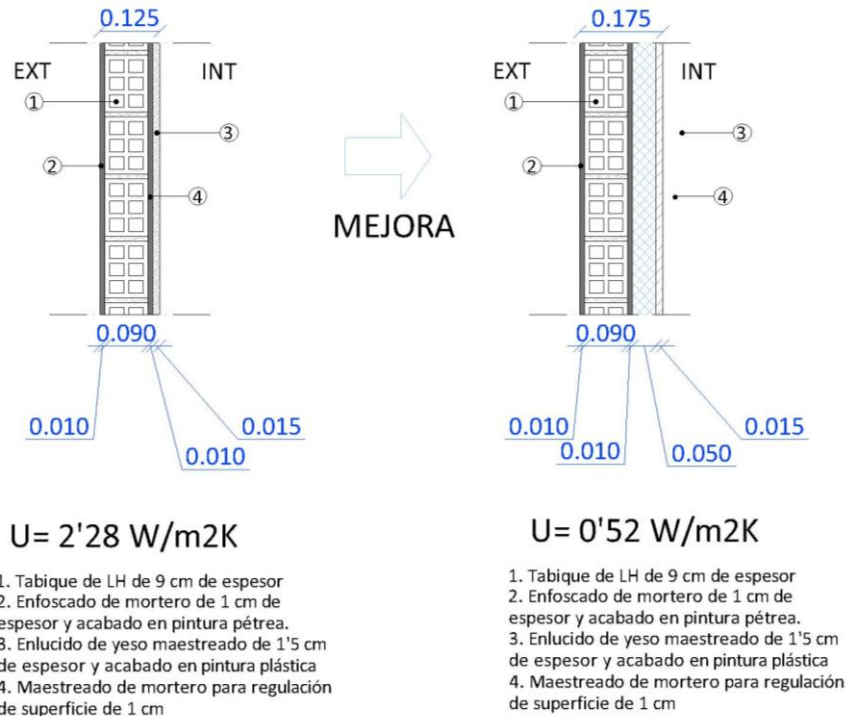


Figura 110: Cerramiento patios mejora con XPS

(Fuente: Elaboración propia)

- ✓ Instalaciones: esta edificación cuenta con termos eléctricos para el suministro de agua caliente sanitaria y calefacción y refrigeración mediante conductos en falso techo. Se propone la sustitución de los termos por calderas de condensación a gas natural y, aprovechando la instalación de los conductos, modificar las máquinas por unas más eficientes y el cambio de las rejillas por unas monitorizadas para poder zonificar (Figura 111).
- ✓ Carpinterías: al igual que en el anterior edificio, se propone modificar las carpinterías más desfavorables, como las de madera y las que consten de vidrio simple, por unas metálicas con RPT y vidrio doble.

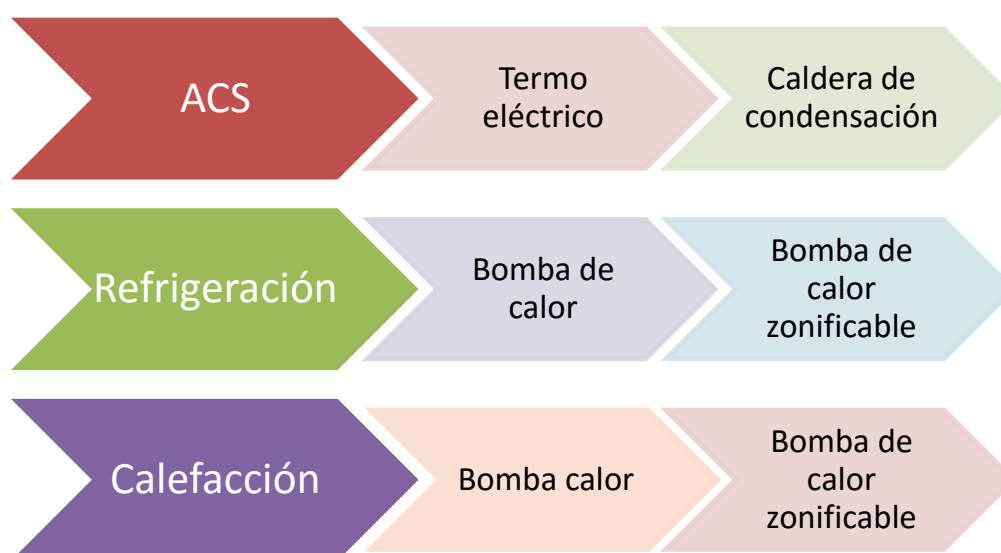


Figura 111: Propuesta mejora instalaciones Médico Manero Mollà, 13

(Fuente: Elaboración propia a partir de CE3X)

Tras introducir estas propuestas de mejora en el caso inicial, la diferencia es evidente, tanto por el cambio de letra como por el porcentaje de ahorro. En primer lugar en lo referente a la demanda de calefacción, que ha mejorado en un 30% y más de un 50% en sus emisiones. La parte de demanda de refrigeración y sus emisiones son datos más difíciles de mejorar ya que existe una menor diferencia entre ellos (Figura 112)

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

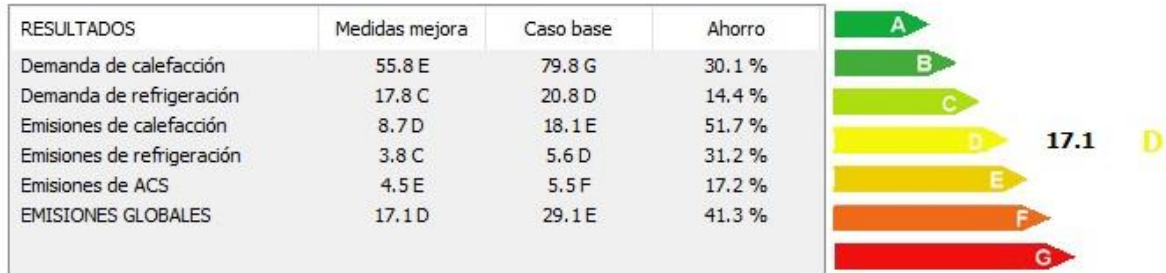


Figura 112: Comparación entre caso base y caso mejorado en CE3X

(Fuente: CE3X)

Por otro lado, como en el caso anterior, también se propone emplear la nanocrystalización para la impermeabilización de la fachada por el exterior y así evitar la penetración de agua en los cerramientos.

9. CONCLUSIONES

Para finalizar, se exponen las conclusiones obtenidas durante el desarrollo de este trabajo, dando una visión global de los temas fundamentales que se han tratado como son las fachadas de piedra, los edificios catalogados y el uso de un Sistema de Información Geográfica para localización, estudio y obtención de análisis; así como el empleo de la termografía infrarroja para la inspección de fachadas, la eficiencia energética y la problemática ambiental.

En primer lugar se quiere hacer constar que el término *Eficiencia Energética* ha sufrido una evolución constante debido a la mayor concienciación que ha ido teniendo a lo largo de los años. No han sido pocas las Directivas europeas y sus transposiciones al marco normativo español que se han ido haciendo desde 1.993. Respecto a ello, cabe destacar el “*Plan de Acción de Eficiencia Energética 2.014-2.020 (PNAEE)*”⁷¹ que comprende el PAREER⁷², un programa de ayudas para la Rehabilitación Energética de Edificios Existentes del sector Residencial y el “*Plan Estatal de Fomento del alquiler de viviendas, rehabilitación edificatoria y la regeneración y renovación urbana 2.013-2.016*” que se recoge en el *Real Decreto 233/2.013*⁷³ y está dirigido, como su nombre indica, a promover la rehabilitación energética de edificios. Un nuevo camino en el sector de la construcción que se separa del tradicional de edificaciones de nueva planta. Todo ello ha dado lugar a un mayor interés en el ahorro energético y es ahí donde se reconoce a la termografía infrarroja como herramienta auxiliar para detectar fugas energéticas y defectos de construcción.

Por su parte, en el campo de la termografía existe un gran desarrollo en países extranjeros, teniendo gran diversidad de normas y aplicaciones reales en diversos campos, entre ellos el de la construcción y el control de calidad de materiales. Por lo que respecta a España, la

⁷¹ MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO. *Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2.014-2.020*. Madrid: Ministerio de Industria, Energía y Turismo, abril de 2.014.

⁷² MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO E IDAE. *Programa de ayudas para la rehabilitación energética de edificios existentes*. Madrid: Ministerio de Industria, Energía y Turismo e IDAE, 5 de mayo de 2.015.

⁷³ ESPAÑA. MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA. *Real Decreto 233/2.013* de 5 de abril por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas 2.013-2.016. Madrid: Boletín Oficial del Estado núm. 86, 10 de abril de 2.013.

termografía infrarroja es una herramienta que se ha venido empleado en los últimos años y que ha sufrido un gran auge debido a la mayor concienciación del consumo de recursos energéticos y su ahorro. Respecto al marco normativo, únicamente se ha encontrado una norma que haga referencia al estudio de la envolvente térmica de los edificios, la *EN 13187:1998* (sólo publicada en inglés), y que presenta grandes carencias y desfase entre el año en el que se redactó y las circunstancias actuales, por lo que una actualización y mejora de ella debería ser algo ineludible. Respecto a esto último, se ha creído necesario desarrollar una metodología con los pasos a seguir para reunir los datos necesarios y conocer, de la manera más exacta posible y sin necesidad de hacer catas, los elementos que componen la envolvente de la edificación, en especial las fachadas, para así poder realizar un correcto análisis y diagnóstico de su comportamiento térmico mediante la cámara termográfica.

Respecto a la aplicación de la termografía infrarroja en edificios catalogados, se puede concluir que no es tan efectiva ni aporta tantos datos como lo haría en una fachada convencional, ya que las dos edificaciones que se han puesto de ejemplo cuentan con fachadas de gran masa y espesor, muy características y abundantes, siendo el 80% del total de edificios catalogados de Alicante, tal y como concluyen los análisis realizados mediante S.I.G. (Figura 113), siendo su antigüedad (entre 70 y 100 años) la falta de aislamiento térmico y la normativa con la que se construyeron, las características que mas las definen y convierten a estas edificaciones en auténticos consumidores de recursos.

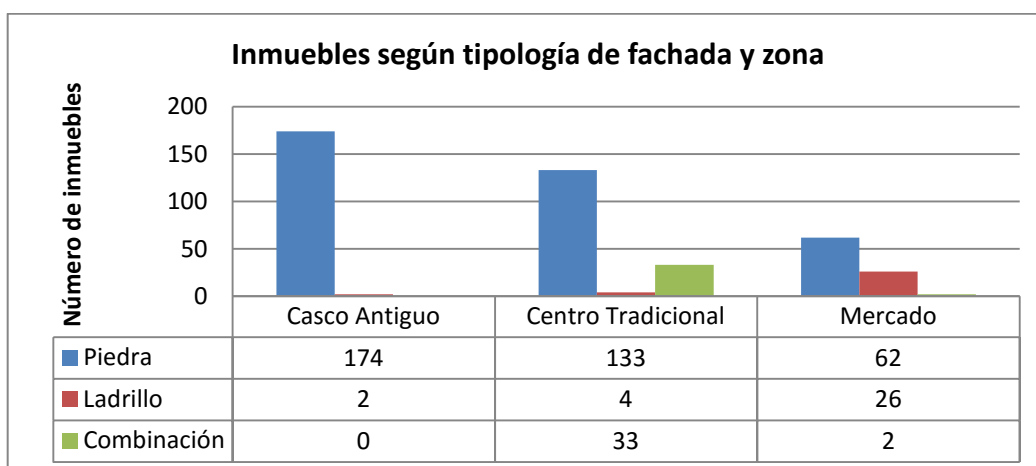


Figura 113: Número de inmuebles según tipología de fachada

(Fuente: Elaboración propia)

Esto hace casi imposible detectar fugas energéticas (frentes de forjado, instalaciones), más allá de los puentes térmicos que se producen en el encuentro entre jambas y dinteles con las carpinterías, así como las propias por una mala unión entre dos elementos constructivos distintos.

Por su parte, también se han considerado como fachadas a los cerramientos de patios, de poco espesor y realizados con ladrillos cerámicos, en los cuales sí se han podido detectar con mayor facilidad fugas energéticas debido al contraste de temperatura entre el interior de las viviendas y el exterior; entre ellas han destacado los puentes térmicos existentes en jambas/dinteles y marcos de ventanas, frentes de forjado y humedades, ya que debido a su orientación (norte y oeste) y su propia altura y la de edificios vecinos, el soleamiento que reciben es mínimo e impide que estas zonas se sequen adecuadamente.

Como se ha indicado en puntos anteriores, la termografía infrarroja es únicamente una herramienta auxiliar por lo que no se pueden obtener conclusiones de la eficiencia energética de la edificación únicamente con el análisis de su envolvente, también es importante conocer el estado de las instalaciones y su rendimiento, por lo que también se ha decidido realizar la certificación energética de ambos edificios de estudio.

Tras ver la propuesta de mejora que se ha realizado mediante el programa de calificación energética CE3X de los dos edificios presentados en la parte práctica, se hace evidente que hay que actuar sobre tres elementos cruciales para mejorar las edificaciones en materia de ahorro y consumo, esto es envolvente, carpinterías e instalaciones. Se tiene el concepto erróneo de que al modificar sólo una de ellas ya es suficiente, cuando la realidad es otra bien distinta. Si se modificasen únicamente las carpinterías, se produciría un leve ahorro en el consumo de calefacción y refrigeración (Figura 114) siendo una de las prácticas que más habitualmente se realizan. Si se modificasen solo las instalaciones, el consumo sería menor pero debido a que no se ha actuado sobre envolvente y carpinterías se seguiría perdiendo la misma cantidad de energía y, por lo tanto, el despilfarro seguiría siendo el mismo (Figura 115), a pesar del empleo de instalaciones más eficientes y menos contaminantes. Por su parte, si únicamente se mejorase la envolvente térmica de la edificación, actuando en fachadas, cerramientos y cubiertas, se produciría una mejora significativa, casi el 20%, en la demanda de calefacción, uno de los puntos más débiles de este tipo de fachadas (Figura 116). Por último, se muestra la comparación del caso inicial y el caso mejorado con todas las mejoras aplicadas (Figura 117), evidenciando que

actuando sobre los tres elementos a la vez es cuándo mejores resultados de ahorro se consiguen, destacando sobre las demás la mejora en las emisiones por calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, además del ya mencionado casi 20% de ahorro en la demanda de calefacción. Respecto al total, además de subir en una letra en la escala de certificación, también se consigue reducir en más de un 50% las emisiones globales de la edificación. Por lo tanto, la mejora o sustitución de estos tres elementos sería lo más recomendable aunque no siempre se pueda acometer la intervención de una sola vez debido a los costes y el nivel adquisitivo de los propietarios.

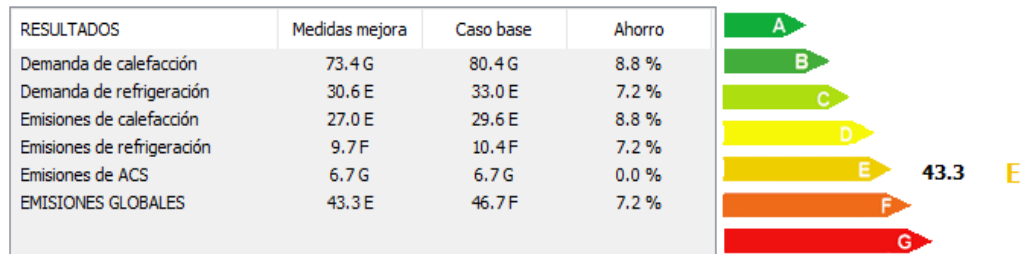


Figura 114: Caso San Nicolás nº14. Mejora sólo carpinterías.

(Fuente: CE3X)

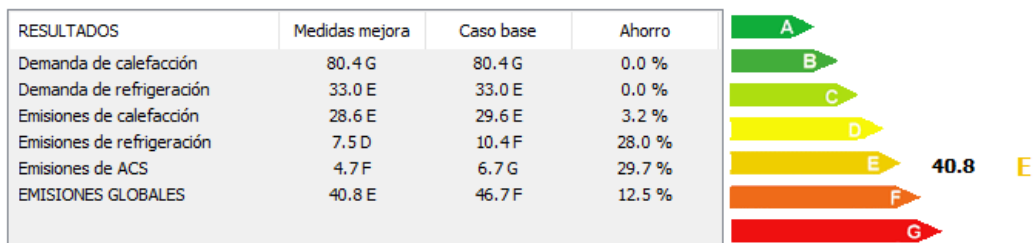


Figura 115: Caso San Nicolás nº14. Mejora sólo instalaciones

(Fuente: CE3X)

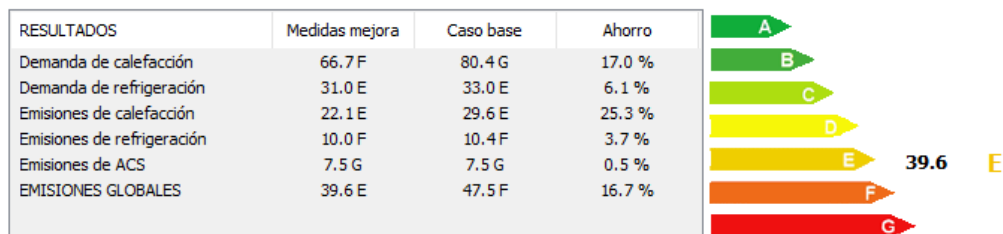


Figura 116: Caso San Nicolás nº14. Mejora sólo envoltente térmica: fachadas, cerramientos y cubiertas

(Fuente: CE3X)

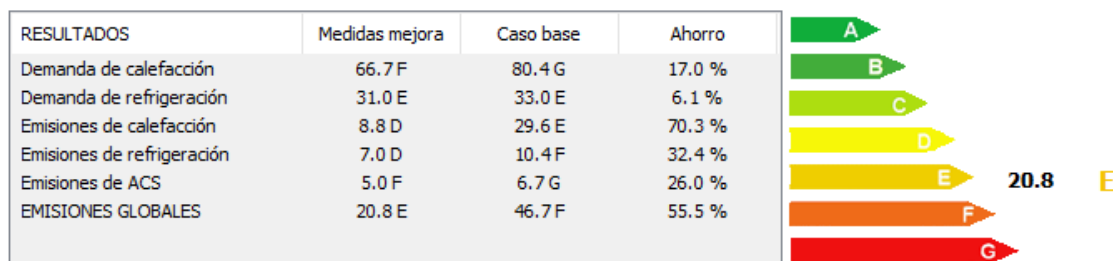


Figura 117: Caso San Nicolás nº14. Mejora de envoltente, carpinterías e instalaciones

(Fuente: CE3X)

Como conclusiones finales se puede decir que, por un lado, el empleo de un Sistema de Información Geográfica ha servido para conocer de manera más precisa el tipo de edificaciones catalogadas existentes en la ciudad de Alicante, no solo por su tipo de fachada, también según su año de construcción, el tipo de uso que se le está dando y su posición exacta dentro de las tres zonas que define el Catalogo de Bienes y Espacios Protegidos. Por otra parte, se quiere añadir que esta parte del trabajo ofrece multitud de posibilidades que podrían desarrollarse en futuros trabajos de fin de grado. Ya que son edificaciones catalogadas, podría ser interesante actualizar dicho catalogo, con la información que pudiera recopilarse e introducirse en el SIG, respecto al estado de conservación de cada una de ellas, reformas recientes o incluso la necesidad de realizar un I.E.E. según su antigüedad, tal y como se ha desarrollado la aplicación *ieCatastro*⁷⁴, pero en este caso más específica para edificios catalogados en la ciudad de Alicante.

Por otro lado, la termografía infrarroja se revela como una herramienta auxiliar no muy útil para el estudio energético de las fachadas de mampuestos de piedra, debido a su gran masa y espesor, si se compara con los resultados que se pueden obtener del estudio de una fachada tradicional de ladrillo cerámico. Aún así, las humedades y los puentes térmicos de huecos de carpinterías sí son fácilmente reconocibles en las termografías, por lo que no se considera una herramienta del todo inútil para emplear en este tipo de edificaciones.

⁷⁴ IeCATASTRO. Byprox Development S.L. Colegio Oficial de Aparejadores Arquitectos Técnicos de la Región de Murcia, 2.016. [En línea] <http://iecatastro.com/> [Consulta: 6 de mayo de 2.016]

10. BIBLIOGRAFÍA

En este apartado se lista la bibliografía empleada para el desarrollo de este trabajo, tanto consultada como referenciada, y se ha decidido ordenarla de acuerdo al tipo de documento y en orden alfabético:

10.1. Libros, artículos y otras publicaciones

ANDIMAT. ASOCIACIÓN NACIONAL DE FRABRICANTES DE MATERIALES AISLANTES. *Sistemas de Aislamiento Térmico Exterior (SATE) para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios.* Madrid: IDAE, 2.012. ISBN: 9788496680593. Disponible en: <http://www.idae.es/index.php/recategoria.1030/id.48/reلمenu.349/mod.pags/mem.detalle>

BOSQUE SENDRA, Joaquín. *Sistemas de Información Geográfica.* Madrid: Ediciones Rialp, S.A., 1.992. ISBN: 8432129224.

COMAS ERNEST RUIZ, David. *Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica.* Barcelona: Ariel, 1.993. ISBN: 8434434520.

DERNIE, David. *Arquitectura en piedra.* Barcelona: Blume, 2.003. ISBN: 8495939487.

DURA DOMÉNECH, Antonio y otros. *Fundamentos físicos de las construcciones arquitectónicas. Volumen II. Mecánica de fluidos. Calor y termodinámica. Electromagnetismo.* San Vicente del Raspeig: Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2004. ISBN: 8479088052.

ELÍAS CASTELLS, Xavier. y BORDAS ALSINA, Santiago. *Energía, agua, medioambiente, territorialidad y sostenibilidad.* Madrid : Díaz de Santos, 2.001. ISBN 9788499690094.

FLIR y ALAVA INGENIEROS. *Termografías para el diagnóstico de edificios.* Madrid: FLIR, 2011.

GARCÍA-PRieto RUIZ, Alejandra y otros. *Catálogo de tipología edificatoria residencial.* Valencia: Instituto Valenciano de la Edificación, 2.015. ISBN: 9788496602878. Disponible en: http://www.five.es/tienda/product_info.php?cPath=57&products_id=325

GÓMEZ DELGADO, Montserrat y BARREDO CANO, José I. *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Madrid: RA-MA, 2.005. ISBN: 8478976736.

GONZÁLEZ MORENO NAVARRO, José Luís y otros. *El difícil equilibrio entre eficiencia energética y conservación de los valores patrimoniales en edificios históricos*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, octubre 2.013. Disponible en: <http://www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/3393#.VwzNBaSLS00>

GÖSSEL, Peter. *Arquitectura del Siglo XX*. Madrid: Taschen, 2.001. ISBN: 3822811645.

GUTIÉRREZ PUEBLA, Javier y GOULD, Michael. *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Editorial Síntesis, 2.002. ISBN: 8477382468.

JAÉN Y URBAN, Gaspar y otros. *Guía de arquitectura de la provincia de Alicante*. Alicante: Instituto de Cultura Juan Gil-Albert, 1.999. ISBN 8477843538.

LÓPEZ DAVÓ, Joaquín. *Apuntes de Aplicaciones de la termografía infrarroja en la edificación. Curso de manejo de la cámara termográfica*. Alicante: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, 2013.

MELGOSA REVILLAS, Sergio. *Guía de la termografía infrarroja. Aplicaciones en ahorro y eficiencia energética*. Madrid: FENERCOM, 2.011.

MENÉNDEZ SUÁREZ, Ana I., MENÉNDEZ SUÁREZ, Iván. *Rehabilitación energética de edificio catalogado como bien de interés cultural (BIC)*. Barcelona: Eficiencia Integral Constructiva, s.l. (EFINCO), 2.015. Disponible en: <http://docplayer.es/10584637-Casa-alvarez-mendoza-1914-rehabilitacion-energetica-de-edificio-catalogado-como-bien-de-interes-cultural-bic.html>

MORA, Raúl T. y CÉSPEDES, M^a Francisca. *Sistemas de Información Geográfica en la gestión de la edificación*. Asignatura Proyectos Técnicos. Grado en Arquitectura Técnica, 2.014.

OLAYA, Víctor. *Sistemas de Información Geográfica. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2.011*. Disponible en: <http://volaya.github.io/libro-sig>

PÉREZ COBOS, Sergi. *Certificación energética en edificios existentes. Criterios para la identificación de la envolvente térmica*. Barcelona: Marcombo, 2.013. ISBN: 9788426720566.

PIQUER, Andrés. *Las epidemias de Hippócrates, con observaciones prácticas de los antiguos y modernos.* Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo, 1978. ISBN 8476700679.

REGALADO TESORO, Florentino. *Los forjados de los edificios: pasado, presente y futuro.* Alicante: CYPE Ingenieros, 1.999. ISBN: 8493069604.

SÁNCHEZ-OSTIZ GUTIÉRREZ, Ana. *Fachadas: cerramientos de edificios.* Madrid: Cie Dossat 2.000, 2.011. ISBN: 9788493974701.

STAR Jeffrey y ESTES John. *Geographic Information Systems: An Introduction.* Harvard: Prentice-Hall, 1.989. Pág. 13. Traducción de GUTIÉRREZ PUEBLA, Javier. *SIG, Sistemas de Información Geográfica.* Madrid: Editorial Síntesis, 2.002.

TESTO AG. *Termografía, guía de bolsillo.* Madrid: TESTO AG, 2.008.

TOBÍO, J.M. *Ensayos no destructivos: métodos aplicables a la construcción.* Madrid: Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento, 1.967.

VARELA BOTELLA, Santiago. *La arquitectura de Enrique Sánchez Sedeño y el modernismo en Alicante.* Alicante : Instituto Alicantino de Cultura Juan Gil-Albert, 2014. ISBN: 9788477846642.

10.2. Trabajos académicos

COCERO MATESANZ, David y otros. *La cartografía catastral y su utilización en los estudios urbanos en un entorno SIG. Aplicación al análisis del municipio madrileño de Getafe.* Tecnologías de la información para nuevas formas de ver el territorio: XVI Congreso Nacional de Tecnologías de Información Geográfica, celebrado del 25 al 27 de junio de 2014, en Alicante. Madrid: AGE, 2014. Disponible en: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/46789>

FERRER MADRID, Elena. *Caracterización térmica del edificio 4k "Casa del Alumno"* [Trabajo de Fin de Grado] Valencia: Universidad Politécnica de Valencia 2.013-2.014. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/44299>

GARCÍA-ESPARZA, Juan A. *La mirada y reflexión sobre las técnicas tradicionales.* [Trabajo de asignatura] Castellón: Publicaciones de la Universidad Jaume I, 2.013. Disponible en: <http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/67461>

GARCÍA MORATALLA, Irene. *Caracterización térmica del edificio 1C mediante termografía infrarroja.* [Trabajo de Fin de Grado] Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2.013-2.014. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/44298>

GARRIDO, Pablo. *Vida y obsolescencia de fachadas del siglo XX en la ciudad de Barcelona.* [Tesis doctoral] Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, Departamento de Construcciones Arquitectónicas, 2.015. Disponible en: <http://upcommons.upc.edu/handle/10803/312843>

MARIÑO, MUR, Alejandro. *Caracterización térmica de un conjunto de edificaciones del Pirineo oscense mediante termografía infrarroja.* [Trabajo de Fin de Grado] Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Gestión en la Edificación, 2.009. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/17147>

MARTÍN MARTÍNEZ, Ana. *Propuesta de mejora de eficiencia energética, viabilidad técnica y económica en edificio existente.* [Tesina] Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, Instituto de Sostenibilidad, 2.013. Disponible en: <http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/19897>

LA SPINA, Vicenzina. *La aplicación de un sistema de información geográfica (SIG) para la conservación del patrimonio arquitectónico: el estudio de los revestimientos continuos tradicionales del centro histórico de Valencia.* [Artículo] Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio, 2.011. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/34291>

PALMA SELLÉS, Pablo. *Aplicación de la termografía en auditorías energética de edificios.* [Trabajo de Fin de Grado] San Vicente del Raspeig: Universidad de Alicante, Escuela Politécnica Superior, 2.013. Disponible en: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/48918>

SÁNCHEZ MANCHÓN, Patricia. *Caracterización de la envolvente de dos conjuntos de edificios mediante termografía* [Título original: Caracterizació de d'envolvent de dos conjunts d'edificis mitjançant tècniques termogràfiques] [Proyecto de Fin de Grado] Barcelona: Universidad

Politécnica de Cataluña, Escuela Politécnica Superior de Edificación, 2.013. Disponible en: <http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/19004>

SIMEÓ PEÑARROCHA, Miguel Ángel. *Aplicación de SIG a los certificados de eficiencia energética en la localidad de Llíria.* [Trabajo de Fin de Grado] Valencia: ETS de Ingeniería de Edificación, Universidad Politécnica de Valencia, 2.014. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/44903>

10.3. Normativa

AENOR. UNE-EN 13187:1.998. *Prestaciones térmicas en edificios. Detección cualitativa de irregularidades en cerramientos de edificios. Método infrarrojos.* [Título original: "Thermal performance of buildings. Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes. Infrared method."] Madrid: AENOR, 1 de noviembre de 2.000.

AENOR. UNE-EN ISO 9712:2.012. *Ensayos no destructivos. Cualificación y certificación del personal que realiza ensayos no destructivos.* Madrid: AENOR, 28 de noviembre de 2012.

AYUNTAMIENTO DE ALICANTE. GERENCIA MUNICIPAL DE URBANISMO. *Plan de Especial Protección del Centro Tradicional de Alicante.* Alicante: Gerencia municipal de Urbanismo, 31 de marzo de 2.010. Disponible en: http://w2.alicante.es/urbanismo/ver_pai.php?codigo=238

AYUNTAMIENTO DE ALICANTE. COMISIÓN TERRITORIAL DE URBANISMO. *Revisión del Plan Especial del Casco Antiguo de Alicante.* Alicante: Comisión Territorial de Urbanismo, 23 de abril de 2.015. Disponible en: http://w2.alicante.es/urbanismo/ver_pai.php?codigo=311

ESPAÑA. MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA. *Real Decreto 47/2.007 por el que se transpone la Directiva 2.002/91/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios.* Madrid: Boletín Oficial del Estado, 2.007 núm. 27, 19 de enero de 2.007. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-2007>

ESPAÑA. MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA. *Real Decreto 235/2.013 por el que se transpone la Directiva 2.010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios.* Madrid: Boletín Oficial del Estado, núm. 89, 5 de abril de 2.013. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2013/04/13/pdfs/BOE-A-2013-3904.pdf>

ESPAÑA. MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA. *Real Decreto 233/2.013 de 5 de abril por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas 2.013-2.016.* Madrid: Boletín Oficial del Estado núm. 86, 10 de abril de 2.013. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2013/04/10/pdfs/BOE-A-2013-3780.pdf>

ESPAÑA. *Proyecto de Real Decreto por el que se transpone la Directiva 2.012/27/UE.* Disponible en: <http://www.minetur.gob.es/energia/es-ES/Participacion/Paginas/Cerradas/proyecto-rd-directiva-201227UE.aspx>

ESPAÑA. CONSELLERÍA DE INFRAESTRUCTURAS, TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE. *Ley 8/2.013 de Rehabilitación, Regeneración y Renovación Urbanas.* Valencia: Diario Oficial de la Comunitat Valenciana núm. 7374, 3 de octubre de 2.014. Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-6938

ESPAÑA. PRESIDENCIA DE LA GENERALITAT. *Ley 7/2.004 de Modificación de la Ley 4/1.998 del Patrimonio Cultural Valenciano.* Valencia: Diario Oficial de la Comunidad Valenciana, núm. 4867, 21 de octubre de 2.014. Disponible en: http://www.cult.gva.es/dgpa/Ley/DOGV_21-03-2004_LEY%207_2004_de%20modificaci%C3%B3n%20del%20Patrimonio%20Cultural%20Valencia%20no.pdf

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA E INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN DE CASTILLA Y LEÓN. *Prontuario de soluciones constructivas de materiales.* Código Técnico de la Edificación, 2007. Disponible en: <http://itec.cat/cec/Pages/BusquedaSC.aspx>

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO. *Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2.014-2.020.* Madrid: Ministerio de Industria, Energía y Turismo, abril de 2.014. Disponible en: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/NEEAP_2014_ES-es.pdf

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO E IDAE. *Programa de ayudas para la rehabilitación energética de edificios existentes.* Madrid: Ministerio de Industria, Energía y Turismo e IDAE, 5 de mayo de 2.015. Disponible en: <http://www.idae.es/index.php/id.858/reلمenu.409/mod.pags/mem.detalle>

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y VIVIENDA. *Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HR, Protección frente al ruido.* Madrid: Ministerio de Vivienda, junio 2.015. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/index.php/menu-proteccion-frente-ruido>

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y VIVIENDA. *Norma Básica de la Edificación NBE-CT-79 sobre Condiciones Térmicas en los edificios.* Madrid: Ministerio de Industria y Vivienda. 6 de Julio de 1.979. Disponible en: http://www.efenergia.com/efenergia/resources/legislacion/espana_eficiencia_energetica/NBE-CT-79.pdf

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y VIVIENDA. *Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HS1. Protección frente a la humedad.* Madrid: Ministerio de Fomento, Septiembre de 2.009. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/index.php/menu-salubridad>

UE. Directiva 93/76/CEE del Consejo, 13 de septiembre de 1.993. Relativa a las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficiencia energética (SAVE). Bruselas: Diario Oficial de las Comunidades Europeas L237, 22 de septiembre de 1.993. Disponible en: http://www.madrid.org/rlma_web/html/web/FichaNormativa.icm?ID=1125

UE. Directiva 2.002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, 16 de diciembre de 2.002 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Bruselas: Diario Oficial de las Comunidades Europeas L1, 4 de enero de 2.003. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2003-80006>

UE. Directiva 2.010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, 19 de mayo de 2.002 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Estrasburgo: Diario Oficial de la Unión Europea L153, 18 de junio de 2.010. Disponible: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Directiva_2010-31_UE_EE_en_edificios_Refundicion_d3ee0458.pdf

UE. Directiva 2.012/27/ UE del Parlamento Europeo y del Consejo, 25 de octubre de 2.012 relativa a la eficiencia energética. Estrasburgo: Diario Oficial de la Unión Europea L315, 14 de noviembre de 2.012. Disponible en:

<http://www.lamoncloa.gob.es/espana/eh15/industriayturismo/documents/directiva%20eficiencia%20energ%C3%A9tica.pdf>

10.4. Páginas web

AC-ksol. Ingeniería y aplicación. [En línea] <http://www.acksol.com/home-4> [Consulta: 18 de abril de 2.016]

IDEE. Infraestructuras de Datos Espaciales de España. [En línea] <http://www.idee.es> [Consulta: 18 de mayo de 2.016]

IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía. [En línea] <http://www.idae.es> [Consulta: 9 de noviembre de 2.015]

AENOR. Asociación Española de Normalización y Certificación. [En línea] <http://www.aenor.es/aenor/inicio/home/home.asp> [Consulta: 16 de diciembre de 2.015]

AETIR. Asociación Española de Termografía Infrarroja [En línea] <http://www.aetir.com> [Consulta: 2 de enero de 2.016]

AEND. Asociación Española de Ensayos No Destructivos [En línea] <http://www.aend.org> [Consulta: 10 de enero de 2.016]

ASNT. American Society of Nondestructive Testing. [En línea] <https://www.asnt.org> [Consulta: 2 de enero de 2.016]

AYTO. ALICANTE. [En línea] <http://www.alicante.es/es>. [Consulta: 6 de noviembre de 2015.]

BUA. Biblioteca de la Universidad de Alicante [En línea] <http://biblioteca.ua.es> [Consulta: 28 de octubre de 2.015]

BOE. Boletín Oficial del Estado. [En línea] <https://www.boe.es> [Consulta: 15 de enero de 2.016]

Congreso Internacional de Eficiencia Energética y Edificación Histórica [En línea] <http://www.energy-heritage.com> [Consulta: 23 de febrero de 2.016]

CTE. Código Técnico de la Edificación [En línea] <http://www.codigotecnico.org> [Consulta: 6 de noviembre de 2.015]

EFINCO. Eficiencia Integral Constructiva. [En línea] <http://www.efinco.es> [Consulta: 6 de abril de 2.016]

ETRES CONSULTORES. [En línea] <http://www.etrosconsultores.com> [Consulta: 9 de diciembre de 2.015]

FLIR. [En línea] <http://www.flir.es/home> [Consulta: 20 de diciembre de 2.015]

IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía. [En línea] <http://www.idae.es> [Consulta: 5 de noviembre de 2.015]

ieCATASTRO. Byprox Development S.L. Colegio Oficial de Aparejadores Arquitectos Técnicos de la Región de Murcia, 2.016. [En línea] <http://iecatastro.com/> [Consulta: 6 de mayo de 2.016]

IGN. Instituto Geográfico Nacional. [En línea] <https://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesSistemaInfoGeografica.do> [Consulta: 22 de abril de 2.016]

IVACE. Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial. [En línea] <http://gcee.aven.es/publico> [Consulta: 28 de abril de 2.016]

IVE. Instituto Valenciano de la Edificación. [En línea] <http://www.five.es> [Consulta: 24 de febrero de 2.016]

KURSAAL. Rehabilitaciones integrales. [En línea] <http://www.prkursaal.com/es> [Consulta: 26 de febrero de 2.016]

NOTICIAS JURÍDICAS. [En línea] <http://noticias.juridicas.com> [Consulta: 6 de febrero de 2.016]

RECOLECTA. Recolector de Ciencia Abierta. [En línea] <http://recolecta.fecyt.es> [Consulta: 26 de octubre de 2.015]

SEDE ELECTRÓNICA DE CATASTRO. [En línea] <https://www.sedecatastro.gob.es/OVClncio.aspx> [Consulta: 6 de enero de 2.016]

TERRASIT. [En línea] <http://terrasit.gva.es/es> [Consulta: 24 de febrero de 2.016]

10.5. Otras plataformas

CARRERA, Miguel Ángel. *Control de la eficiencia energética en edificación: termografía y blower-door. En: Jornadas Pensando en la Ciudad. Herramientas de diagnóstico para la regeneración urbana integral.* Valencia: Instituto Valenciano de la Edificación, 2.014. Disponible en: <http://www.five.es/recursos.html>

MARTÍN, A.; MILLÁN, J. A.; HIDALGO, J. M.; IRIBAR, E. *Rehabilitación energética de edificios de viviendas bajo el Plan de Especial Protección del Patrimonio urbanístico construido en Donostia-San Sebastián.* Madrid: Congreso Internacional de Eficiencia Energética y Edificación Histórica, 2.014. Disponible en: https://energyheritage.files.wordpress.com/2014/12/actas_357-365_rehabilitacion-energetica-de-edificios.pdf

LEZANA, Ángel. *La termografía aplicada a la rehabilitación de edificios. I Encuentro-edificación sobre rehabilitación energética de edificios.* Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=S8t61sqmqkg>

GUARDA PARERA, Ramón. Canal de Youtube Ramón Guarda Parera. Disponible en: <https://www.youtube.com/user/ramon17642/featured>

11. ANEXOS

ANEXO A. Planos de Edificación C/San Nicolas nº14

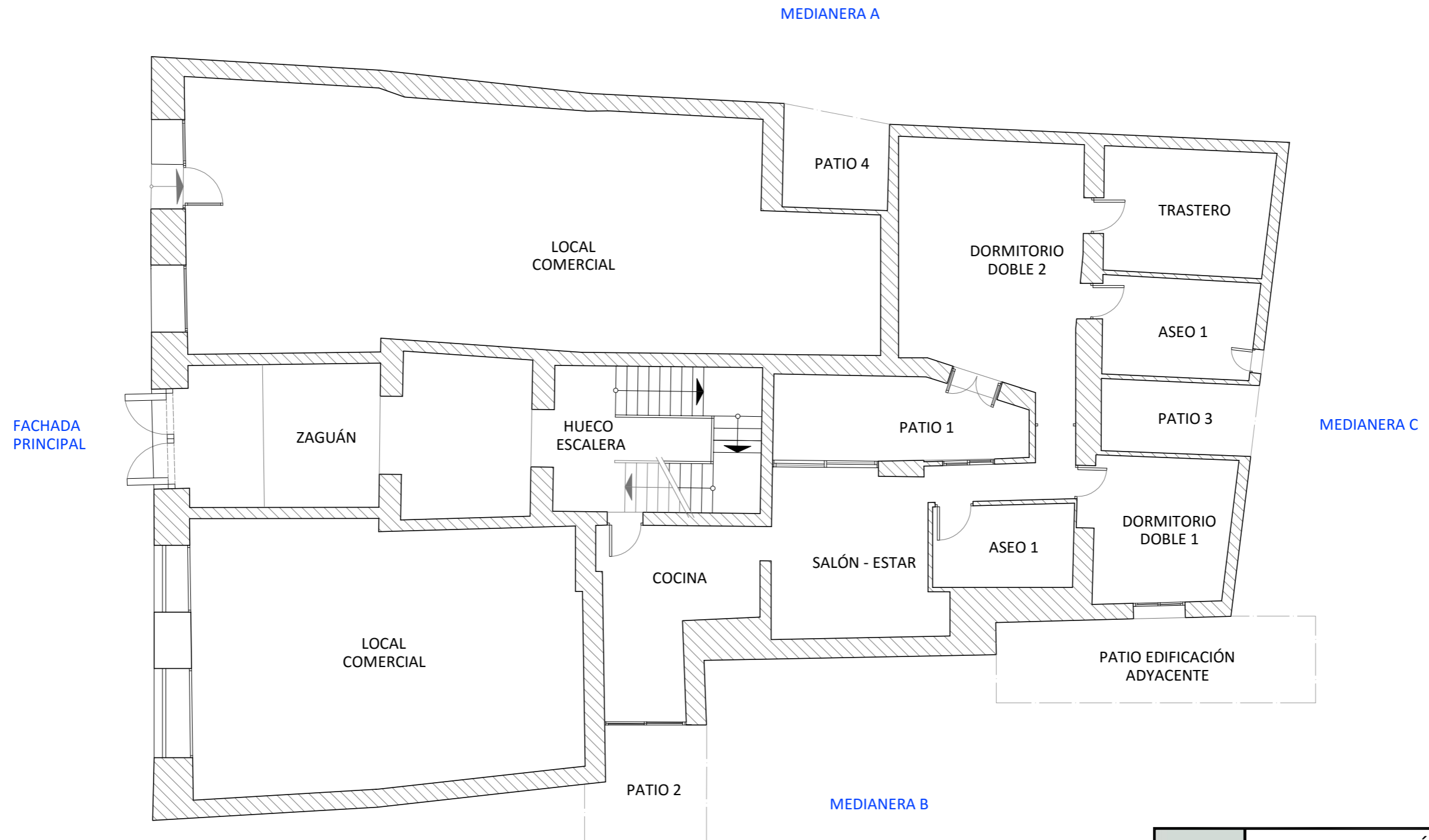
ANEXO B. Planos de Edificación C/Médico Manero Mollà nº13

ANEXO A: PLANOS EDIFICACIÓN C/ SAN NICOLÁS Nº14



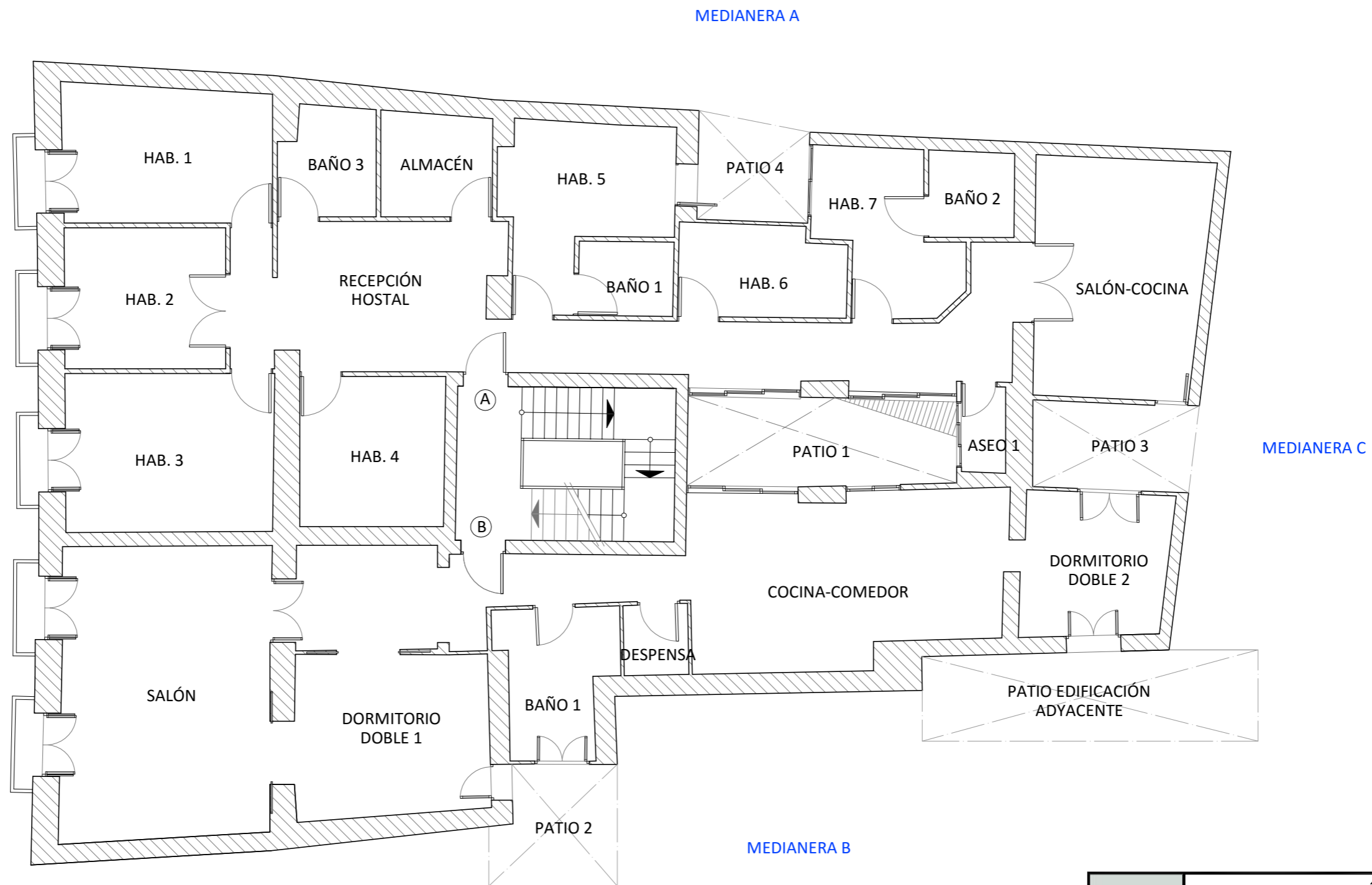
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE ALICANTE
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA

| | |
|---|--|
| ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ |
| PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | |
| PLANO: ALZADO FACHADA | Nº PLANO: 00 |
| ESCALA: 1/100 | FECHA: JULIO 2.016 |

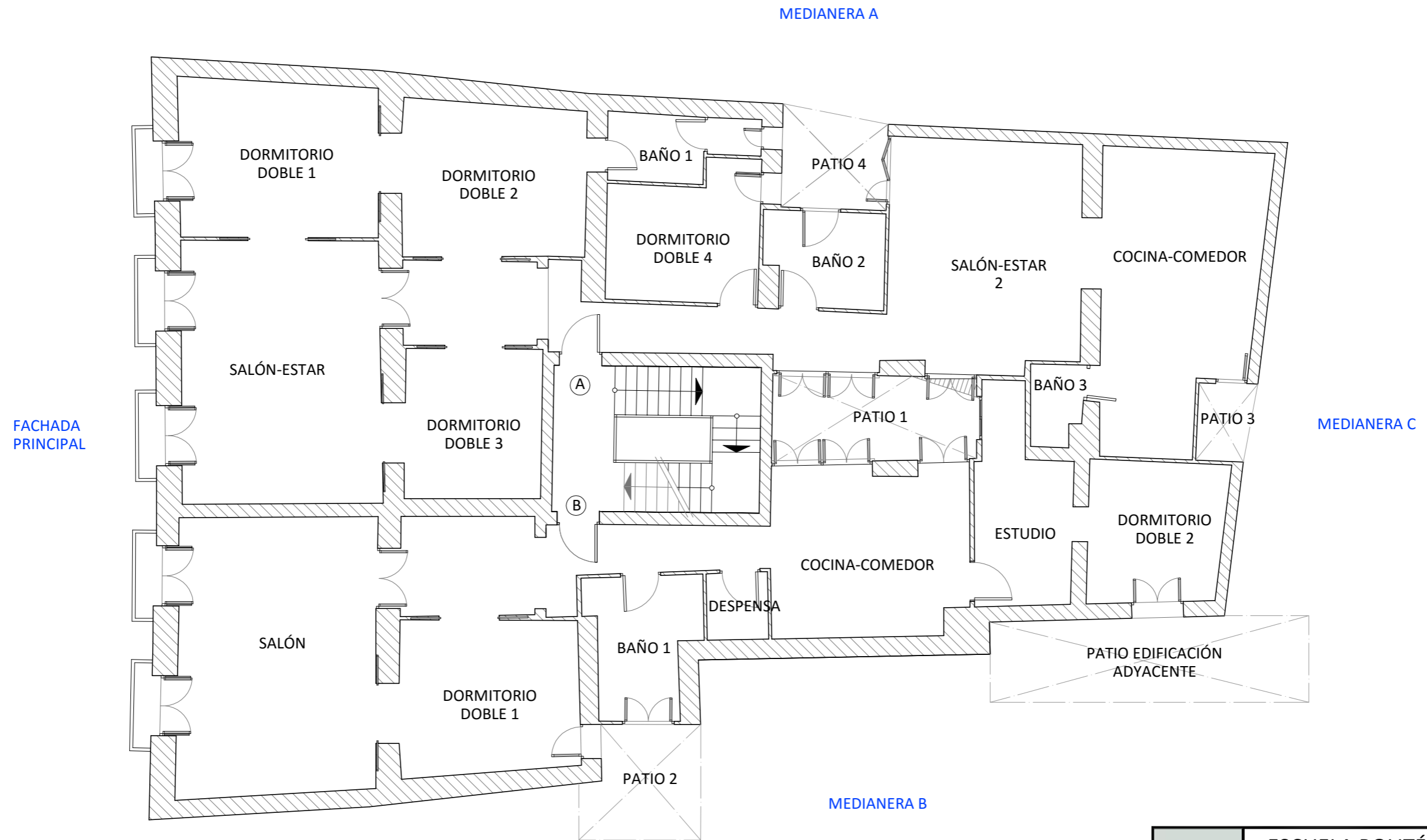


| | | | |
|---|--|--|---------------------------------|
|  | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA | | |
| | <small>ASIGNATURA:</small> PROYECTO FINAL DE GRADO | <small>ALUMNA:</small> BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | |
| | <small>PROYECTO:</small> ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | |
| | <small>PLANO:</small> PLANTA DISTRIBUCIÓN PB | <small>Nº PLANO:</small> 01 | <small>ESCALA:</small> 1/100 |

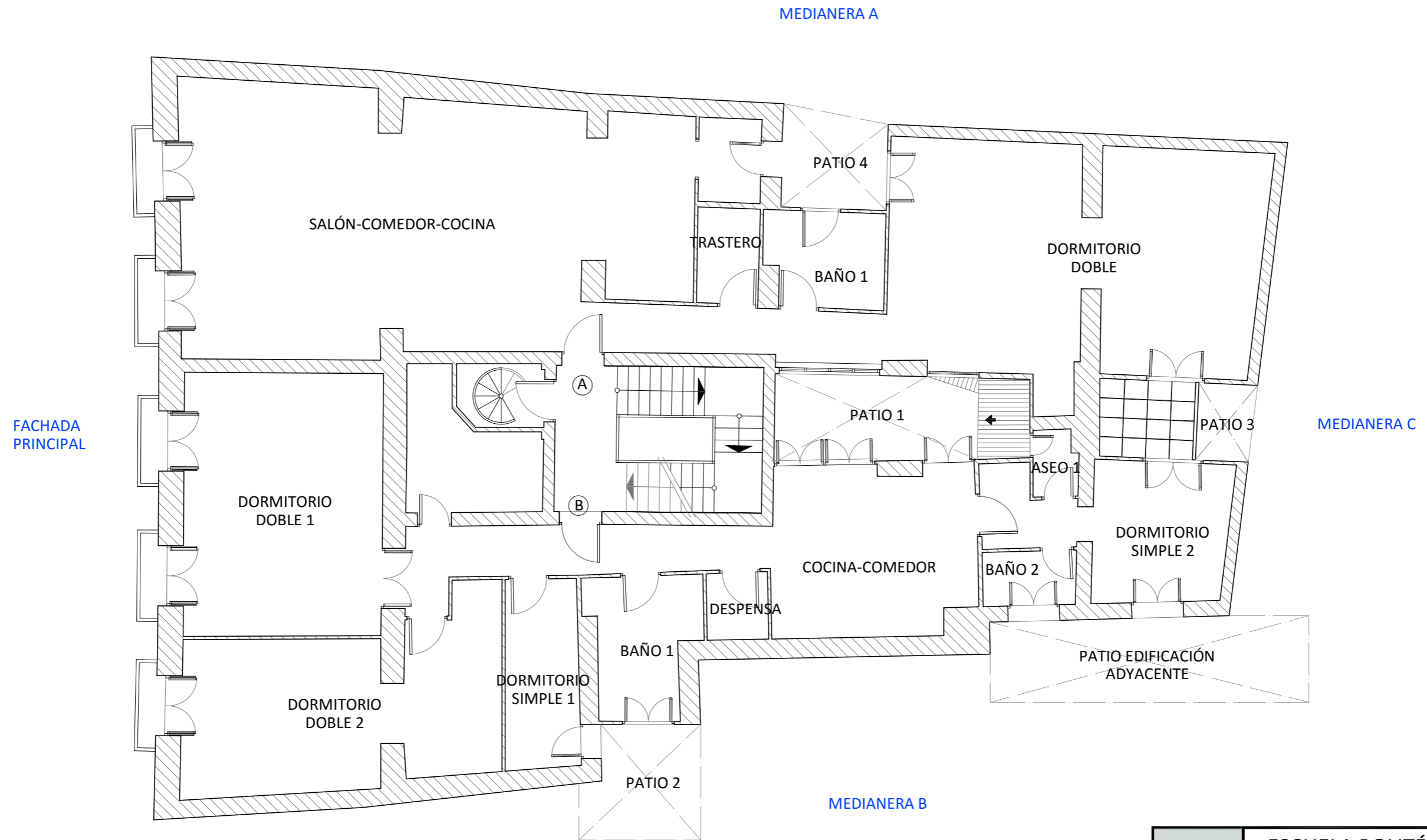
FACHADA PRINCIPAL




| | | | |
|---|---|------------------|-----------------------|
|  | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA | | |
| ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | | |
| PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | |
| PLANO: PLANTA DISTRIBUCIÓN P1 | Nº PLANO: 02 | ESCALA: 1/100 | FECHA: JULIO 2.016 |



| | | | |
|--|--|--|------------------------------|
|  | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA | | |
| | ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | |
| PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | |
| PLANO: PLANTA DISTRIBUCIÓN P2 | Nº PLANO: 03 | ESCALA: 1/100 | FECHA: JULIO 2.016 |



| | | | |
|---|---|--|------------------------------|
|  | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA | | |
| | ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | |
| PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | |
| PLANO: PLANTA DISTRIBUCIÓN P3 | Nº PLANO: 04 | ESCALA: 1/100 | FECHA: JULIO 2.016 |

MEDIANERA A

FACHADA PRINCIPAL

MEDIANERA C

PATIO 4

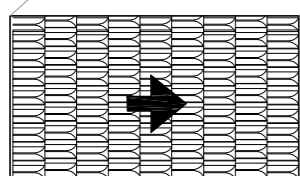
PATIO 1

PATIO 3

PATIO EDIFICACIÓN ADYACENTE

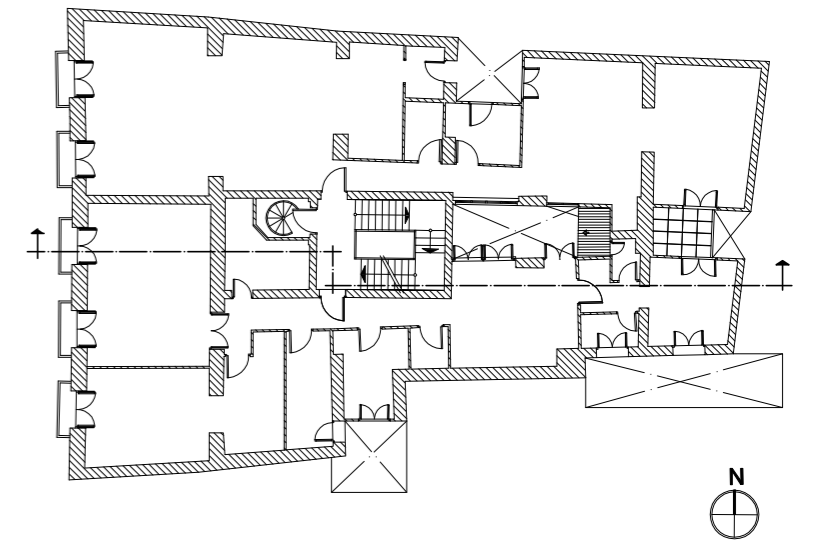
PATIO 2


MEDIANERA B

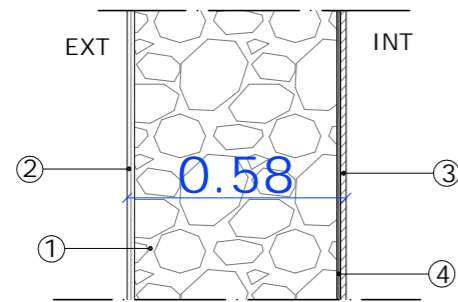


CUBIERTA TORREÓN

| | | | |
|---|---|------------------|-----------------------|
|  | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA | | |
| ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | | |
| PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | |
| PLANO: PLANTA CUBIERTA | Nº PLANO: 05 | ESCALA: 1/100 | FECHA: JULIO 2.016 |

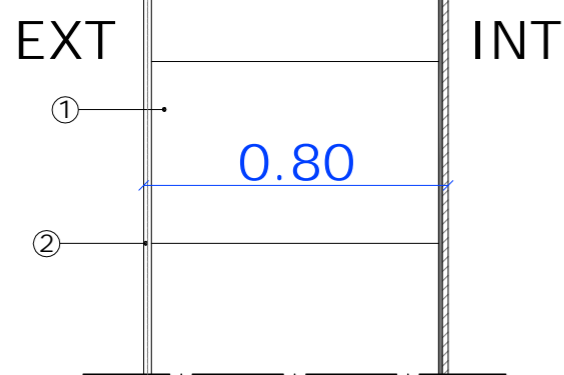


| | | | |
|---|---|--|------------------------------|
|  | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA | | |
| | ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | |
| PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | |
| PLANO: SECCIÓN A-A' | Nº PLANO: 06 | ESCALA: 1/100 | FECHA: JULIO 2.016 |



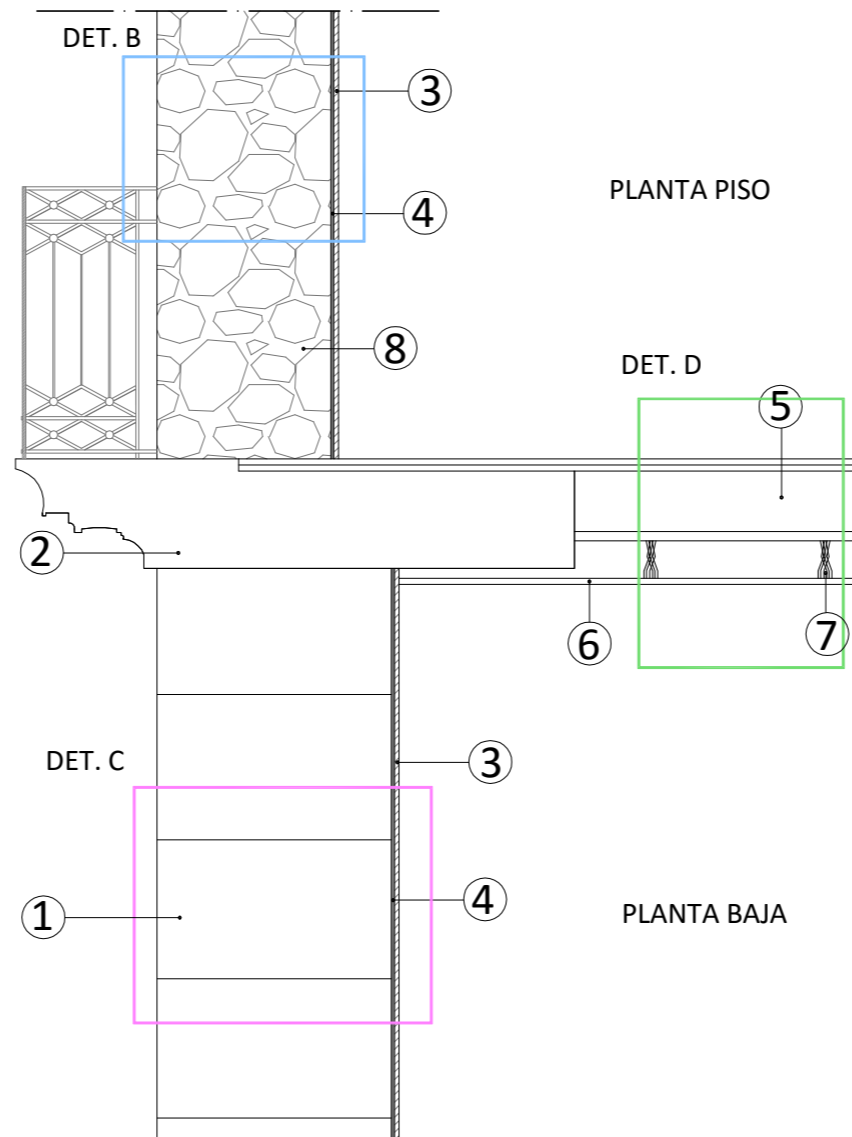
1. Bolos de diversos tamaños y aglomerante
2. Enfoscado de mortero, malla de fibra de fibra de vidrio, pintura al silicato, e=2cm
3. Enlucido de yeso maestreado de e=1'5cm
4. Maestreado de mortero para regulación de superficie e=1 cm

DETALLE B E:1/20



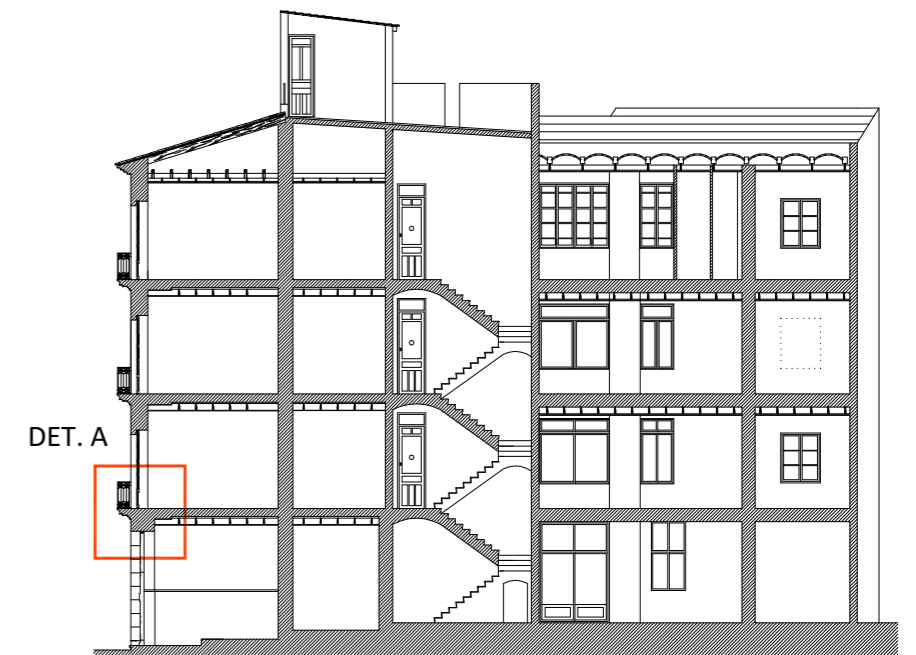
1. Piezas de sillería de 80 cm de espesor
2. Enfoscado de mortero, malla de fibra de fibra de vidrio, pintura al silicato, e=2cm

DETALLE C E:1/20

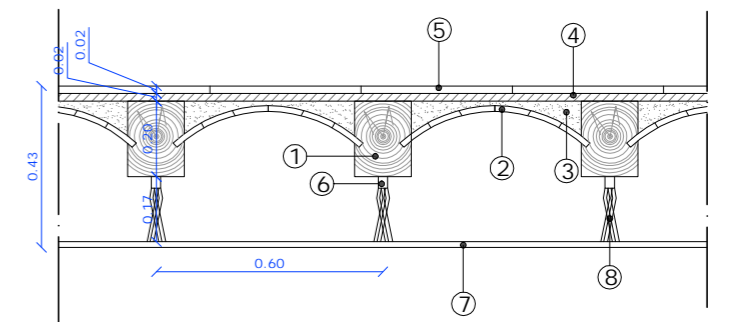


1. Fachada PB. Muro de carga de 80 cm de espesor
2. Bandeja de piedra volada $\frac{1}{3}$ de su longitud total
3. Fachada a base de bolos de diferentes tamaños y aglomerante de 60 cm de espesor
4. Maestreado de mortero para nivelación de superficie e=1cm
5. Viguetas de madera separadas cada 60 cm
6. Falso techo continuo de escayola
7. Estopadas de esparto
8. Fachada PP. Muro de carga de 60 cm de espesor

DETALLE A E:1/25



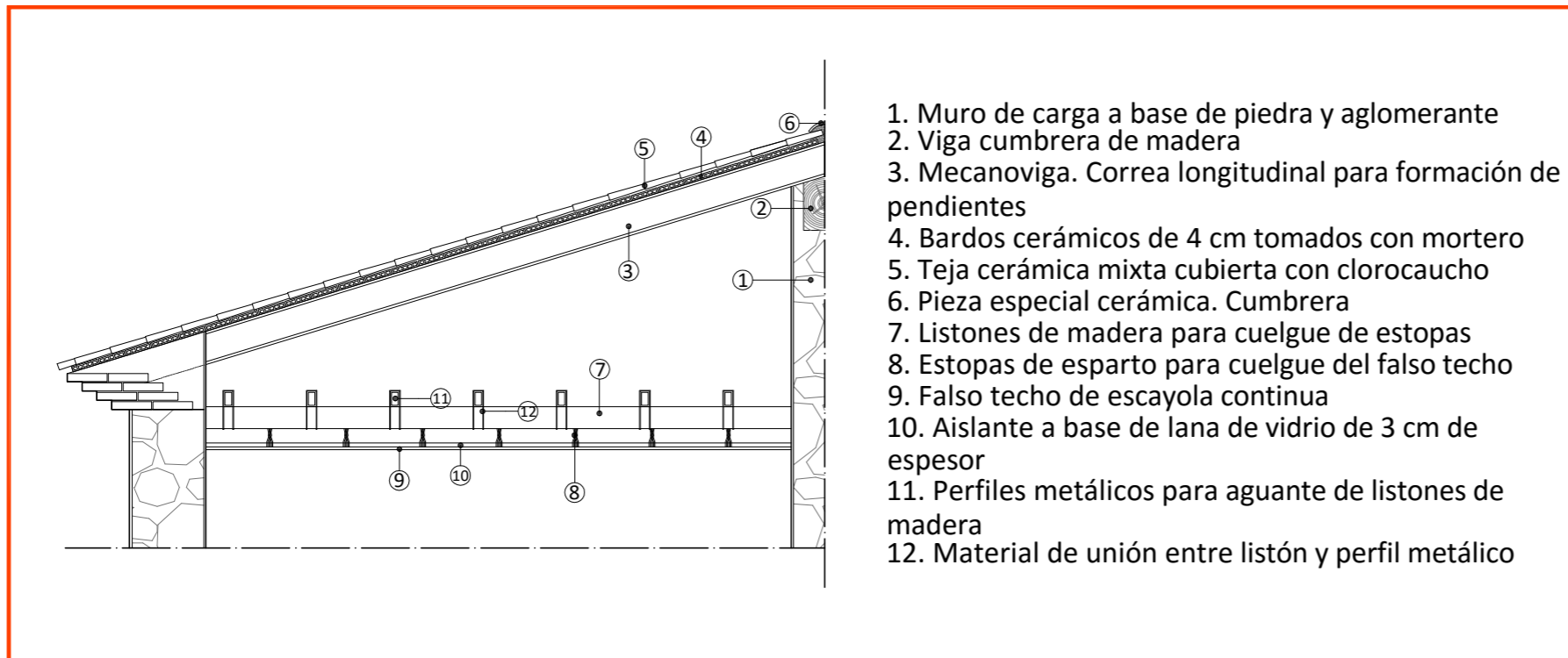
ESQUEMA SECCIÓN



1. Viguetas de madera separadas 60 cm
2. Entrevigados de rasilla cerámica de 25x12x3 cm
3. Revoltón a base de ripios de piedra y aglomerante
4. Material de unión entre revoltón y pavimento
5. Pavimento variable según estancia
6. Estructura portante de madera para falso techo
7. Falso techo continuo de escayola
8. Estopadas de esparto

DETALLE D E:1/20

| | | | | |
|--|--|------------------------|--|--|
| | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA | | | |
| | ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | |
| PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | | |
| PLANO: DETALLES ESTRUCTURA | Nº PLANO: 07 | ESCALA: 1/20 | FECHA: JULIO 2.016 | |

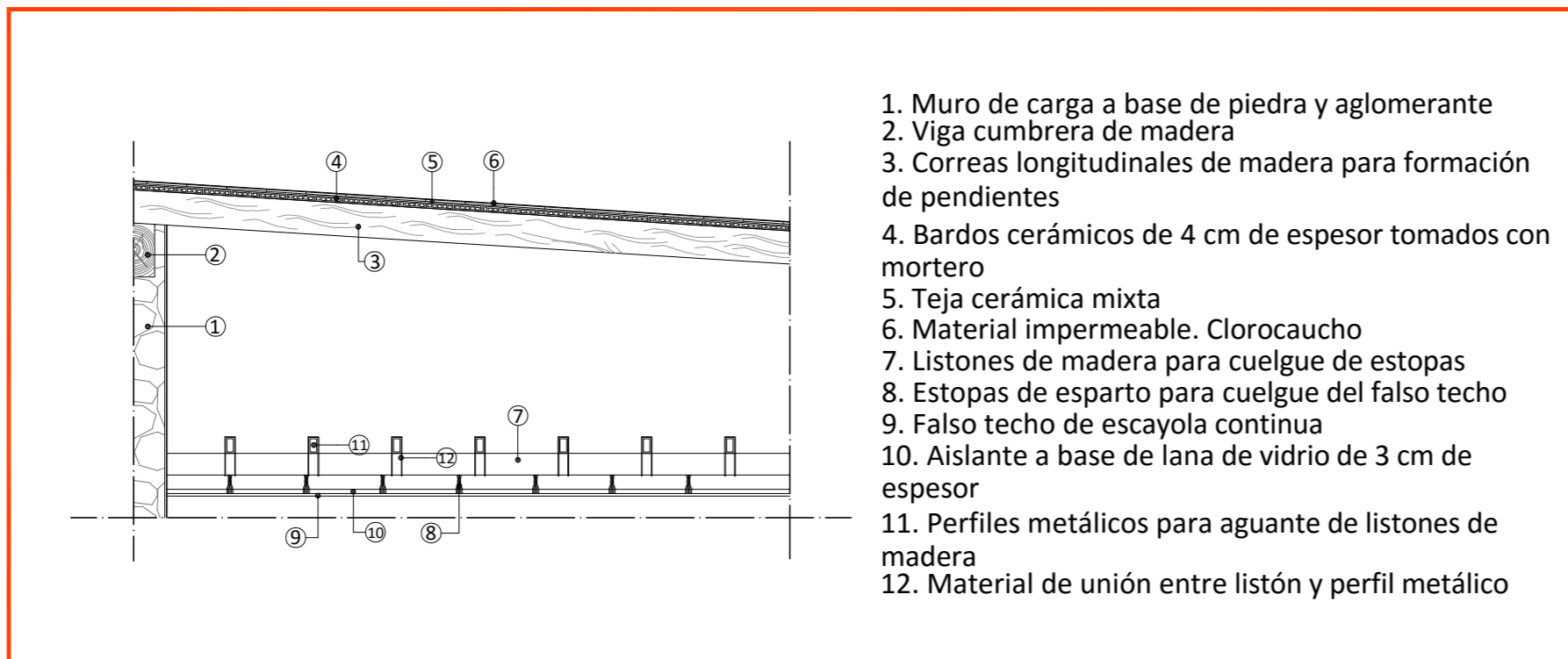


1. Muro de carga a base de piedra y aglomerante
2. Viga cumbre de madera
3. Mecanoviga. Correa longitudinal para formación de pendientes
4. Bardos cerámicos de 4 cm tomados con mortero
5. Teja cerámica mixta cubierta con clorocaucho
6. Pieza especial cerámica. Cumbre
7. Listones de madera para cuelgue de estopas
8. Estopas de esparto para cuelgue del falso techo
9. Falso techo de escayola continua
10. Aislante a base de lana de vidrio de 3 cm de espesor
11. Perfiles metálicos para aguante de listones de madera
12. Material de unión entre listón y perfil metálico

DETALLE E




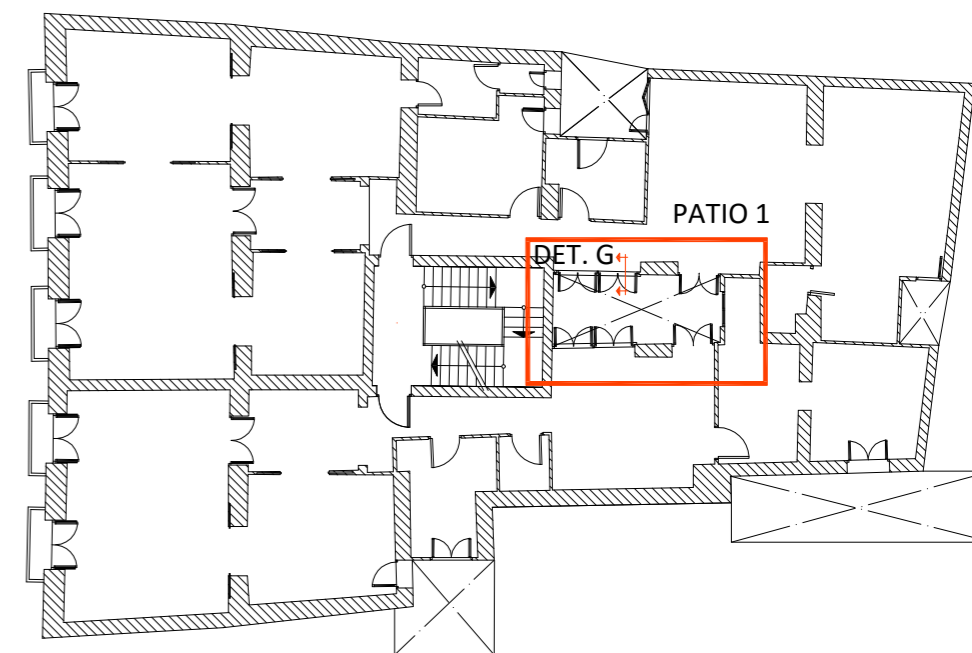
ESQUEMA SECCIÓN



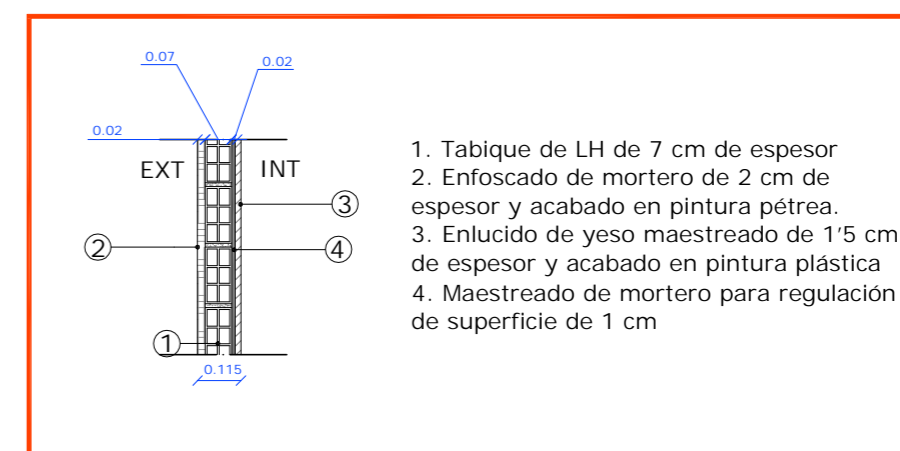
1. Muro de carga a base de piedra y aglomerante
2. Viga cumbre de madera
3. Correas longitudinales de madera para formación de pendientes
4. Bardos cerámicos de 4 cm de espesor tomados con mortero
5. Teja cerámica mixta
6. Material impermeable. Clorocaucho
7. Listones de madera para cuelgue de estopas
8. Estopas de esparto para cuelgue del falso techo
9. Falso techo de escayola continua
10. Aislante a base de lana de vidrio de 3 cm de espesor
11. Perfiles metálicos para aguante de listones de madera
12. Material de unión entre listón y perfil metálico

DETALLE F

| | | | |
|--|---|--|------------------------------|
|  | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA | | |
| | ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | |
| PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | |
| PLANO: DETALLES CUBIERTAS | Nº PLANO: 08 | ESCALA: 1/50 | FECHA: JULIO 2.016 |



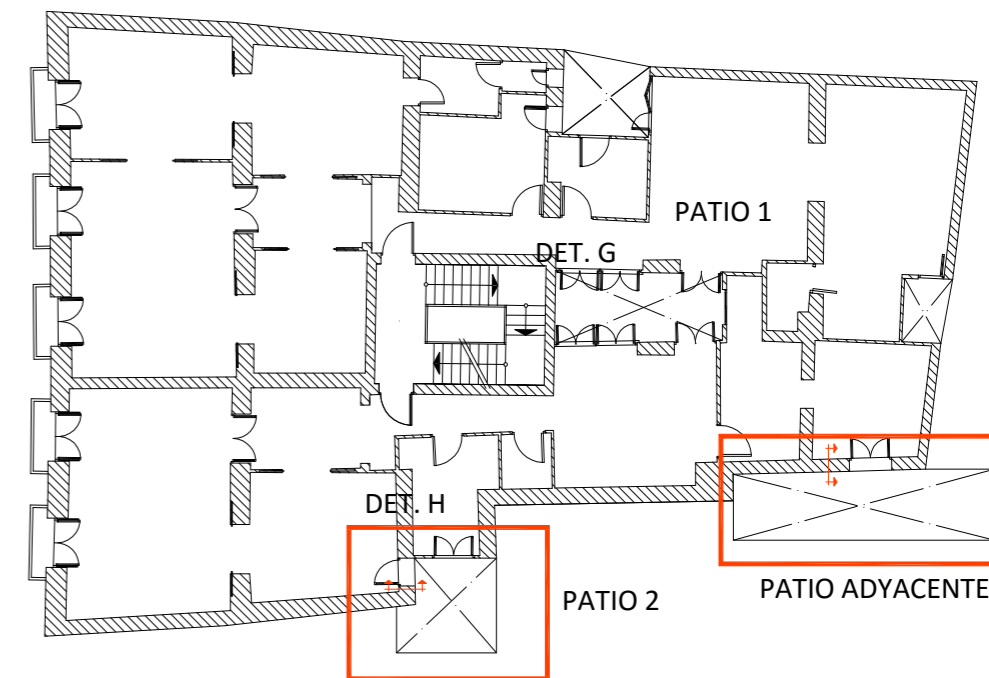
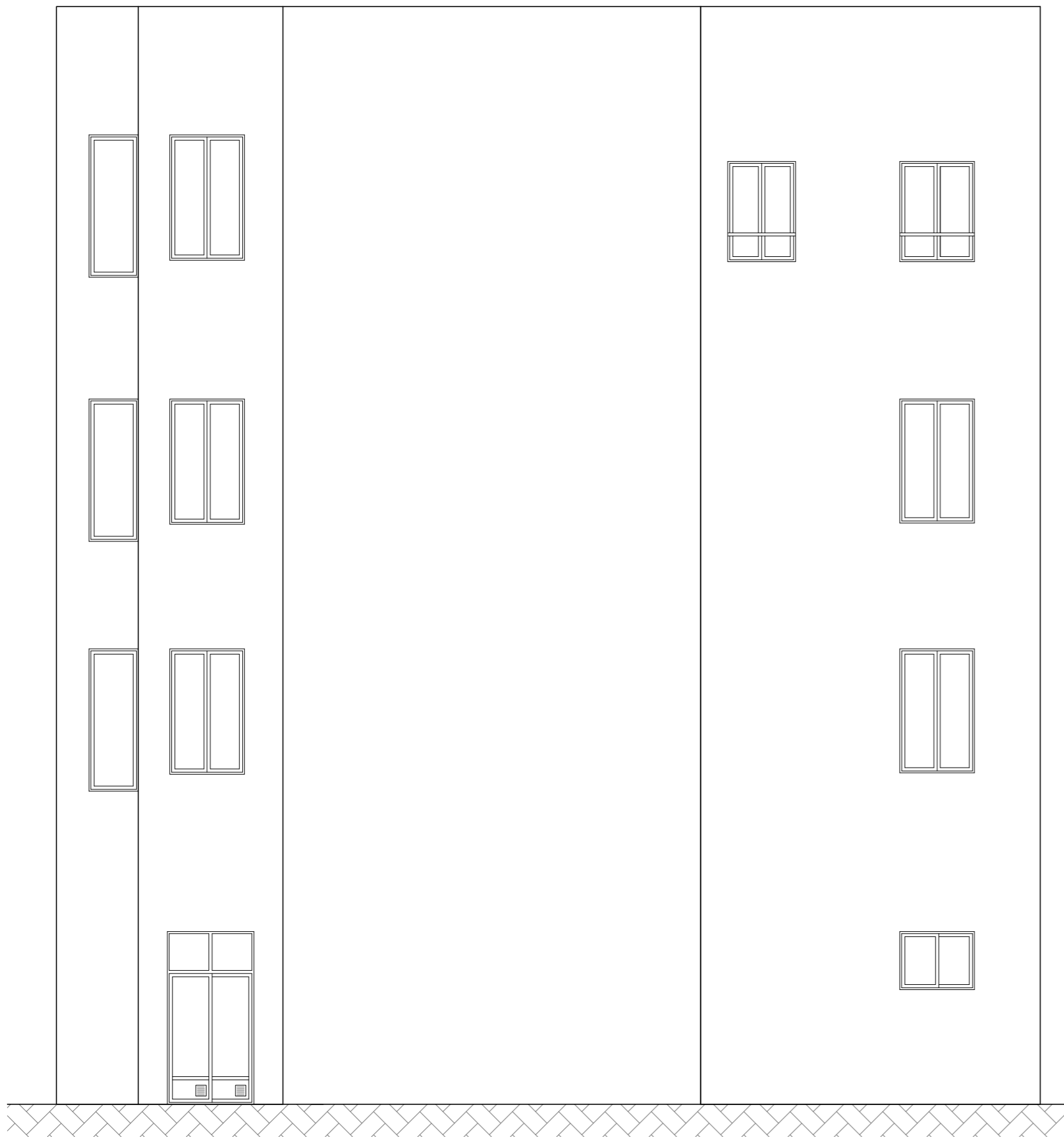
ESQUEMA PLANTA



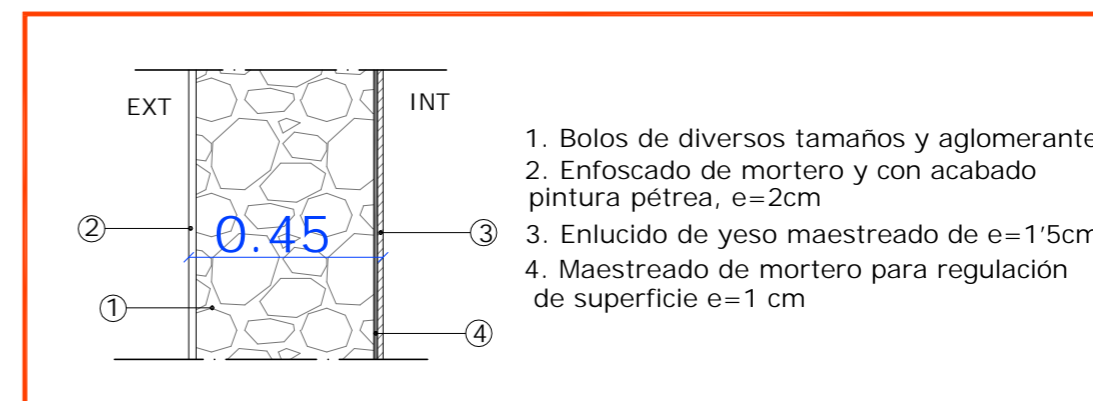
1. Tabique de LH de 7 cm de espesor
2. Enfoscado de mortero de 2 cm de espesor y acabado en pintura pétreo.
3. Enlucido de yeso maestreado de 1'5 cm de espesor y acabado en pintura plástica
4. Maestreado de mortero para regulación de superficie de 1 cm

DETALLE G. SECCIÓN CERRAMIENTO PATIO 1 E:1/20

| | | | |
|--|---|--|------------------------------|
| | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA | | |
| | ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | |
| PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | |
| PLANO: DESARROLLO PATIO 1 | Nº PLANO: 09 | ESCALA: 1/75 | FECHA: JULIO 2.016 |

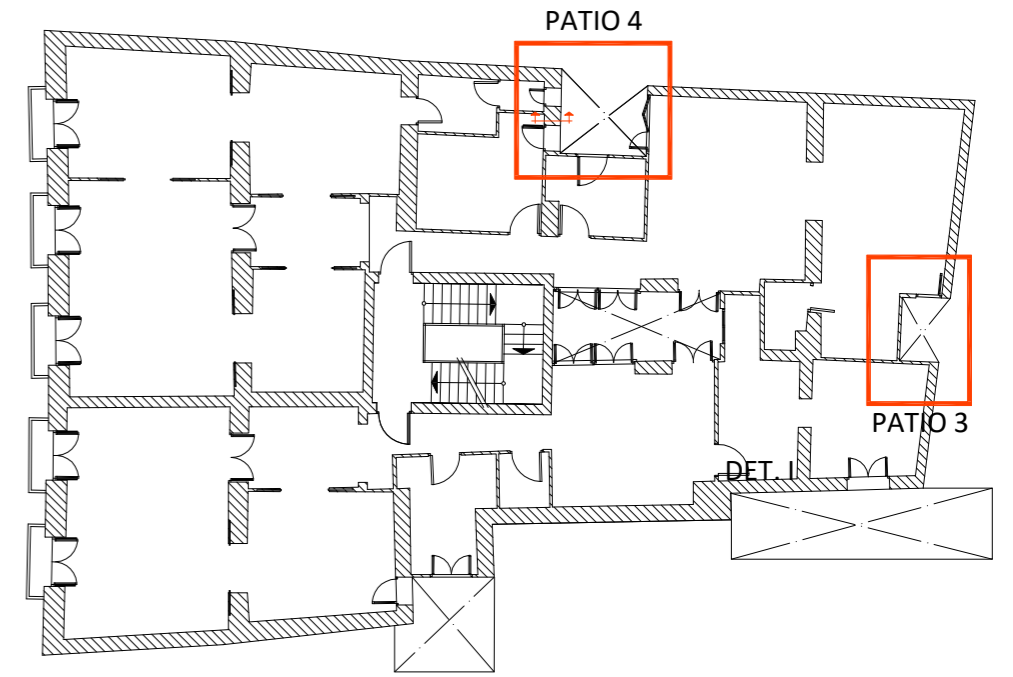
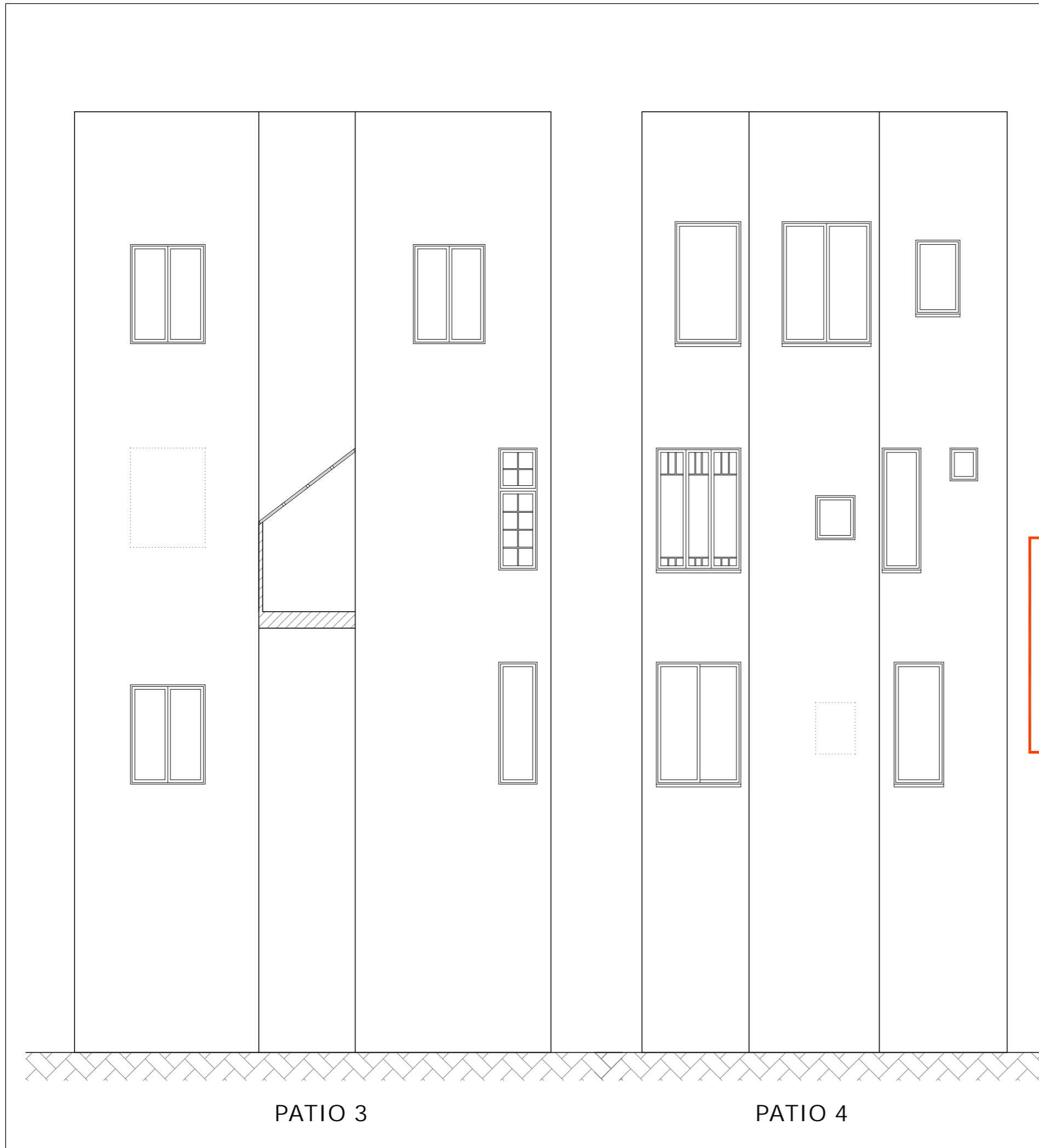


ESQUEMA PLANTA

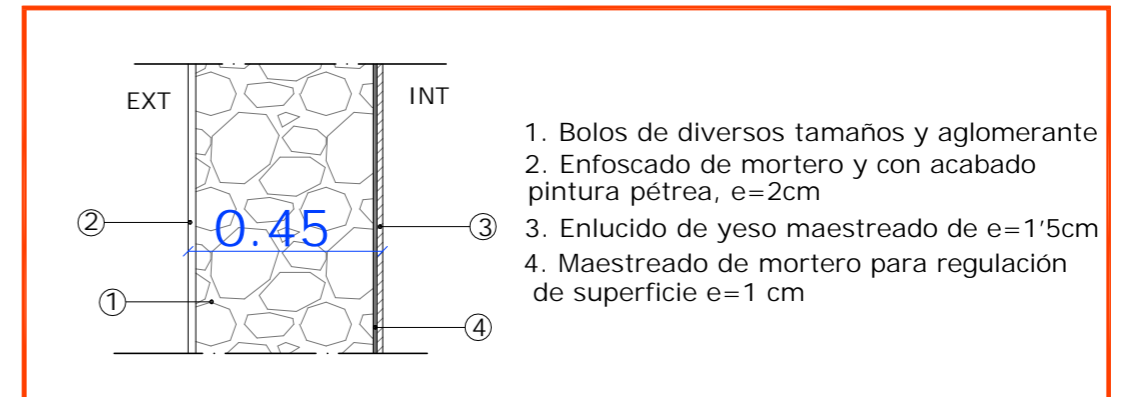


**DETALLE H. SECCIÓN CERRAMIENTO
PATIO 2 Y ADYACENTE E:1/20**


| | | | |
|--|--|--|------------------------------|
| | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA | | |
| | ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | |
| PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | |
| PLANO: DESARROLLO PATIO 2 | Nº PLANO: 10 | ESCALA: 1/75 | FECHA: JULIO 2.016 |



ESQUEMA PLANTA



DETALLE I. SECCIÓN CERRAMIENTO PATIO 4 E:1/20

| | | | |
|--|--|--|------------------------------|
|  | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA | | |
| | ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | |
| PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | |
| PLANO: DESARROLLO PATIO 3 Y 4 | Nº PLANO: 11 | ESCALA: 1/75 | FECHA: JULIO 2.016 |

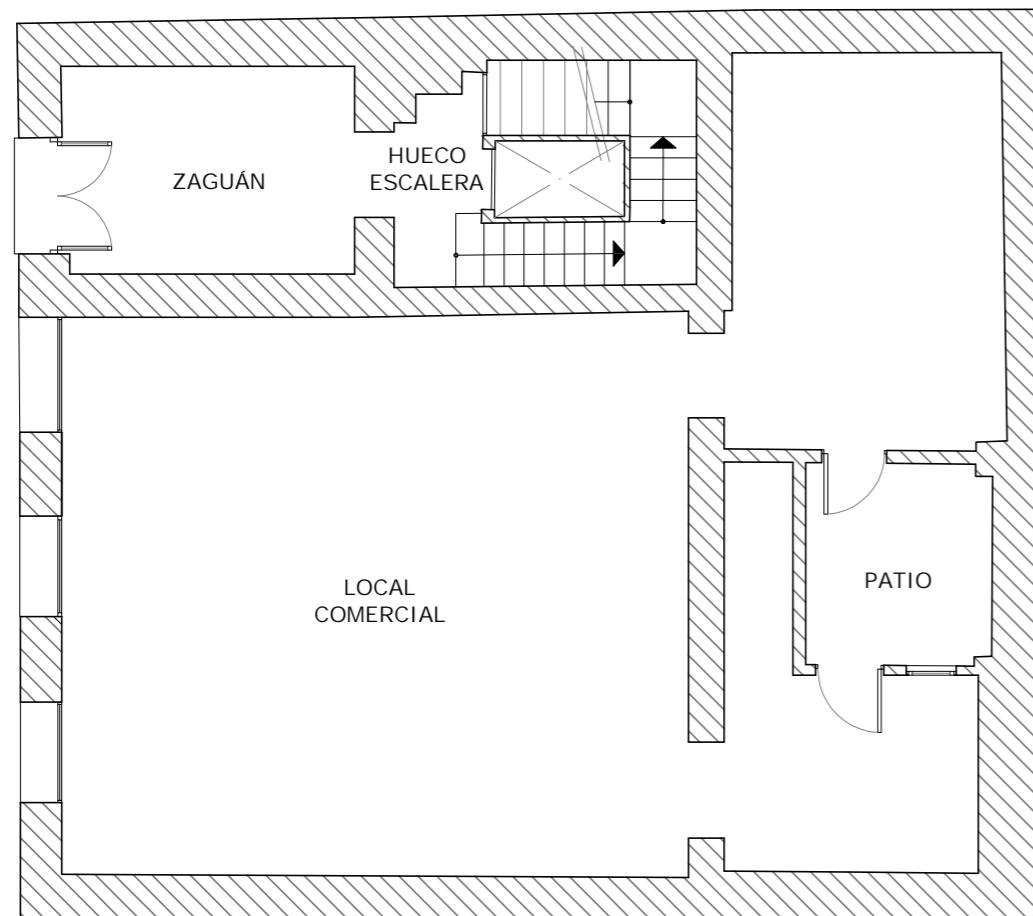
ANEXO B: PLANOS EDIFICACIÓN C/ MÉDICO MANERO MOLLÀ Nº13



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE ALICANTE
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA

| | |
|--|--|
| ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ |
| PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | |
| PLANO: ALZADO FACHADA | Nº PLANO: 12 |
| ESCALA: 1/100 | FECHA: JULIO 2.016 |

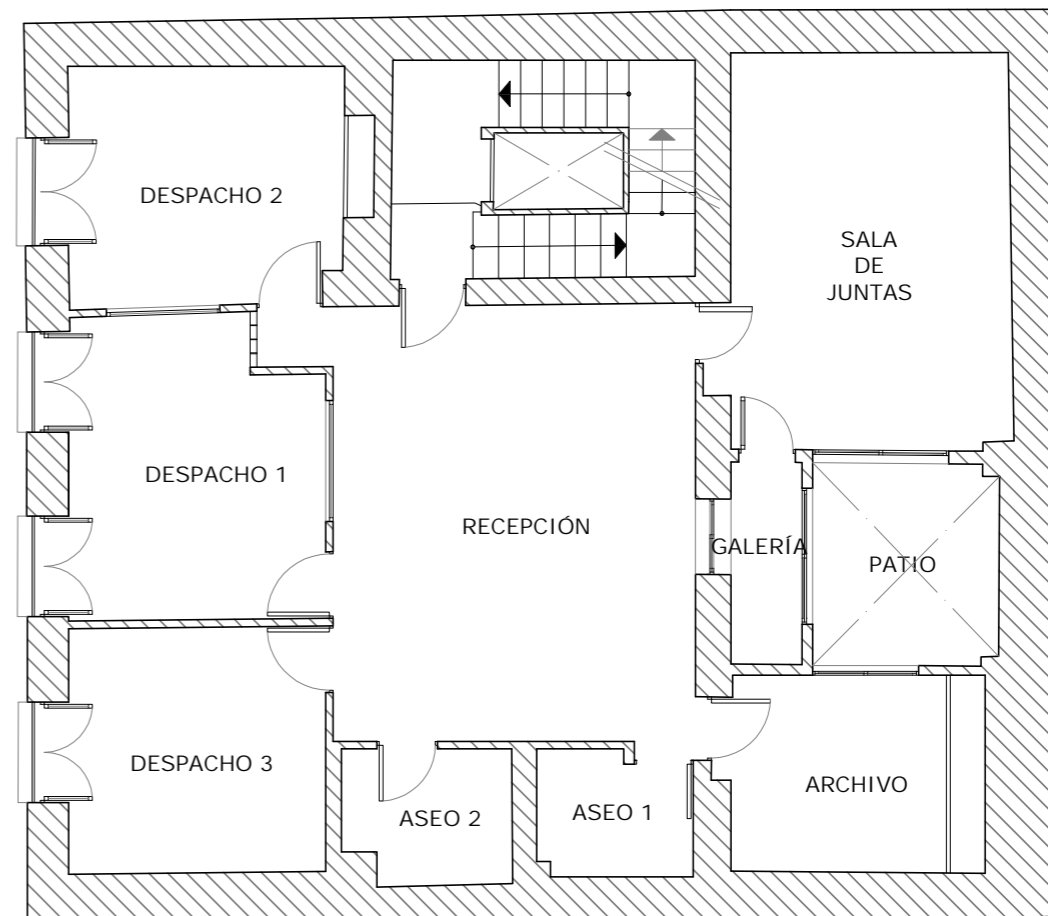
MEDIANERA
C



FACHADA
PRINCIPAL

MEDIANERA
B

MEDIANERA
C



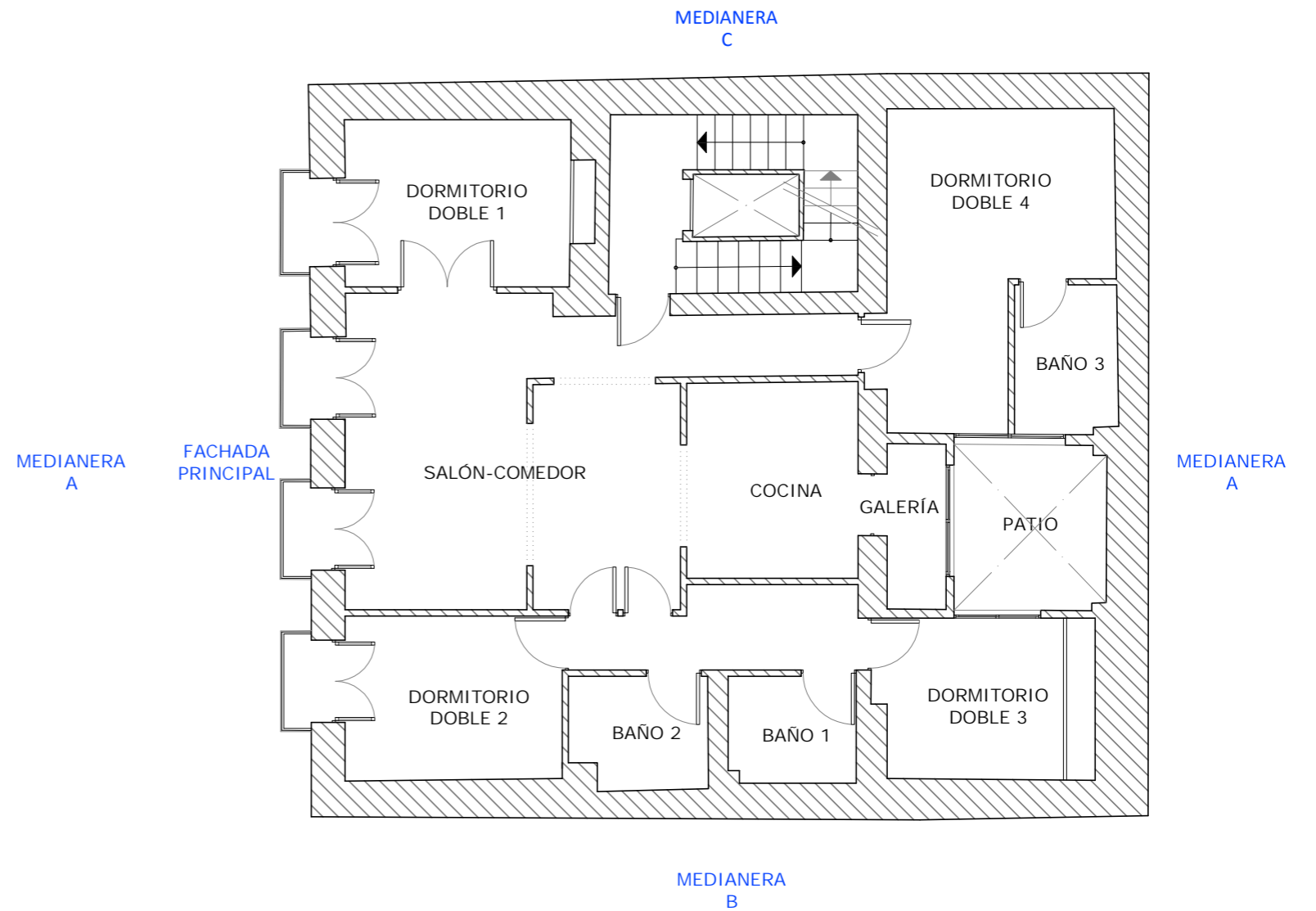
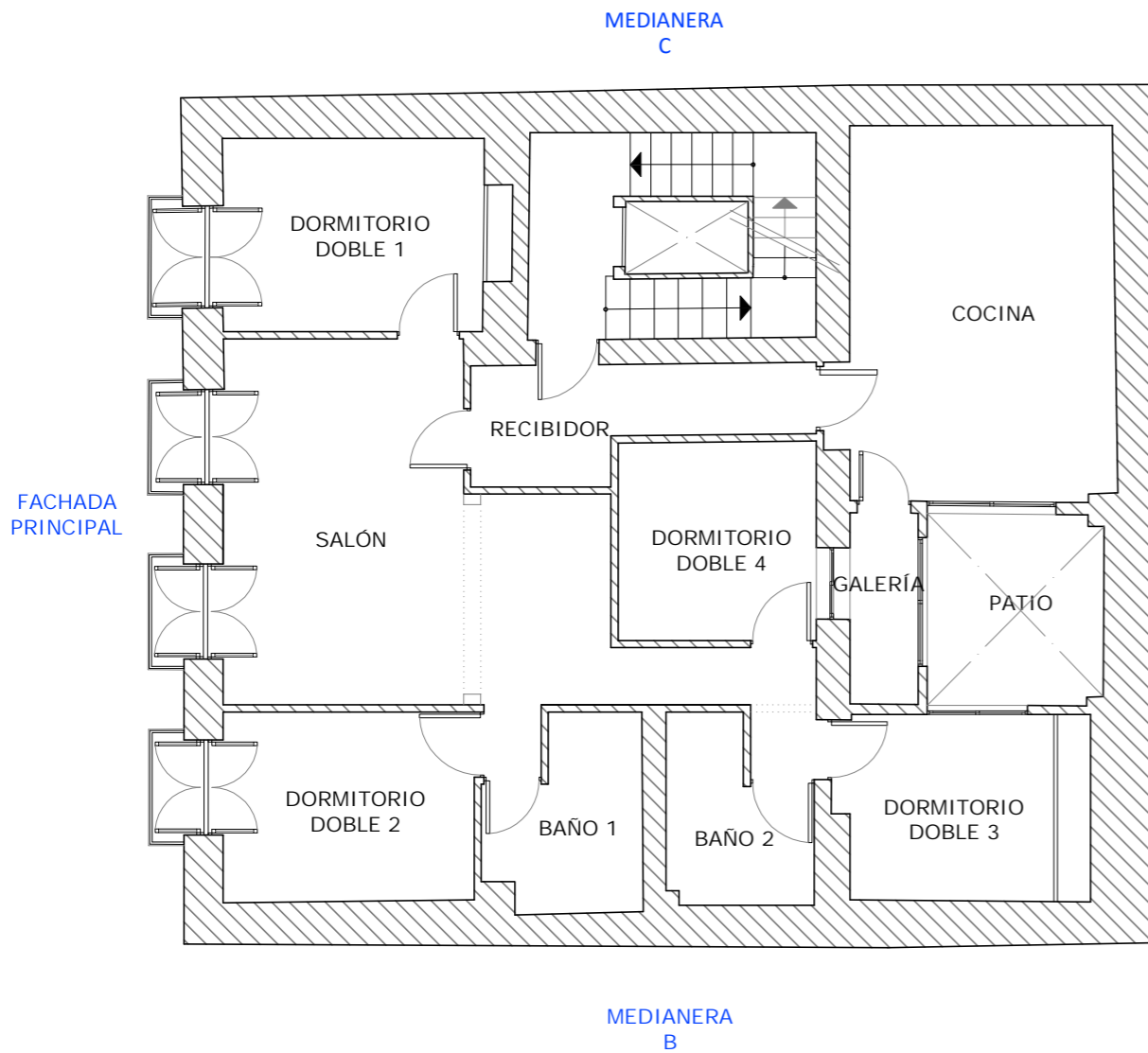
MEDIANERA
A

FACHADA
PRINCIPAL

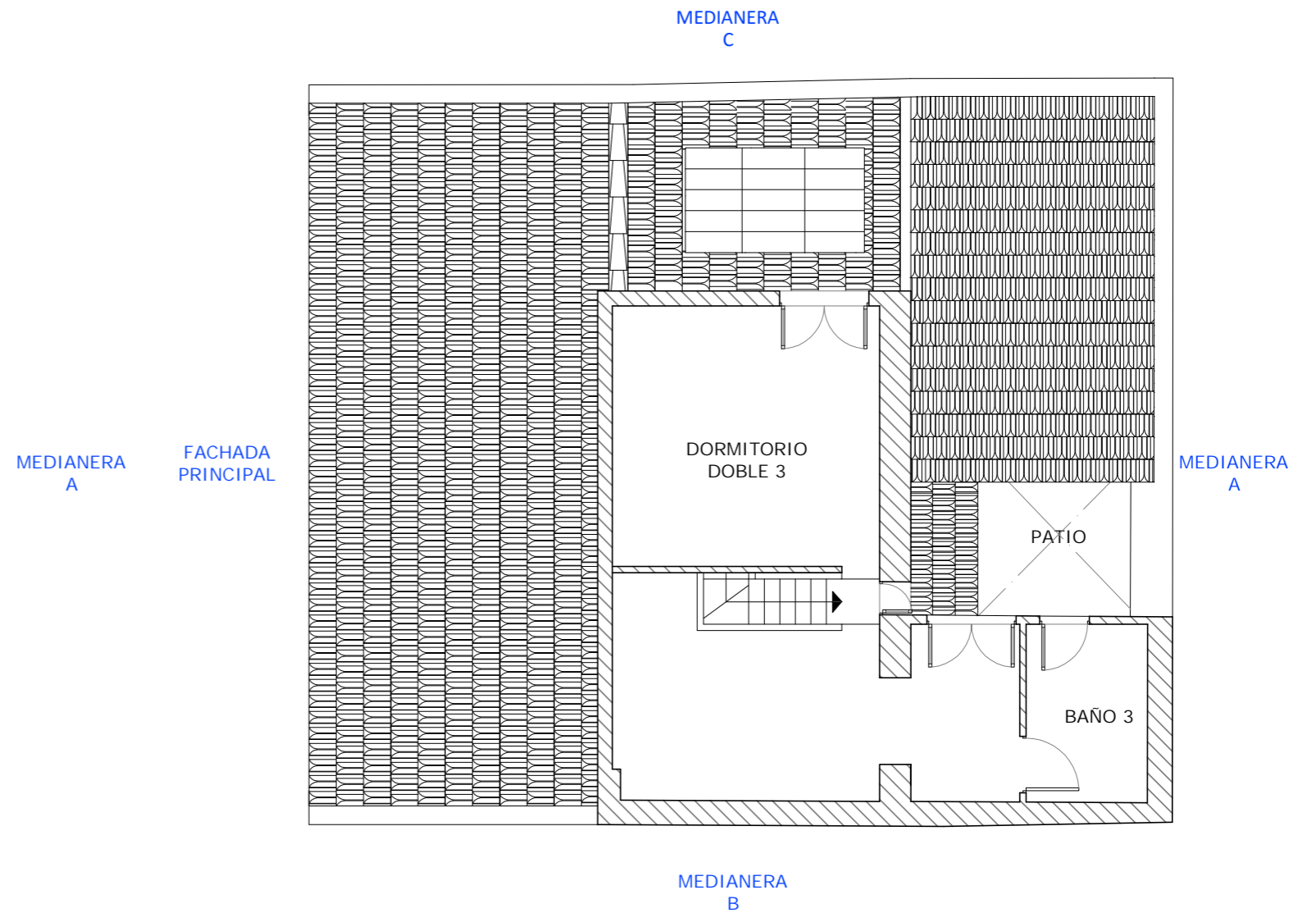
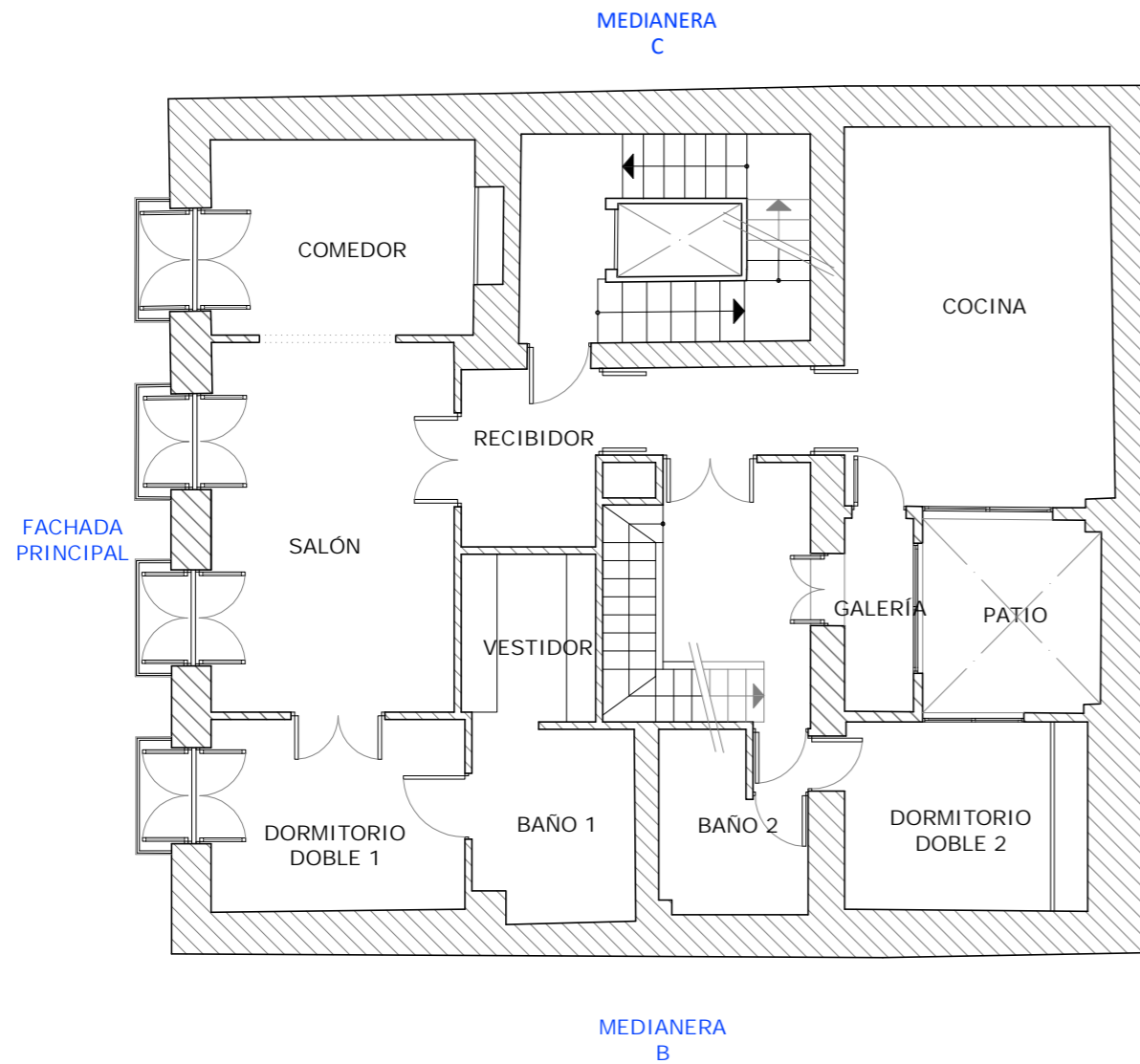
MEDIANERA
A

MEDIANERA
B

| | | | |
|-------------------------------|--|---------|--------------------------|
| | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR | | |
| | UNIVERSIDAD DE ALICANTE | | |
| GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA | | | |
| ASIGNATURA: | PROYECTO FINAL DE GRADO | | ALUMNA: |
| | | | BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ |
| PROYECTO: | ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | |
| PLANO: | Nº PLANO: | ESCALA: | FECHA: |
| PLANTA PB Y ENTRESUELO | 13 | 1/100 | JULIO 2.016 |



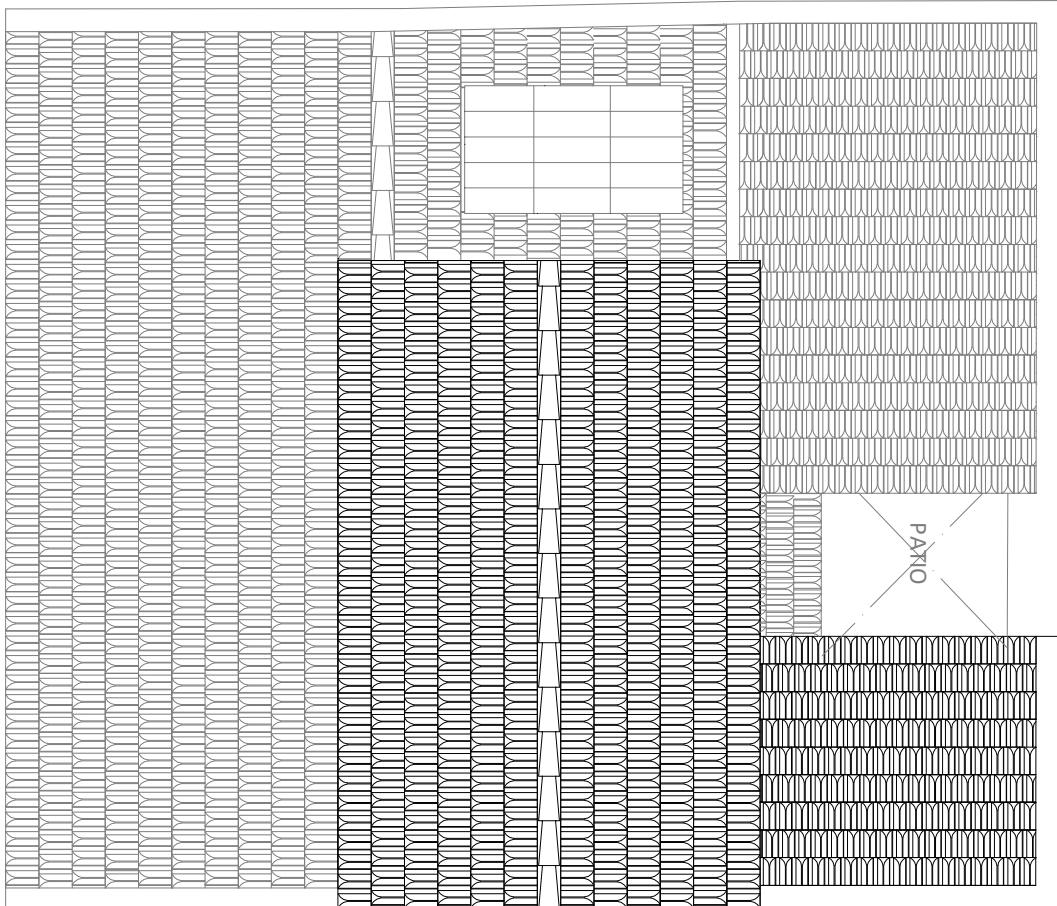
| | | | |
|---|---|--|------------------------------|
| | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA | | |
| | ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | |
| PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | |
| PLANO: PLANTA P1 Y P2 | Nº PLANO: 14 | ESCALA: 1/100 | FECHA: JULIO 2.016 |



| | | | |
|--|--|--|------------------------------|
|  | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA | | |
| | ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | |
| PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | |
| PLANO: PLANTA P3 Y DÚPLEX | Nº PLANO: 15 | ESCALA: 1/100 | FECHA: JULIO 2.016 |

MEDIANERA
C

FACHADA
PRINCIPAL



MEDIANERA
A

MEDIANERA
B



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE ALICANTE
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA

ASIGNATURA:
PROYECTO FINAL DE GRADO

ALUMNA:
BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ

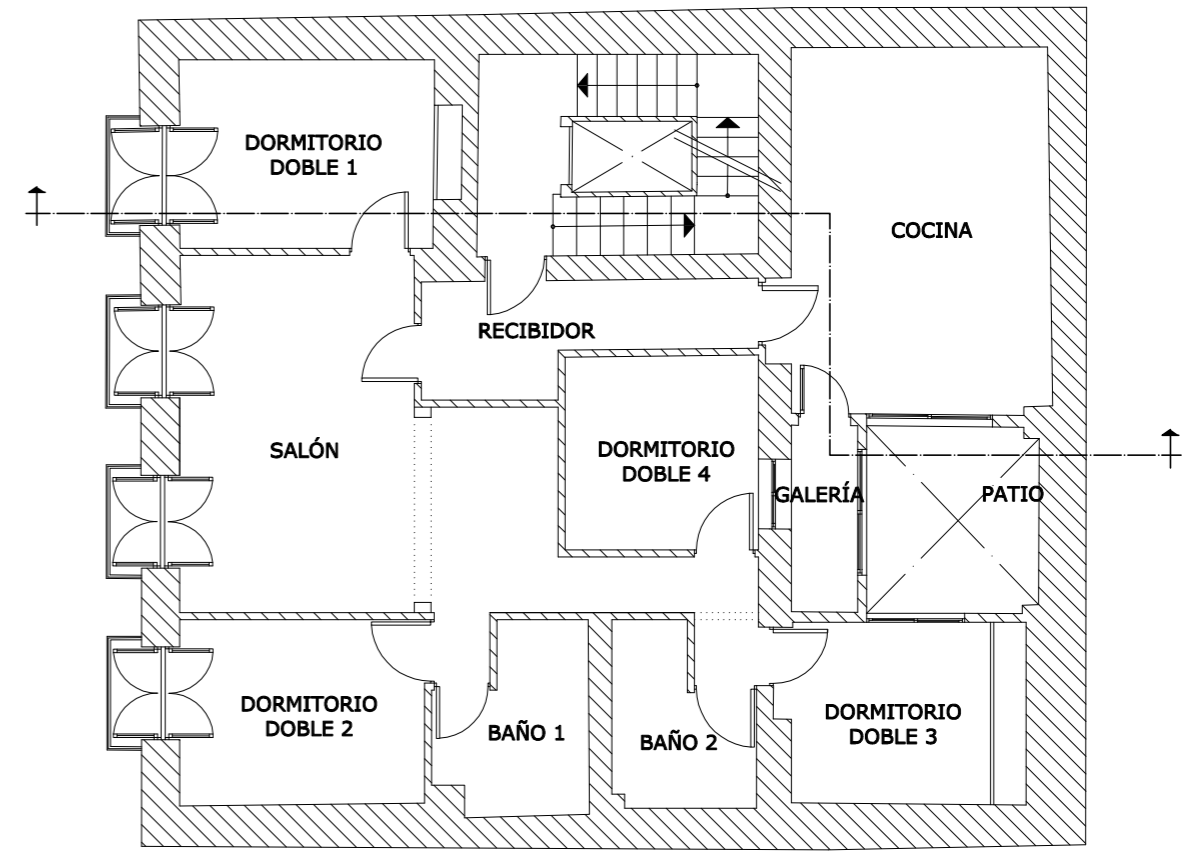
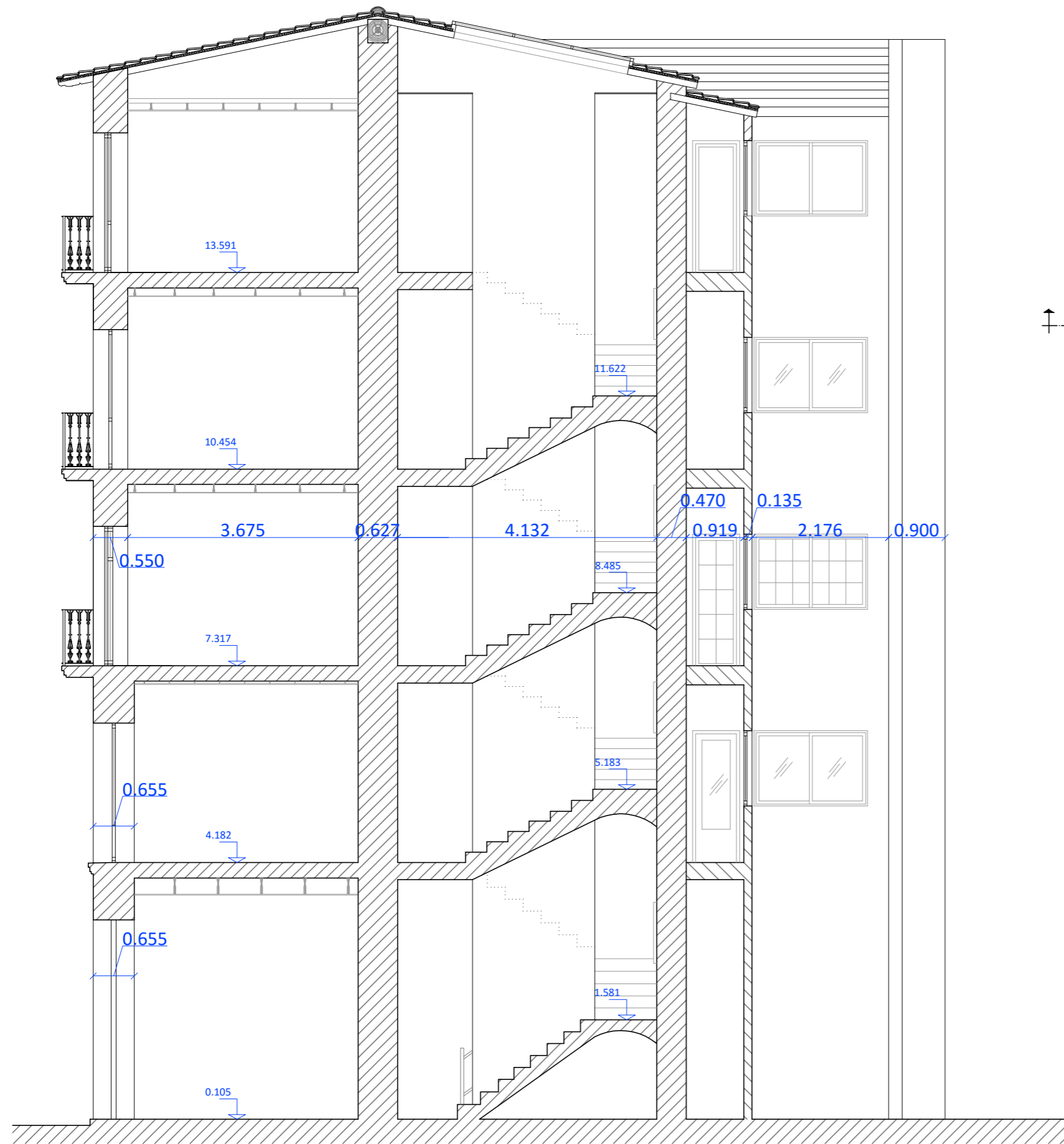
PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS
CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA


PLANO:
CUBIERTA DÚPLEX

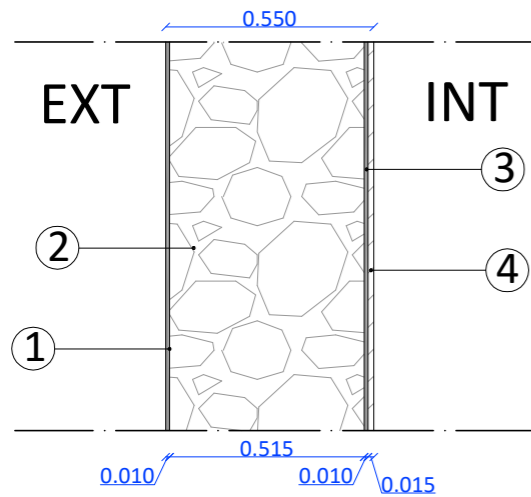
Nº PLANO:
16

ESCALA:
1/100

FECHA:
JULIO 2.016

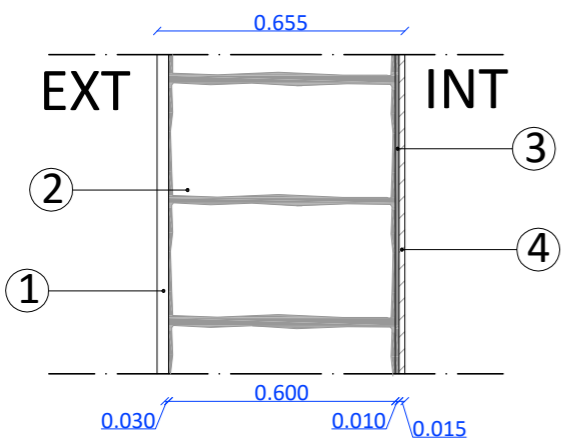


| | | | |
|---|---|--|------------------------------|
|  | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA | | |
| | ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | |
| PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | |
| PLANO: SECCIÓN | Nº PLANO: 17 | ESCALA: 1/75 | FECHA: JULIO 2.016 |



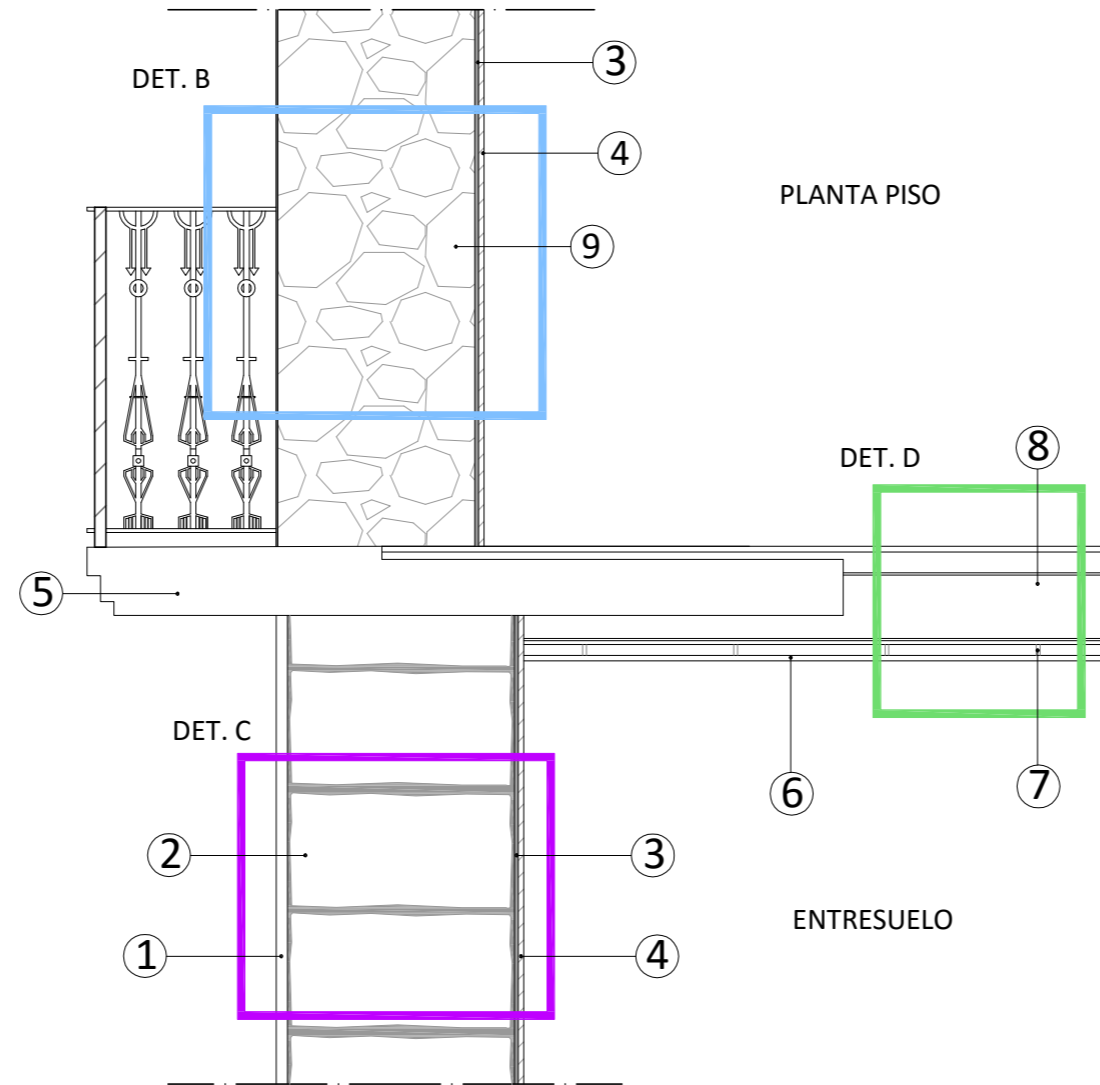
1. Enfoscado de mortero y acabado en pintura pétreo e=1 cm
2. Fachada de PP. Muro de carga a base de bolos y aglomerante de 55 cm de espesor
3. Maestreado de mortero para nivelación de superficie e=1cm
4. Enlucido de yeso de e=1'5 cm

DETALLE B E:1/20



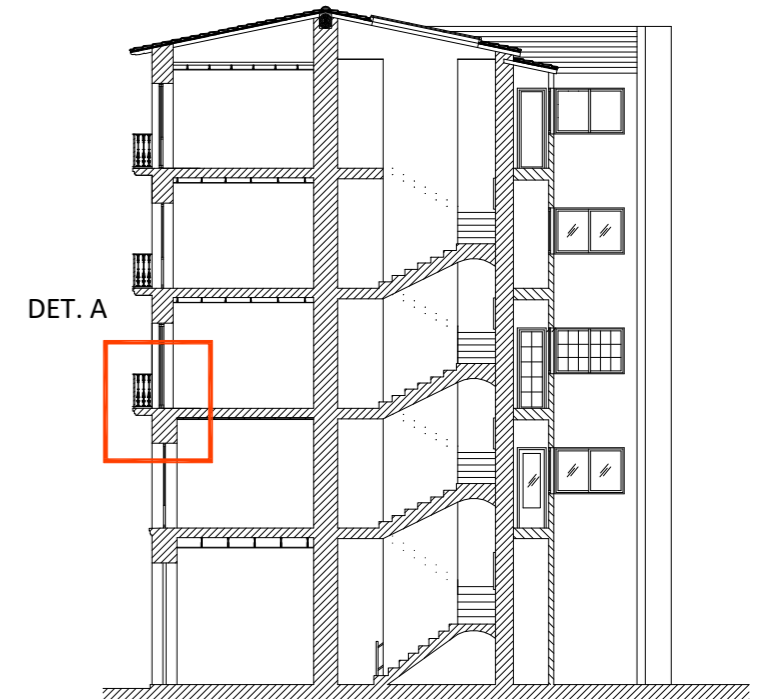
1. Aplacado de piedra de e=3 cm
2. Fachada de PB. Muro de carga de piedra de 65'5 cm de espesor
3. Maestreado de mortero para nivelación de superficie e=1cm
4. Enlucido de yeso de e=1'5 cm

DETALLE C E:1/20

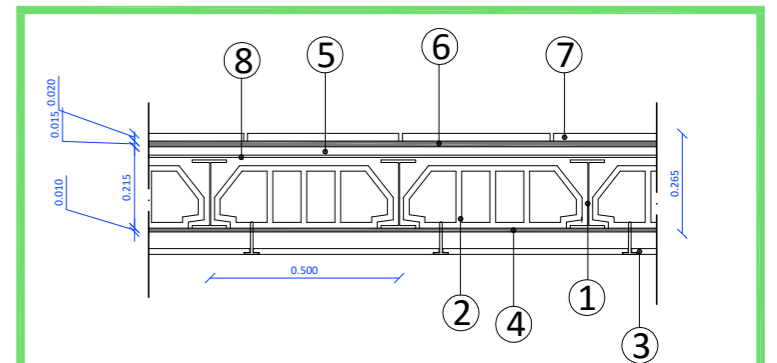


1. Aplacado de piedra de e=3 cm
2. Fachada de entresuelo. Muro de carga de piedra de 65'5 cm de espesor
3. Maestreado de mortero para nivelación de superficie e=1cm
4. Enlucido de yeso de e=1'5 cm
5. Balcón. Bandeja de piedra volada $\frac{1}{3}$ de su longitud
6. Falso techo. Placa de yeso laminado e=1'5 cm
7. Estructura portante para falso techo
8. Vigueta metálica. IPN 180
9. Fachada PP. Muro de carga a base de bolos y aglomerante de 55 cm de espesor

DETALLE A E:1/20



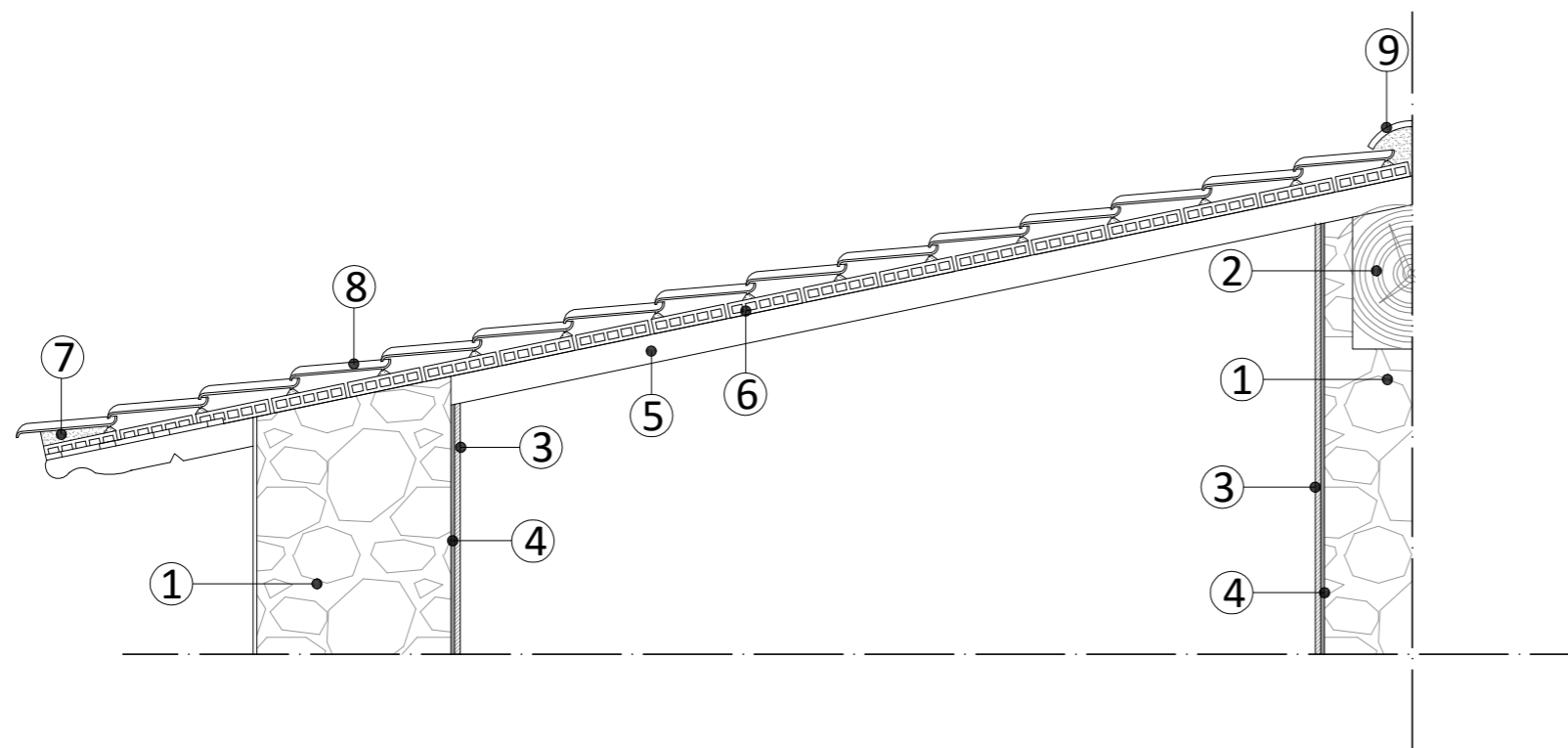
ESQUEMA SECCIÓN



1. Vigueta metálica. Perfil IPN 180
2. Entrevigado cada 50 cm. Bovedilla cerámica
3. Placa de yeso laminado sobre estructura portante
4. Maestreado de mortero para nivelado de superficie e=1cm
5. Capa de compresión e=5cm
6. Mortero de agarre e=1'5cm
7. Pavimento variable según estancia
8. Negativo

DETALLE D E:1/20

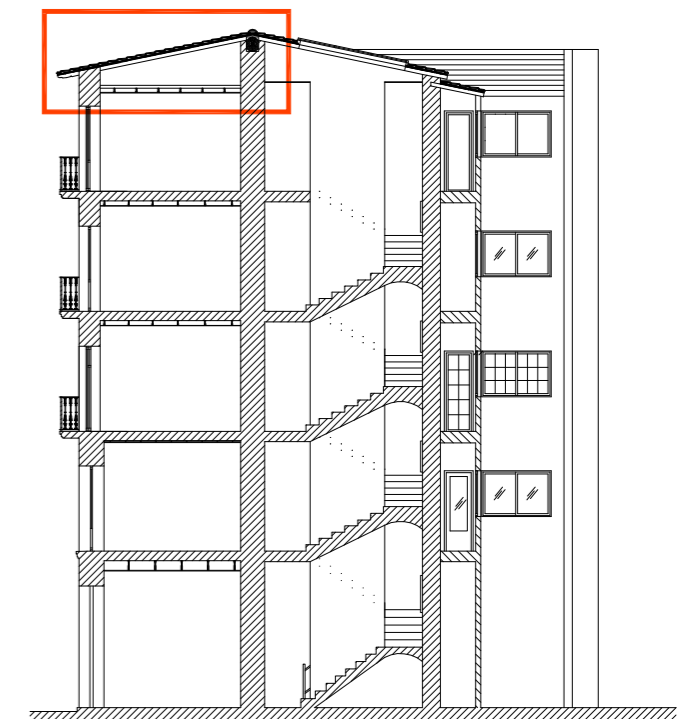
| | | | |
|--|--|--|------------------------------|
| | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA | | |
| | ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | |
| PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | |
| PLANO: DETALLES ESTRUCTURA | Nº PLANO: 18 | ESCALA: 1/20 | FECHA: JULIO 2.016 |




1. Muro de carga a base de piedra y aglomerante
2. Viga cumbreira de madera
3. Enlucido de yeso a buena vista e=1'5cm
4. Maestreado de mortero para nivelado de superficie e=1cm
5. Vigueta de madera para formación de pendiente
6. Bardos cerámicos tomados con mortero
7. Teja plana ciega
8. Teja plana cerámica tomada con peyadas de mortero
9. Pieza cerámica. Cumbreira

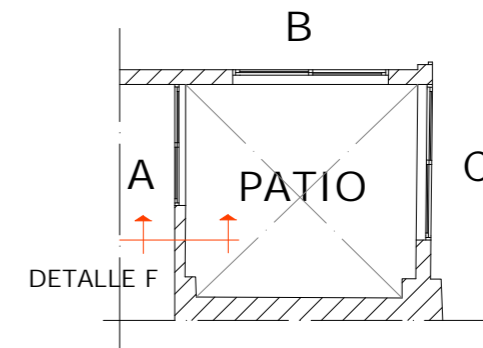
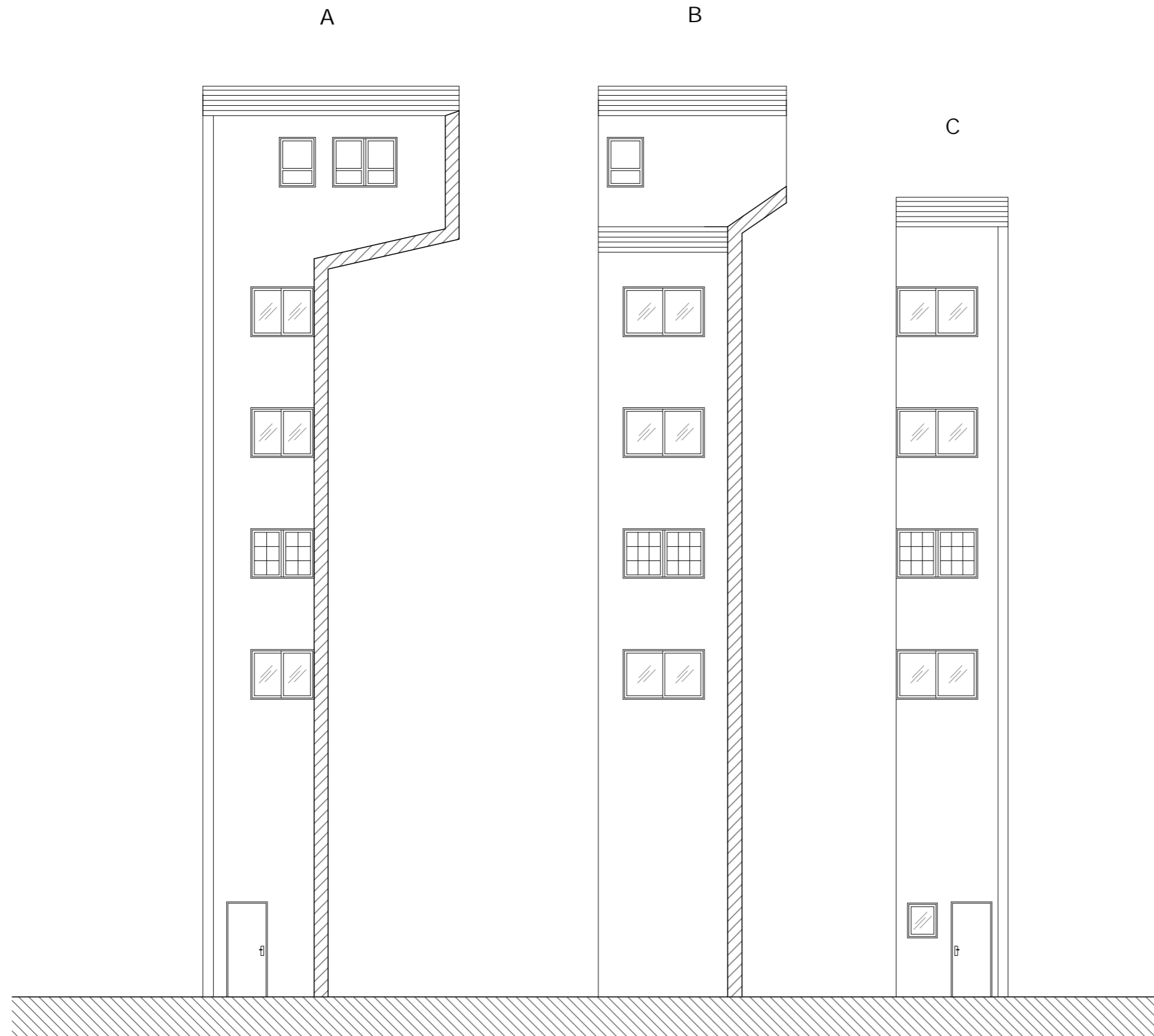
DETALLE E E:1/20

DET. E

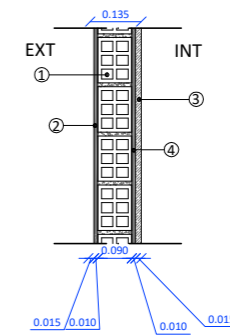


ESQUEMA SECCIÓN

| | | | |
|--|---|--|------------------------------|
|  | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA | | |
| | ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | |
| PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | |
| PLANO: DETALLE CUBIERTA | Nº PLANO: 19 | ESCALA: 1/20 | FECHA: JULIO 2.016 |




ESQUEMA PLANTA



1. Tabique de LH de 9 cm de espesor
2. Enfoscado de mortero de 1 cm de espesor y acabado en pintura pétreo.
3. Enlucido de yeso maestreado de 1'5 cm de espesor y acabado en pintura plástica
4. Maestreado de mortero para regulación de superficie de 1 cm

DETALLE F. SECCIÓN
CERRAMIENTO PATIO E: 1/20

| | | | |
|--|--|--|------------------------------|
|  | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA | | |
| | ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO | ALUMNA: BERENICE AGUILAR SÁNCHEZ | |
| PROYECTO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO DE FACHADAS DE EDIFICIOS CATALOGADOS DE ALICANTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA | | | |
| PLANO: DESARROLLO PATIO | Nº PLANO: 20 | ESCALA: 1/100 | FECHA: JULIO 2.016 |