

análisis y valoración de los trabajos de restauración de la
chimenea industrial de fábrica de ladrillo del "molí d'arròs Adell"
en Amposta

tfm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA · Máster Universitario en Conservación del Patrimonio Arquitectónico



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA



MASTER OFICIAL EN
CONSERVACIÓN DEL
PATRIMONIO ARQ.

autor del trabajo fin de máster
tutores del trabajo

MANEL SEGARRA ADRIÁN
GRACIA LÓPEZ PATIÑO
SANTIAGO TORMO ESTEVE
curso 2018-2019

resum

A l'estiu de 2015 vaig exercir la funció de cap d'obra en la *Restauració d'una xemeneia industrial de fàbrica de rajola a Amposta (Tarragona)*. El present treball tracta d'analitzar i valorar la restauració des d'un punt de vista crític després d'allò que s'ha après al màster, contrastant el treball realment executat amb les recomanacions internacionals en intervenció en immobles de caràcter històric.

Per últim, s'aporten unes *fitxes de camp* amb la pretensió de ser d'utilitat per a aquells que s'enfronten al problema de l'estudi, conservació i restauració de les xemeneies.

paraules claus

patrimoni industrial, xemeneia industrial de rajola, restauració, molí d'arròs, fitxes de camp

resumen

En el verano de 2015 desempeñé la función de jefe de obra en la *Restauración de una chimenea industrial de fábrica de ladrillo en Amposta (Tarragona)*. El presente trabajo trata de analizar y valorar la restauración desde un punto de vista crítico tras lo aprendido en el máster, contrastando el trabajo realmente ejecutado con las recomendaciones internacionales en intervención en inmuebles de carácter histórico.

Finalmente, se aportan unas *fichas de campo* con la pretensión de ser de utilidad para todos los que se enfrenten al problema del estudio, conservación y restauración de las chimeneas.

palabras clave

patrimonio industrial, chimenea industrial de ladrillo, restauración, molino de arroz, fichas de campo

abstract

In the summer of 2015 I worked as a site manager in the *Restoration of an industrial brick chimney in Amposta (Tarragona)*. After what has been learned in the Post-Master Course, the present work tries to analyse and evaluate the restoration from a critical point of view, contrasting the work actually executed with the international recommendations for intervention on historic buildings.

Finally, some *field cards* are provided with the intention of being useful for all those who face the problem of the study, conservation and restoration of chimneys.

keywords

industrial heritage, industrial brick chimney, restoration, rice mill, field cards

*“Alguien ha dicho que, dentro de algunos años las actuales máquinas de vapor, sustituidas por otros motores, se convertirán en monumentos arqueológicos, yendo a parar a museos. Puede muy bien suponerse, con igual razón, que esas altas chimeneas de las fábricas, cuyo humo se divisa desde la reliquia de la vieja Torre de los Zurbarán, llegarán a ser también curiosidad arqueológica, **mudos testigos de cuanto fue y ha muerto** (...), así podrá ir mañana un futuro romántico al pie de las ruinas que de nuestros actuales altos-hornos queden.”*

Miguel de Unamuno¹

¹ **Miguel de Unamuno** (1864 en Bilbao – † 1936 en Salamanca), *La Casa Torre de los Zurbarán*, relato incluido en *De Mi País*, Salamanca, 9 de febrero de 1898, en el número 13 de Ecos Literarios, revista decenal de Bilbao.

ÍNDICE

1. MOTIVACIÓN, OBJETIVO, METODOLOGÍA Y FUENTES	7
1.1. MOTIVACIÓN	9
1.2. OBJETIVO DEL TRABAJO	10
1.3. METODOLOGÍA Y FUENTES	10
1.4. ESTRUCTURA DEL TRABAJO	11
2. ANTECEDENTES Y ESCENARIO ACTUAL	13
2.1. ANTECEDENTES	15
2.2. PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO INDUSTRIAL	18
2.3. LEGISLACIÓN EN LA PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO INDUSTRIAL	23
3. LA CHIMENEA DEL MOLINO D'ADELL	25
3.1. LA CHIMENEA	27
3.1.1. Estudio arquitectónico: <i>Levantamiento geométrico y representación gráfica.</i>	28
3.1.2. Relación dimensional: Composición	31
3.1.3. Estudio constructivo	34
3.2. UN MOLINO DE ARROZ EN EL DELTA DEL EBRO	37
3.2.1. Orígenes de la industria del arroz en el Delta del Ebro	37
3.2.2. El cultivo del arroz	41
3.2.3. La elaboración del arroz: el Molino	41
3.3. APUNTES HISTÓRICOS DEL MOLINO D'ADELL	44
3.4. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO	46

4. RESTAURACIÓN DE LA CHIMENEA DEL MOLINO D’ADELL.....	47
4.1. ACLARACIÓN PREVIA	49
4.2. ADJUDICACIÓN DE LAS OBRAS	50
	FASE 1: Preparación de la obra
4.3. ESTUDIO DEL PROYECTO.....	51
4.3.1. Antecedentes al proyecto	51
4.3.2. El proyecto.....	52
4.3.3. Estudio Geotécnico.....	55
	FASE 2: Ejecución y Seguimiento
4.4. LA INTERVENCIÓN.....	56
4.4.1. Inicio de las obras. Toma de contacto.....	56
4.4.2. Estudio de Lesiones	57
4.4.3. La Obra realizada	58
4.4.4. Cronología.....	61
	FASE 3: Análisis y Valoración
4.5. ANÁLISIS DEL PROYECTO Y DE LA INTERVENCIÓN REALIZADA	63
4.5.1. Principios	63
4.5.2. Como punto de partida	65
4.5.3. Valoración del proyecto y de la intervención realizada	68
4.5.4. Plan de Mantenimiento.....	73
4.5.5. Recomendaciones	74

5. REPRESENTACIÓN GRÁFICA.....	77
6. REPRESENTACIÓN FOTOGRÁFICA.....	95
6.1. EL MOLINO D'ADELL	97
6.2. LA CHIMENEA DEL MOLINO D'ADELL	101
6.2.1. ESTADO PREVIO A LA ACTUACIÓN	101
6.2.2. LA OBRA REALIZADA	112
6.2.3. TRES AÑOS DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.....	136
7. CONCLUSIONES	137
8. BIBLIOGRAFÍA	141
8.1. BIBLIOGRAFÍA.....	143
8.2. ÍNDICE DE IMÁGENES Y TABLAS.....	149
9. AGRADECIMIENTOS.....	151
10. ANEXOS.....	A-1
ANEXO 1. Cuaderno de Campo	A-3
ANEXO 2. Comprobación de la estabilidad de la chimenea.....	A-35
ANEXO 3. Artículos de prensa	A-49
ANEXO 4. El proyecto	A-52

1. MOTIVACIÓN, OBJETIVO, METODOLOGÍA Y FUENTES

1. MOTIVACIÓN, OBJETIVO, METODOLOGÍA Y FUENTES

1.1. MOTIVACIÓN

La oportunidad que tuve al desempeñar la función de jefe de obra en la *Rehabilitación y Refuerzo Estructural de una chimenea de fábrica de ladrillo en Amposta* ha sido la principal causa en la elección del tema desarrollado en el presente trabajo fin de máster.

La participación en el desarrollo de la obra me ha motivado a dirigir la mirada hacia el patrimonio arquitectónico industrial, contrastando el trabajo y las decisiones finalmente tomadas con lo aprendido en el máster.

Situada en el cruce entre la avenida del Doctor Tomàs Pujol i Font y la calle de l'Escorxador de Amposta la chimenea luce sola como elemento simbólico representativo de la transformación industrial acaecida a mediados del siglo XIX y principios del XX, aislada del molino de arroz del que formó parte.

El aumento de la superficie de cultivo del Delta del Ebro a principios del siglo XX convirtió Amposta en el centro neurálgico del proceso de transformación del arroz en los molinos.

Estos molinos sustituyeron la fuerza hidráulica del río Ebro por las nuevas y modernas máquinas de vapor, proporcionando de este modo una energía suficiente y constante durante todo el año.

Será la chimenea de una de estas máquinas de vapor, concretamente la del molino de la familia Adell, la que va a constituir el objeto del presente trabajo fin de máster.



Figura 1.1: Molino d'Adell (Arbó, 1952)

1.2. OBJETIVO DEL TRABAJO

El objetivo principal del presente trabajo fin de máster es el **análisis y valoración de los trabajos de restauración de la chimenea**.

Para alcanzar este objetivo general se definen a continuación los siguientes objetivos específicos:

- Analizar el estado previo a la rehabilitación.
- Analizar el proyecto que ha servido de base a la restauración. Para ello, previamente será necesario conocer la tipología arquitectónica del objeto de estudio.
- Analizar el criterio de intervención planteado en el proyecto y el que posteriormente se ha realizado.
- Contrastar el análisis de los trabajos con las recomendaciones internacionales en intervención en inmuebles de carácter histórico, poniendo de manifiesto la importancia que tienen los criterios de intervención.
- Formular unas fichas de campo que ayuden al estudio y posterior intervención sobre las chimeneas de fábrica.

1.3. METODOLOGÍA Y FUENTES

Aunque el asunto de este trabajo se centra en el objeto arquitectónico, priorizando el conocimiento que nos dio la obra de restauración, se complementa con otras fuentes que aportan datos para establecer las correspondientes conclusiones.

1. Fuentes primarias o ESPECÍFICAS DIRECTAS

La principal fuente empleada en el estudio ha sido la propia construcción. Como jefe de obra conocía de primera mano los trabajos y se procedió a recopilar toda la documentación generada durante la obra (proyecto, levantamiento geométrico, fotografías, toma de datos, actas de las visitas de la Dirección Facultativa...).

Como fuente oral directa y gracias a Jaume Sagarra, arquitecto del proyecto de restauración, tuve la suerte de mantener una amena conversación con Adela Adell Panisello nieta de José Adell García, promotor del molino. Desgraciadamente, no se conserva ningún documento referente a la construcción de la chimenea. Sin embargo, recopilé toda la información posible y algunas fotografías antiguas del molino.

2. Fuentes secundarias o ESPECÍFICAS INDIRECTAS

La consulta de libros y artículos se ha centrado en la recopilación de jornadas y monografías de determinados autores. En este sentido cabe destacar la importancia que ha tenido la tesis doctoral de la profesora y tutora Gracia López Patiño.

Se incluyen también tratados de construcción de diversos autores donde se recogen aspectos de funcionamiento, diseño y construcción del elemento a estudiar.

Una aportación importante ha sido la lectura de estudios e intervenciones en chimeneas de fábrica de ladrillo que incluyen las últimas propuestas de aproximación al objeto.

3. Fuentes terciarias o GENÉRICAS

En este apartado incluimos libros, artículos, conferencias, etc. sobre el Patrimonio Arquitectónico Industrial y su situación actual.

Se han consultado distintos documentos (libros, artículos, cartas del restauro, planes nacionales, etc.) para profundizar en los criterios de actuación en el patrimonio arquitectónico en general y en el industrial en particular.

4. Fuentes COMPLEMENTARIAS

Se ha realizado un estudio conceptual e histórico del origen del cultivo y la industria del arroz en el Delta del Ebro a través de la diferente bibliografía relacionada con esta temática que ayuda a contextualizar el molino y su chimenea. Para ello, se han consultado las bibliotecas y archivos locales:

- Biblioteca Comarcal Sebastià Juan Arbó, d'Ampostà
- Arxiu Comarcal del Montsià (ACMO)
- Museu de les Terres de l'Ebre

1.4. ESTRUCTURA DEL TRABAJO

El trabajo se organiza en cinco partes diferenciadas:

1. En el **capítulo 2** se realiza una recopilación crítica sobre intervenciones de restauración en chimeneas industriales. Se expone la situación actual del patrimonio industrial, criterios de intervención y el marco normativo que he considerado necesario incluir.
2. En el **capítulo 3** se describe la chimenea objeto de estudio. Se realiza una breve contextualización histórica del origen del cultivo y la industria del arroz en el Delta del Ebro, aportando apuntes históricos del molino Adell.
3. En el **capítulo 4** se expone el proyecto y la intervención realizada. Mediante el conocimiento adquirido en el *Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico* se analiza y evalúa el criterio de intervención de las obras. Se

propone un *Plan de Mantenimiento* para la obra. Finalmente, se aportan *recomendaciones* y unas *fichas de campo* con la pretensión de ser útiles para todos los que se enfrenten al problema del estudio, conservación y restauración de las chimeneas.

4. Los **capítulos 5 y 6**, corresponden a la representación gráfica y fotográfica, respectivamente.
5. Finalmente, en el **capítulo 7** se recoge la exposición de las conclusiones del trabajo.

La bibliografía incluye todas las fuentes bibliográficas consultadas para la redacción del presente trabajo final de máster.

El último bloque corresponde a los **anexos**:

- Anexo 1 Cuaderno de campo.
- Anexo 2 Análisis estructural de la chimenea.
- Anexo 3 Artículos aparecidos en prensa, durante la realización de la restauración, sobre la caída de un rayo en una chimenea de Reus.
- Anexo 4 Extracto del *proyecto de restauración* redactado por Jaume Sagarra.

2. ANTECEDENTES Y ESCENARIO ACTUAL

2. ANTECEDENTES Y ESCENARIO ACTUAL

2.1. ANTECEDENTES

La introducción de la *máquina de vapor de Watt* fue el gran motor de la Revolución Industrial en Inglaterra. El vapor se aplicó como fuerza motora en la industria y el transporte con la invención de la locomotora y el ferrocarril. Su introducción transformó la capacidad de producción y consolidó la llamada *Primera Revolución Industrial*.

Es a partir del uso de la máquina de vapor cuando evoluciona la construcción de las **chimeneas industriales de ladrillo**, siendo su **función primordial** la de conducir el humo y provocar una depresión o tiro entre la entrada y la salida, que beneficia la combustión, reduciendo la cantidad de combustible necesario para producir el vapor. Los gases de la combustión, después de pasar por los conductos de humos de las calderas, eran recogidos en un canal subterráneo que los conducía a la chimenea a una temperatura suficiente para producir el tiro (aspiración del aire exterior). De otra parte, por cuestiones higienistas era necesario conducir los humos y gases a una altura suficiente para no perjudicar a los seres vivos.

Las primeras chimeneas que se construyeron, generalmente de poca altura y fuste cuadrado, estaban adosadas a los muros perimetrales de las fábricas. Con posterioridad se empezaron a levantar exentas de los edificios y con mayores alturas, normalmente del tipo de fuste circular ya que presentaban una menor resistencia al aire. Se trata de una evolución que va desde la chimenea doméstica a la chimenea industrial con entidad estructural aislada.²

A lo largo de la historia estos elementos verticales fueron un indicador del apogeo económico de la ciudad. Pero el paso del tiempo y la pérdida de su función provocaron su abandono y degradación, convirtiéndolas en los *testigos más significativos del pasado industrial* de la ciudad.

²Más información en López (2014), pp. 93-96, *Inicios y desarrollo de una chimenea industrial*.

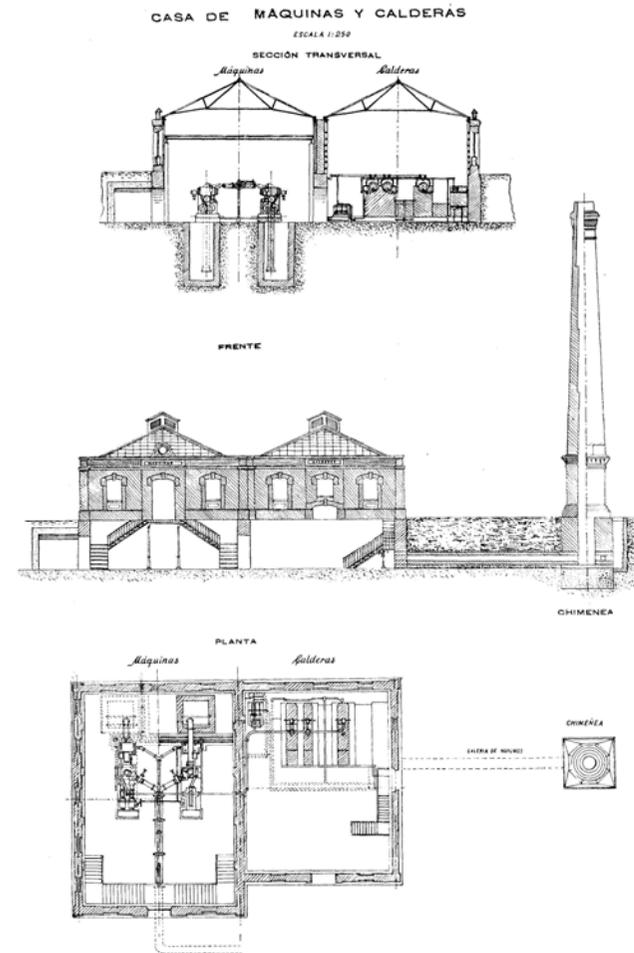


Figura 2.1: Casa de Máquinas y Calderas.³

³Lámina IX, publicada en GOÑI Y URQUIZA, E.: *Obras del Saneamiento de la I. Villa de Bilbao*. Madrid: Imprenta del Memorial de Ingenieros, 1905.

Los modelos de referencia adoptados en su construcción fueron los de los países de Europa con procesos de industrialización más avanzados, en concreto los modelos franceses e ingleses. En los que incluso se disponía de información bibliográfica con cálculos para determinar su altura en función de la máquina de vapor, siendo mejor tener una chimenea demasiado alta que una baja ya que quemar más combustible era más caro que construirla de mayor altura.

En 1905 el Comandante de Ingenieros Manuel De Las Rivas y López publica el primer estudio en España "*Chimeneas de fábrica: Teoría*" basado en un texto anterior del autor francés Denfer (1896), donde describe desde el cálculo de las dimensiones hasta su construcción.

En cuanto a las publicaciones más recientes que hemos podido consultar la mayoría son trabajos que catalogan las chimeneas industriales en un ámbito local:

- *Las chimeneas industriales de Alcantarilla*, Pedro L. Cascales (2001)
- *Las chimeneas industriales de la provincia de Albacete*, Pascual Clemente y Cecilio Sánchez (2006)
- *Las chimeneas de ladrillo en la circunscripción industrial de Alcoi*, Ramón Molina Ferrero (2011)
- *Xemeneies de rajola: Els inicis industrials de l'Horta Sud*, Daniel Berrocal (2012)

De entre ellas destacamos el trabajo de Cascales (2001) que dedica parte de su obra a los maestros constructores y a la técnica constructiva de las chimeneas: *cómo dimensionar cada parte en función de la altura total, qué pasos se deben ejecutar, con qué materiales y con qué medios auxiliares, ...*

En el ámbito catalán, que es dónde se ubica nuestra muestra de estudio, destacamos:

- *Les xemeneies industrials de la Comarca del Garraf (1850-1997)*, Isidre Roset i Ventosa. Miscel·lània Penedesenca Vol XXVI 2001. Institut d'Estudis Penedesencs.

- *Els constructors de la xemeneia de la Bòbila Almirall. Algunes consideracions tècniques*. Rosa M. Massana i Ribas.
- *Las chimeneas industriales como elemento de arte público. El caso de Poblenou en Barcelona*, Verónica Gárate Navarrete de Máster Oficial en Diseño Urbano, Facultat de Belles Arts Universitat de Barcelona. Enero 2011
- *Patología, diagnóstico y recuperación de chimeneas industriales de fábrica de ladrillo cerámico* de César Díaz y Ramón Gumà de la ETSA de Barcelona. 1999

La información existente sobre las chimeneas industriales de fábrica de ladrillo es dispersa. Sin embargo, la tesis doctoral de López (2014) realiza un estudio pormenorizado del modo de ejecución de las chimeneas, delimita el espacio temporal de su construcción (desde el segundo tercio del siglo XIX hasta la mitad de la década de los sesenta del siglo XX) y aporta la valiosa visión de los autores materiales de la obra, entrevistando a algunos de los constructores que construyeron chimeneas en su juventud. El ámbito geográfico donde se enmarca la investigación es el Levante y Sureste español y su área de influencia, estableciéndose dos escuelas de construcción - la valenciana y la murciana - dado que tanto los procedimientos como el hecho edificatorio difieren notablemente entre sí.

INTERVENCIONES

En cuanto a las intervenciones en las chimeneas hemos consultado varios artículos en los que se describen los trabajos de restauración realizados:

- *Restauración de la chimenea industrial de la avenida Gaspar Aguilar de Valencia*, artículo de Ana Valdés en la revista del COAAT de Valencia. Obra finalizada durante el mes de julio de 2003.
- *Restauración de la chimenea de la Cerámica Olivense en Oliva (Valencia)* de Vicent Francesc Llopis Cardona en la revista CABDELLS VII (2009), págs. 97-116, artículo correspondiente a su ponencia dentro de la V Convención

Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica, realizada en Albacete. Periodo ejecución de la obra: mayo-septiembre de 2006.

De entre ellos destacamos el trabajo realizado por Llopis (2009), arquitecto técnico riguroso en la metodología empleada: realización de estudios previos, búsqueda de documentación histórica, entrevistas a maestros de obra, levantamientos planimétricos, pruebas de laboratorio, estudio de estabilidad...

Dentro del ámbito universitario hemos consultado los estudios e intervenciones realizadas por el grupo GRESMES en la Universidad de Alicante, GTED de la Universidad de Cantabria⁴ y NCREP de la Universidad de Oporto.

El *Grupo de Ensayo, Simulación y Modelización de Estructuras (GRESMES)*⁵ de la Universidad de Alicante cuyo investigador principal es el catedrático del Departamento de Ingeniería Civil Salvador Ivorra, trabaja en un proyecto de investigación para reforzar frente a acciones sísmicas campanarios, chimeneas de fábrica y otras estructuras esbeltas de mampostería:

- *"Estudio experimental y numérico del comportamiento sísmico de estructuras esbeltas de mampostería reforzadas con FRP: diseño de un procedimiento de refuerzo frente a acciones dinámicas"*

Las fases en que se divide cada estudio son:

1. Análisis del **estado actual**: características geométricas, lesiones existentes y daños estructurales.
2. Caracterización de los **materiales empleados** en la construcción: ensayos del mortero, ladrillo...
3. Desarrollo de un **modelo numérico** y posterior estudio teórico del refuerzo estructural.
4. **Puesta en práctica** de esas medidas para aumentar su resistencia.

⁴ Portal del Grupo de Tecnología y Gestión de la Edificación de la Universidad de Cantabria (GTED-UC) <<https://www.gted.unican.es/>> [Consulta: 29 de junio de 2018]

⁵ Blog oficial de GRESMES - Grupo de Ensayo, Simulación y Modelización de Estructuras <<http://blogs.ua.es/gresmes/>> [Consulta: 4 de octubre de 2016]

5. Repetición de las mediciones para **comprobar** la efectividad del refuerzo.

Como puesta en práctica de este estudio podemos mencionar la restauración y refuerzo con fibras de vidrio de la chimenea industrial "Cerámica la Paz" en Agost (Alicante), realizada entre los meses de febrero y mayo de 2016.

En lo que se refiere a la empresa NCREP - *Consultoría en Rehabilitación de Edificación y Patrimonio, Lda*,⁶ que surgió del trabajo desarrollado por el Instituto de la Construcción de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Oporto, hemos tenido acceso a un artículo sobre su intervención en la:

- *Chimenea industrial de ladrillo en Valongo (Distrito do Porto)*

La intervención de NCREP en la chimenea consistió en la realización de un levantamiento geométrico a través de tecnología *Laser Scanning*, en la inspección visual en toda su altura con registro de los puntos con daños y la intensidad de éstos en mapas propios y en la realización de una campaña de ensayos de identificación dinámica *in situ*. Finalmente, todos los resultados recogidos sirvieron de base para el desarrollo de un modelo numérico de elementos finitos, de comportamiento no lineal, con el objetivo de evaluar su seguridad estructural considerando las acciones habituales actuantes.

El diagnóstico del elemento de estudio, complementado con ensayos de identificación dinámica, constituyen actualmente una de las más eficaces y completas técnicas de ensayo de carácter no destructivo de identificación *in situ* de las características mecánicas de las estructuras.

⁶ Portal oficial de NCREP - *Consultoría en Rehabilitación de Edificación y Patrimonio* <<http://www.ncrep.pt/>> [Consulta: 28 de septiembre de 2016]

2.2. PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO INDUSTRIAL

En la *arquitectura industrial* aún es difícil introducir el concepto de patrimonio, ya que el fenómeno industrial se percibe como algo incómodo, origen de toda clase de contaminación y ruidos. Por sus propias características se encuentra en serio peligro de desaparición ya que la gente no siente respeto hacia unas construcciones que siempre han estado ahí y que han perdido su función porque los procesos de producción han quedado obsoletos. Sus transformaciones, ampliaciones o reutilizaciones siempre estuvieron relacionadas con las necesidades de producción y de adaptación a las nuevas tecnologías.

Sin embargo, gracias al esfuerzo y acciones por parte de asociaciones defensoras del patrimonio industrial, de las administraciones y de algunas instituciones existe un consenso sobre el valor cultural e histórico de estos testimonios de la cultura del trabajo. El primer paso para conseguir que el patrimonio industrial sea valorado y, por tanto, protegido y conservado, es el reconocimiento.

“Los testimonios de la industrialización constituyen un legado imprescindible para comprender la historia española de los dos últimos siglos. Estos sistemas, conjuntos o elementos y factores que inciden en el hecho industrial, han desempeñado un importante papel en la evolución del territorio, ya sea urbano o rural, en la formación del carácter histórico y cultural de sus sitios, lugares y paisajes, y en general en la definición del ambiente vital y cultural concreto en que se ha desarrollado la industrialización. De esta forma, la conservación y el estudio de estos testimonios son fundamentales para comprender y documentar un periodo clave en la historia de la humanidad. (...)

*El patrimonio industrial está relacionado con los procesos de apropiación cultural que la sociedad establece con las huellas del pasado, en nuestro caso de la era industrial, mediante la conservación de sus testimonios materiales o inmateriales vinculados a la memoria del trabajo y del lugar”.*⁷

⁷ Plan Nacional de Patrimonio Industrial, marzo 2011.

<<http://ipce.mcu.es/conservacion/planesnacionales/patrimonio.html>> [Consulta: 1 de noviembre de 2016]

El origen de la sensibilidad de protección del *Patrimonio Industrial* se sitúa en París con la creación en 1794 del *Conservatoire des Arts et Métiers*, primer museo técnico del mundo, gracias a la mentalidad surgida con la revolución francesa. Su objetivo fue el estudio, salvaguarda y conservación de máquinas, herramientas y utensilios de producción⁸.

Durante el siglo XIX hubo una sensibilización creciente en Europa que tuvo como consecuencia la creación de numerosos museos industriales. Tras la Segunda Guerra Mundial y ante la sistemática destrucción de algunos de los elementos más representativos de su pasado industrial, surge en Gran Bretaña una nueva disciplina científica: la **ARQUEOLOGÍA INDUSTRIAL**. Eran años de renovación urbana e industrial en un país duramente afectado por los bombardeos.

Kenneth Hudson, en 1963, define como finalidad de la nueva ciencia, *“el descubrimiento, catalogación y estudio de los restos físicos del pasado industrial, para conocer a través de ellos aspectos significativos de las condiciones de trabajo, de los procesos técnicos y de los procesos productivos”*. El término *arqueología* está relacionado con la necesidad de hacer un trabajo de campo sobre los restos industriales, con el fin de *“investigar, analizar, grabar y preservar los restos industriales del pasado”*.

Según K. Hudson el **objetivo de la arqueología industrial** será *“un mayor y mejor conocimiento de nuestro pasado industrial a diferentes niveles:*

1. *Saber lo máximo posible acerca de las condiciones de trabajo y de la actitud mantenida por obreros y empresarios en este trabajo.*
2. *Saber todo aquello que obreros, empresarios, propietarios, técnicos, etc., han variado o innovado en los procesos y método de trabajo y con qué finalidad.*
3. *Saber cómo, de qué forma, se realizaba efectivamente este trabajo, qué técnicas se utilizaban y con qué tecnología.*

⁸Aguilar (1998), p.35

4. *Conocer (reconstruir) el contexto físico en que se realizaba el trabajo y las condiciones en que los obreros y empresarios, con sus familias, vivían y se comunicaban.*
5. *Finalmente, intentar llegar a su mentalidad, a la forma de estar en el mundo, yo diría, que es fruto de los anteriores elementos. Es decir, la Arqueología Industrial, a través de la reconstrucción de actividades materiales, ha de servir también para iluminar los aspectos no materiales del trabajo en el pasado del hombre".*

Más tarde en 1966 el profesor R. Angus Buchanan de la Universidad de Bath incide más en la preservación:

6. *El restablecimiento y la restauración del monumento a través de su consolidación y su renovación. El monumento debe convertirse en un recuerdo del pasado, en la memoria del pasado, pero también en un laboratorio de investigación y sobre todo, en un centro de formación.*⁹

La influencia británica pronto traspasa sus fronteras y países como Alemania, Italia, Francia y Portugal se convierten en agentes dinamizadores de la nueva disciplina. En España el interés social por los restos industriales (*fábricas, almacenes, colonias textiles o mineras, puertos, etc.*) arranca años más tarde, debido al proceso de desindustrialización de los ochenta y de numerosas propuestas para reactivar los territorios afectados. El primer libro específico que sienta las bases en nuestro país es el publicado en 1980 por Rafael Aracil, Manuel Cerdà y Mario García Bonafé, *Arqueología industrial de Alcoi*.

Como es sabido el proceso de industrialización en el Estado Español tuvo un ritmo particularmente lento en relación a otros países europeos como Gran Bretaña o Alemania. Es hacia 1830 cuando comienza a desarrollarse en España el proceso de **revolución industrial** en dos zonas muy concretas: principalmente en Cataluña y el País Vasco. Pero a diferencia de los países industriales europeos este proceso no tiene el mismo significado, tampoco la evolución política es paralela. La introducción de la máquina de vapor en la industria española

⁹Es decir, recuperar su aspecto primitivo reconstruyendo las partes destruidas para hacerlo útil al público sin transformaciones.

comienza a despegar en los años treinta del siglo XIX, sobre todo en el campo de la minería y el textil.¹⁰

Sin embargo, la Guerra Civil truncó la fase expansiva de la industria española, pero a su término se produce un proceso acelerado de industrialización. Es en este segundo periodo cuando se construyeron la mayoría de las chimeneas que aún se mantienen en pie. Hablamos del periodo que va desde la década de los cuarenta hasta bien entrados los sesenta del siglo pasado.

La crisis mundial de 1973 afectó a la industria española que entró en un proceso irreversible de reconversión a mediados de los 80 por la necesidad de contar con una industria competitiva antes de su incorporación a la Comunidad Europea.

Después de la reconversión industrial de los 80, donde hubo mayor dinamismo económico, hubo menor posibilidad de conservar porque se necesitaba suelo. Las fábricas estaban en una zona de expansión de las ciudades por las cuales fueron devoradas.

EL PLAN NACIONAL DE PATRIMONIO INDUSTRIAL

El Plan Nacional de Patrimonio Industrial tiene origen en la participación española, a finales del año 2000, en un proyecto del Consejo de Europa sobre Patrimonio Industrial en el marco de la campaña *Europa un patrimonio común* donde se toma plena conciencia de la necesidad de arbitrar mecanismos para la protección de este patrimonio. La necesidad de impulsar este plan nace con el interés hacia nuestra memoria histórica más reciente, con los objetos que la sociedad nos ha dejado en herencia.¹¹

¹⁰La primera industria textil que utilizó el vapor para la mecanización completa de sus instalaciones en Barcelona fue la *Bonaplata, Vilaregut, Rull y Cia*, compañía fundada en 1831.

¹¹Linarejos Cruz Pérez, Coordinadora del Plan Nacional de Patrimonio Industrial, entrevista en el Canal Cultura, canal de vídeo de la Secretaría de Estado de Cultura, del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, del Gobierno de España.

Los Planes Nacionales son instrumentos de gestión del Patrimonio Cultural que se crean para conseguir tres fines:¹²

1. Establecer una metodología de actuación unificada sobre conjuntos de bienes.
2. Programar las inversiones de acuerdo con las necesidades de conservación.
3. Coordinar la participación de las distintas instituciones que intervienen en la conservación de esos conjuntos patrimoniales (administración estatal, autonómica y local).

Desde el primer texto redactado en el año 2000 el concepto de Patrimonio Industrial ha ido evolucionando y, en base a las necesidades que se detectaron durante los primeros años de su aplicación, en el año 2010 se decide redactar un nuevo documento.

El **Plan Nacional de Patrimonio Industrial** define al patrimonio industrial como *“el conjunto de los bienes muebles, inmuebles y sistemas de sociabilidad relacionados con la cultura del trabajo que han sido generados por las actividades de extracción, de transformación, de transporte, de distribución y gestión generadas por el sistema económico surgido de la “revolución industrial”. Estos bienes se deben entender como un todo integral compuesto por el paisaje en el que se insertan, las relaciones industriales en que se estructuran, las arquitecturas que los caracteriza, las técnicas utilizadas en sus procedimientos, los archivos generados durante su actividad y sus prácticas de carácter simbólico”*.

¹²Los Planes Nacionales nacieron en la segunda mitad de la década de 1980 una vez que las competencias sobre Patrimonio habían sido transferidas a las Comunidades Autónomas y existía una nueva Ley de Patrimonio Histórico. El primer Plan Nacional fue el de Catedrales, elaborado a partir de 1987 y aprobado en 1990, al que siguieron los de Patrimonio Industrial, Arquitectura Defensiva, Paisaje Cultural y Abadías, Monasterios y Conventos en la primera década del siglo XXI. Actualmente el IPCE, en colaboración con las Comunidades Autónomas, está trabajando en la redefinición de los planes existentes y en la implantación de nuevos planes.

Se incide en la Arqueología Industrial como la metodología de estudio propia del patrimonio industrial, con un marcado carácter interdisciplinar.

Para el desarrollo del Plan se prevén las siguientes fases:

- 1ª fase.* Confección de un INVENTARIO. Hacer una identificación de los elementos que integran este patrimonio.
- 2ª fase.* Realización de ESTUDIOS que ayuden al conocimiento y documentación del bien.
- 3ª fase.* Redacción de PLANES DIRECTORES necesarios para planificar las acciones de conservación.
- 4ª fase.* Redacción de PROYECTOS DE INTERVENCIÓN para su restauración y conservación.

CRITERIOS DE VALORACIÓN Y SELECCIÓN

Un problema singular del Patrimonio Industrial es la gran cantidad de elementos existentes que hacen imposible la conservación o mantenimiento de todos ellos. Ni tiene por qué, pero sí todo se tiene que estudiar.

El Plan Nacional de Patrimonio Industrial marca las bases para la valoración y selección de los *bienes industriales*¹³:

- A. Intrínsecos:
 - *Valor testimonial*
 - *Singularidad y/o representatividad tipológica*
 - *Autenticidad*
 - *Integridad*

- B. Patrimoniales:
 - *Histórico*
 - *Social*
 - *Artístico*
 - *Tecnológico*

¹³Se considera BIEN INDUSTRIAL cada uno de los elementos o conjuntos que componen el patrimonio industrial, pudiéndose distinguir entre bienes inmuebles, muebles e inmateriales.

- *Arquitectónico*
- *Territorial*

C. De viabilidad:

- *Posibilidad de actuación integral*
- *Estado de conservación*
- *Gestión y mantenimiento*
- *Rentabilidad social*
- *Situación jurídica*

CRITERIOS DE INTERVENCIÓN

Como criterios de intervención en elementos o conjuntos industriales se asumen las normas de conservación generales para cualquier patrimonio cultural. No obstante, como directrices específicas de mantenimiento y conservación se adoptan los criterios aprobados en la Asamblea Nacional del TICCIH¹⁴ que tuvo lugar en Moscú el 17 de julio de 2003 y que se conformó como **Carta de Nizhny Tagil sobre el Patrimonio Industrial**:

- I. La conservación del patrimonio industrial depende de la preservación de la integridad funcional y las intervenciones en un sitio industrial deben, por tanto, estar enfocadas a mantener su integridad funcional tanto como sea posible. El valor y la autenticidad de un sitio industrial pueden verse enormemente reducidos si se extrae la maquinaria o los componentes, o si se destruye los elementos secundarios que forman parte del conjunto de un sitio.
- II. La conservación de sitios industriales requiere un profundo conocimiento del propósito o los propósitos por lo que se construyó y de los diferentes procesos industriales que pudieron tener lugar en él. Esto puede haber cambiado con el tiempo, pero todos los usos anteriores deben ser investigados y evaluados.

- III. La preservación in situ debe considerarse siempre como prioritaria. Desmantelar y reubicar un edificio o una estructura sólo es aceptable cuando es preciso destruir el sitio por imperiosas necesidades sociales o económicas.
- IV. La adaptación de un sitio industrial a un uso nuevo como forma de asegurar su conservación suele ser aceptable excepto en el caso de sitios de especial importancia histórica. Los nuevos usos deben respetar el material significativo y mantener los patrones originales de circulación y actividad y debe ser tan compatible con el uso original o principal como sea posible. Es recomendable habilitar un área donde se represente el uso anterior.
- V. Continuar adaptando y usando edificios industriales evita malgastar energía y contribuye al desarrollo sostenible. El patrimonio histórico puede tener un papel importante en la regeneración económica de áreas deterioradas o en declive. La continuidad que implica la reutilización puede proporcionar estabilidad psicológica a las comunidades que se enfrentan al repentino fin de una fuente de trabajo de muchos años.
- VI. Las intervenciones deben ser reversibles y tener un impacto mínimo. Todo cambio inevitable debe ser documentado y los elementos significativos que se eliminan deben ser registrados y almacenados de forma segura. Varios procesos industriales confieren un lustre que es integral a la integridad y al interés del sitio.
- VII. La reconstrucción o la vuelta a un estado conocido anterior debe considerarse como una intervención excepcional que sólo es apropiada si beneficia a la integridad del sitio entero o en caso de destrucción de un sitio mayor por violencia.
- VIII. Las habilidades humanas involucradas en muchos procesos industriales antiguos u obsoletos son un recurso críticamente importante cuya

¹⁴TICCIH: Comité Internacional para la conservación y defensa del Patrimonio Industrial.
<<http://ticcih.es/>> [Consulta: 1 de noviembre de 2016]

pérdida puede ser irreparable. Es necesario registrarlos cuidadosamente y transmitirlos a las nuevas generaciones.

- IX. Debe promoverse la conservación de los registros documentales, los archivos de las empresas, los planes de construcción, así como las especies de muestra de productos industriales.

ESCENARIO ACTUAL

Las tendencias actuales en la interpretación de los testimonios materiales ligados a la industria se realizan mediante una correcta inserción en un sistema de carácter territorial. El **Paisaje Industrial** debe añadirse al concepto de Arquitectura Industrial que da contenido a estos elementos que a veces vemos de forma parcial. En muy pocos años hemos pasado de los monumentos a los paisajes industriales, de los inventarios y catálogos a los proyectos territoriales (*itinerarios, rutas, ecomuseos,...*).

En sentido contrario y en relación con la tipología constructiva objeto de nuestro trabajo hemos visto en numerosas ocasiones como se acaba conservando las chimeneas como elementos aislados, como piezas estáticas a contemplar, separadas del todo en el que estaban integradas, descontextualizadas y al mismo tiempo se afirma que se protege al patrimonio industrial. En palabras de Joaquim Sabaté¹⁵:

“Barcelona está llena de chimeneas aisladas por la mala conciencia de quien ha transformado el territorio; solucionado con muy poco espacio, el del ámbito de la propia chimenea”.

Otro aspecto importante que ha surgido en los últimos años es el concepto de **Patrimonio Inmaterial** que conlleva la tarea esencial de conservar los archivos de la industria, de todos los testimonios del trabajo y del lugar, de la historia oral, de la cultura del trabajo y la memoria del lugar.

Pero falta mayor sensibilidad y un programa específico para su conservación y rehabilitación. Las actuaciones sobre edificios industriales o sus derribos han sido aleatorios. Pese al interés creciente no se observa criterio de ningún tipo, todavía falta:

1. Una mayor *sensibilización* de la opinión pública.
2. Un *estudio científico* sobre su historia.
3. Un *programa* específico para la conservación y rehabilitación.
4. Una *formación* especializada de los técnicos que van a intervenir.
5. Una *legislación* específica para la protección de este patrimonio.
6. Una mayor *coordinación* entre las distintas administraciones.

En el momento actual se manifiestan insuficiencias y resultados ambivalentes que obligan a replantearse y a reelaborar metodológica y conceptualmente el propio significado y alcance del patrimonio industrial. A su vez se plantea la necesidad de **rentabilizar las inversiones** de estos años pasados. Las instituciones que ostentan la titularidad son muy reticentes a la declaración de Bien de Interés Cultural por las dificultades que implica asumir la responsabilidad de su conservación y por las posibles limitaciones a su uso.

Pero los edificios de tipo industrial tienen una amplia capacidad para recibir nuevos usos. Debemos promover diversidad de proyectos evitando la tentación de *museificar* todos los testimonios industriales. Buscar el rendimiento económico que a su vez facilite su conservación. Patrimonio que más allá de preservarlo pueda ser transformado y al mismo tiempo servir de principio de recuperación de todo un territorio.

Existe una *burbuja cultural*, una burbuja de centros de interpretación, en algunos casos sin que sean muy acordes el contenido con el espacio en el que están ubicados, que no tienen sentido de ser porque ya había otros. Burbuja tal vez ligada a la otra burbuja inmobiliaria que hemos padecido no hace mucho. El hilo cultural, tal vez haya sido el uso más fácil pero seguro que no es el único.

¹⁵Joaquim Sabaté Bel es Doctor Arquitecto y Licenciado en Ciencias Económicas, Catedrático de Urbanismo y profesor e investigador en la ETSAB de la Universidad Politécnica de Cataluña.

En la búsqueda de nuevos usos se mueven las propuestas del Grupo de Investigación CAPC (HUM-666) de la Universidad de Sevilla¹⁶ que abogan para que los espacios del trabajo sigan siendo espacios del trabajo. Una de las actividades más interesante y respetuosa que se podría llevar a cabo con la arquitectura industrial es la generación de nuevos espacios de trabajo como el *coworking*, *cooperativas*, *nuevas actividades empresariales*, *espacios relacionados con las nuevas tecnologías o simplemente proyectos de carácter social* que reviertan en el empleo, en la formación y en el mantenimiento de estos edificios. Otro aspecto destacable de estos espacios productivos es la de admitir hibridaciones, usos mixtos: *residencia-oficina*, *residencia-laboratorio*, *residencia-taller*...

La idea es transformar, ocupar, activar. Encontrar nuevas oportunidades donde antes se veía un problema. Entender que los edificios tienen mil oportunidades sin que ello implique perder la esencia el lugar.

2.3. LEGISLACIÓN EN LA PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO INDUSTRIAL

La protección del patrimonio arquitectónico industrial en España se enmarca dentro de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español que, aunque no lo trata expresamente, nos indica en su artículo 1.2 que:

“Integran el Patrimonio Histórico Español los inmuebles y objetos muebles de interés artístico, histórico, paleontológico, arqueológico, etnográfico, científico o técnico. También forman parte del mismo el patrimonio documental y bibliográfico, los yacimientos y zonas arqueológicas, así como los sitios naturales, jardines y parques que tengan valor artístico, histórico o antropológico.”

La Ley establece distintos niveles de protección que se corresponden con diferentes categorías legales. Adquiere un valor singular la categoría de **Bien de Interés Cultural** (BIC).

La Ley articula también que cada Comunidad Autónoma creará sus propios órganos competentes para la protección del Patrimonio Histórico que tenga a su cargo y la necesaria cooperación de los Ayuntamientos en la custodia y protección del patrimonio comprendido en sus términos municipales. Al estar transferidas las competencias a las Comunidades Autónomas que gestionan su patrimonio de acuerdo a su ordenamiento legal, la protección se enfrenta a una cierta complejidad por la diversidad de aspectos legales, competencias administrativas y diferencias de calificación.

En todas las leyes autonómicas se contemplan las actuaciones de protección con un enfoque territorial ligado a los Planes Urbanísticos. Se concede especial importancia a los catálogos urbanísticos municipales. De este modo el patrimonio inmueble que no se puede considerar BIC sólo podrá ser protegido bajo el concepto de **Bien de Interés Local**.

Los registros vinculantes serán siempre los relativos a Bienes de Interés Cultural, al inventario del Patrimonio Cultural y a los elementos incluidos dentro de los catálogos urbanísticos municipales.

¹⁶<https://investigacioncontemporanea.com> [Consulta: 5 de noviembre de 2016]

Por tanto, son las distintas Comunidades Autónomas las que dan respuesta legislativa al Patrimonio Industrial. Si realizamos un recorrido por las leyes autonómicas que regulan el patrimonio histórico/cultural observamos como las primeras legislaciones autonómicas hacen nula referencia al patrimonio industrial. Como ocurre en el caso del País Vasco y Cataluña, pese a la potencialidad que dicho patrimonio representa en su territorio.

NORMATIVA NACIONAL

Ley de Patrimonio Histórico Español	Ley 16/1985	25/06/1985	NO
Plan Nacional de Patrimonio Industrial		2001 (2011)	
Carta del Bierzo del Patrimonio Industrial Minero		2007	

NORMATIVA AUTONÓMICA

1	País Vasco	Ley 7/1990	03/07/1990	NO
2	Cataluña	Ley 9/1993	30/09/1991	NO
3	Galicia	Ley 8/1995	30/10/1995	SI
4	Comunidad de Madrid	Ley 10/1998	09/07/1998	SI
5	Cantabria	Ley 11/1998	13/10/1998	SI
6	Illes Balears	Ley 12/1998	21/12/1998	SI
7	Aragón	Ley 3/1999	10/03/1999	SI
8	Canarias	Ley 4/1999	15/03/1999	NO
9	Extremadura	Ley 2/1999	29/03/1999	SI
10	Principado de Asturias	Ley 1/2001	06/03/2001	SI
11	Castilla y León	Ley 12/2002	11/07/2002	SI
12	La Rioja	Ley 7/2004	18/10/2004	SI
13	Comunidad Foral de Navarra	Ley Foral 14/2005	22/11/2005	SI
14	Comunidad Valenciana	Ley 5/2007	09/02/2007	SI
15	Región de Murcia	Ley 4/2007	16/03/2007	SI
16	Andalucía	Ley 14/2007	26/11/2007	SI
17	Castilla-La Mancha	Ley 4/2013	16/05/2013	SI
18	Ciudad Autónoma de Ceuta			
19	Ciudad Autónoma de Melilla			

Han sido las legislaciones aprobadas a finales de la década de los noventa o las modificadas más recientemente las que sí que se han mostrado más propensas a la hora de regular el patrimonio industrial.

Pero es necesario que las Administraciones Locales contemplen la conservación de los elementos más relevantes de su patrimonio industrial en sus planeamientos urbanísticos mediante las correspondientes declaraciones de **Bien de Interés Local**. Pero también es cierto que generalmente, son muy reticentes a la declaración por las dificultades que implica asumir la responsabilidad de su conservación y por las posibles limitaciones a su uso.

PROTECCIÓN DE LA CHIMENEA INDUSTRIAL DE LADRILLO

Como testimonio de la actividad industrial que ejercían y, aunque muchas de ellas se encuentren hoy separadas de los conjuntos fabriles a los que pertenecerían, su protección está regulada dentro de nuestro Patrimonio Industrial. Solo en la legislación valenciana se hace mención directamente a las chimeneas industriales de ladrillo:

“Tienen la consideración de Bienes Inmuebles de Relevancia Local, y con esta denominación deberán ser incluidos en los respectivos Catálogos de Bienes y Espacios Protegidos, las siguientes categorías de elementos arquitectónicos: los Núcleos Históricos Tradicionales, así denominados conforme a la legislación urbanística, los "pous o caves de neu" o neveras, las chimeneas de tipo industrial construidas de ladrillo anteriores a 1940, los antiguos molinos de viento...”

Curiosa datación ya que la mayoría de las chimeneas que aún tenemos la suerte de contemplar fueron levantadas tras la Guerra Civil. Por tanto, sólo podrán ser protegidas bajo la declaración de Bien de Relevancia Local.

No obstante, sabemos que la ley valenciana se encuentra en trámite de redacción ya que la asociación APIVA ha enviado propuestas para incrementar la protección del patrimonio industrial modificando, precisamente, esta fecha de 1940.

3. LA CHIMENEA DEL MOLINO D'ADELL

3. LA CHIMENEA DEL MOLINO D'ADELL

3.1. LA CHIMENEA

La chimenea de base de planta cuadrada y fuste de sección circular se encontraba separada y a poca distancia de las naves del molino de arroz de la familia Adell. Situada en un lateral de la edificación y desplazada hacia un extremo de ésta última formando parte de la tapia del patio posterior del molino. (Fig. 3.1.).

Se separó del conjunto industrial modificando el muro del vallado creando un nuevo espacio para la ciudad, un elemento simbólico a modo escultural. (Fig. 3.2). *Adela Adell Panisello*, nieta de José Adell García (promotor del molino), realiza en 1997 una cesión gratuita a favor del *Ajuntament d'Amposta* con la condición de mantener la chimenea del molino. De este modo cumplió los deseos de su padre José Adell Germán que, en repetidas ocasiones y ante la desaparición de la mayoría de las chimeneas de la población, manifestó la voluntad de impedir el derribo de la misma.

Adela recuerda el proceso de cesión con un interés repartido a partes iguales entre el ayuntamiento y su familia. De todas las que existieron en la ciudad tan solo dos chimeneas permanecen en pie: la que nos ocupa y la del molino de Cercós en la zona del antiguo Castillo de Amposta.

Por tanto, es debido a esta voluntad compartida que la chimenea se encuentra clasificada en el CATÀLEG DEL PATRIMONI HISTÒRIC, ARTÍSTIC I ARQUITECTÒNIC del PGOU de Amposta, de abril de 2007, con el grado de protección **b**, *Bien Cultural de Interés Local (BECIL)*, tal y como se indica en la ficha con el código **HA.b008 - Xemeneia Molí Adell**.



Figura 3.1: ICGC. Ortofoto del año 2000.



Figura 3.2: ICGC. Ortofoto del año 2004.

CATÀLEG DEL PATRIMONI HISTÒRIC, ARTÍSTIC I ARQUITECTÒNIC

HA.b.008
Ximeneia Molí Adell
Passeig del Canal

ESTIL
ÈPOCA
AUTOR

LOCALITZACIÓ (Full Topogràfic): 251-158





DADES DE CONSERVACIÓ

D'ESTRUCTURES PORTANTS Bo
DE FORJATS
DE COBERTES
DE FAÇANA
D'INTERIOR
D'ALTRES

USOS

ORIGINAL Ximeneia molí
ACTUAL Monument

DESCRIPCIÓ

EDIFICI CIVIL
PLANTA Ximeneia Industrial de maçoneria, de secció rodona piramidal
EXTERIOR
DESCRIPCIÓ GENERAL
NOTÍCIES HISTÒRIQUES
BIBLIOGRAFIA
RÈGIM JURÍDIC

ENTORN

IMMEDIAT Bo
PROPER Bo

MATERIALS

MURS Maçoneria
COBERTES

PLÀNOLS
FOTOGRAFIES
ALTRES

1a. Revisió del Pla d'Ordenació Urbanística Municipal d'Amposta

De la ficha del catálogo tan solo se puede extraer la siguiente descripción general:

Chimenea industrial de albañilería de sección circular piramidal, con una buena conservación en su estructura portante y con un uso original de chimenea de molino y actual de monumento.

Antes de iniciar los trabajos de restauración la Dirección Facultativa me solicitó la realización de un levantamiento geométrico de la chimenea. Al tener instalado el andamio pude realizar un levantamiento de medida directa, de manera manual, sin la utilización de sofisticados aparatos de medición. Para ello empleé un flexómetro, un distanciómetro láser, una plomada y un nivel que nos ayuda a determinar los grados de inclinación del fuste.

Este encargo me motivó al estudio de las chimeneas de fábrica. Y alimentó la necesidad de realizar una lectura constructiva más detallada.

3.1.1. Estudio arquitectónico: *Levantamiento geométrico y representación gráfica.*

Para establecer la configuración de la chimenea tomé como base la información expuesta en la tesis doctoral de López (2014). Tal y como describe, en una chimenea industrial de ladrillo se distinguen 5 partes, algunas visibles y otras no:

Zonas no visibles:

1. Cimentación.
2. Conducto a galería de humos.

Zonas visibles:

3. Base, dividida en: zócalo o podio, cuerpo central y remate o coronamiento.
4. Fuste, tubo o caña.
5. Corona o remate, dividida en: imposta, cuerpo, cornisa y boquilla

ZONAS NO VISIBLES

La Cimentación. La cimentación puede haber sido realizada en piedra y cal o en hormigón. Desconocemos sus dimensiones, pero para chimeneas con una altura total entre 20-25 metros solía realizarse de 4 metros de ancho por 2-3 de alto. En terrenos blandos, como puede ser nuestro caso al encontrarnos cerca de un río, también se utilizaban pilotes de madera o de hormigón. No hemos realizado catas en la base de la chimenea y tampoco disponemos de documentación que nos ayude a determinar qué clase de cimentación posee.

El Conducto de humos. Por este conducto o galería circulaban los humos desde la caldera hasta el tubo de la chimenea para ser expulsados a la atmosfera. Aunque en ocasiones podía ser visto, nada nos hace suponer que éste sea el caso. De hecho, en la conversación que mantuvimos con Adela Adell y su marido no recuerdan ningún conducto o galería en superficie.

Por tanto, suponemos que el conducto permanece subterráneo. Hipótesis no comprobada ya que no pudimos realizar ninguna cata; lo que hubiera ayudado a ubicar el punto exacto de desembarco de la galería en la chimenea.

ZONAS VISIBLES

La chimenea del Molí d'Adell es de *fuste troncocónico circular sobre una base de planta cuadrada con molduras anulares como corona*, y con una altura total de 23,20 metros.

La Base. La *base* es de planta cuadrada y de sección longitudinal recta, sin pendiente, no posee *zócalo* y tiene 2,72 metros de lado y 3,90 metros de altura.

Para su ejecución se utilizó un ladrillo paralelepípedo, macizo, manual, de dimensión 27x13x4,5 centímetros (la dimensión de la soga es el doble que la del tizón, contabilizando la dimensión de la junta, lo que facilita la trabazón, y el juego entre los ladrillos colocados a soga y tizón).



Figura 3.4: Vista general de la chimenea, en su lado Sur, antes de la restauración.

Toda la base queda enmarcada, en vertical, por una pilastra de ladrillos en sus cuatro esquinas. Es decir, las caras de la base se encuentran rehundidas respecto a los ladrillos de las esquinas.

La *imposta* está realizada mediante cuatro hiladas sobresalientes corridas a soga que divide el *cuerpo central* en dos partes y precede a la cornisa.

El aparejo utilizado en el *cuerpo central* es el flamenco, que alterna un ladrillo a soga y otro a tizón dentro de la misma hilada. Mejora la trabazón.

La *cornisa* de la base se compone de 6 hiladas corridas de ladrillo: las primeras cuatro hiladas corridas, enrasadas entre sí, sobresalen tal y como lo hace la imposta inferior; las últimas dos hiladas están voladas 5,5 cm una sobre la otra y 2,5 cm sobre las cuatro primeras. Vuelos todos ellos, muy escasos.

En toda la cornisa se ha empleado, al igual que en el cuerpo central, el aparejo flamenco, alternando piezas a soga y tizón. Remata la cornisa un amplio plano piramidal de mortero como transición al fuste que cumple la función de evacuación de aguas.

En la cara noreste de la base distinguimos un hueco de entrada abierto que facilita el acceso al interior de la chimenea (tanto para su ejecución como para su limpieza y reparaciones), realizado mediante un arco semicircular con una sola rosca y con el ladrillo visto a tizón en sardinel, formando una bóveda de cañón en todo el espesor del muro hacia el interior.

El Fuste. El fuste formado de **una única hoja de sección circular**, tiene un diámetro exterior de 2,11 metros en la parte inferior, con 39 cm de espesor de pared, correspondiente a la medida del primer tipo de ladrillo aplantillado utilizado.

Las piezas cerámicas utilizadas en el fuste son en forma de cuña, con los bordes curvados para adaptarse mejor a la forma redondeada de la planta, es decir, con dos lados rectos, no paralelos, formando un ángulo agudo y otros dos curvos, una

porción de corona circular. Tres son las medidas de profundidad de estos ladrillos: 39, 29 y 19 centímetros para los tres tramos diferentes. Hay dos saltos interiores.

Debido a la utilización de ladrillos aplantillados en cuña su disposición es uniforme. Este ladrillo debía ser de dimensiones más pequeñas conforme se va ascendiendo en altura, pues el diámetro disminuye.

La inclinación del fuste en su exterior es gradual desde la base hasta la corona. Con una pendiente del 2,5%, aproximadamente.

La disminución de la sección suponía una reducción del peso, pero también del presupuesto de ejecución de la chimenea debido al menor empleo de material, sobre todo de ladrillos. Los costes de material y de mano de obra se reducen al mínimo.

La sección circular es la que más ventajas presenta por su mayor resistencia al viento y su facilidad de construcción. También es la forma más favorable al movimiento de los gases y donde menor es el enfriamiento de los mismos en beneficio del tiro.

No existen anillas de zunchado del fuste¹⁷, pero si podemos observar una *armadura interior* de acero justo en el cambio de sección del fuste (dos en nuestro caso). El hecho de que únicamente hayamos encontrado la *armadura interior* justo en este punto parece indicar una preocupación por la posible concentración de tracciones en el mismo.¹⁸

¹⁷A veces se colocaban en el momento de la ejecución y otras en su restauración, cuando se advertía algún tipo de grieta. Consistían en una pletina de acero de un centímetro de espesor que se adaptaba a la forma de la chimenea y se apretaban mediante tuercas.

¹⁸ Según López (2014) pocos constructores utilizan armadura interior de acero. Tan sólo uno de los entrevistados en su tesis doctoral, el manchego Antonio Jareño, dice haber utilizado armadura cada ciertas vueltas en una chimenea de construcción tardía.

La Corona o remate. El paso del fuste a corona viene marcado por una *imposta* formada por una hilada resaltada, sobrevolada, tras la que sigue un *cuerpo* desnudo, que continúa la pendiente del fuste diez hiladas más hasta un anillado de cinco hiladas corridas voladas que ejerce de *cornisa*.

Remata el conjunto una *boquilla* formada por un cuerpo recto de siete hiladas, 75 centímetros de diámetro interior y 19 centímetros de espesor. La última hilada, de menor espesor, acoge un anillo metálico en forma de "L" invertida a modo de zuncho de atado.

Escaleras interiores. Existe una escalera interior formada por unas anillas en forma de U provistas de unas garras abiertas para su fijación a la chimenea, alineadas verticalmente de manera que facilita el ascenso, colocadas cada siete hiladas.

Las escaleras facilitaban la ejecución de las obras, el mantenimiento y la limpieza de la chimenea.

Pararrayos y cable de puesta a tierra. El pararrayos es un elemento indispensable que garantiza contra los efectos de la electricidad atmosférica a la chimenea y a las construcciones que la rodean. Era absolutamente necesario porque además el hollín que se fijaba a las paredes interiores es un buen conductor de la electricidad.¹⁹

Una barra de acero recta anclada en la parte más alta de la chimenea en un lateral interior, realizaba la función de pararrayos. Unos aisladores dispuestos cada 28 hiladas aproximadamente separan el cable de la superficie de la chimenea, conduciéndolo hasta una pica de puesta a tierra. Aunque existe la instalación, el sistema no funciona como tal ya que el cable está cortado y no

realiza su función de puesta a tierra. El proyecto contempla eliminar dicha instalación y no sustituirla.

3.1.2. Relación dimensional: Composición

Aunque existen chimeneas diseñadas y calculadas por ingenieros o arquitectos para conseguir un tiro correcto, en general su construcción no correspondía a ningún diseño proyectado. Aunque según comenta Cascales (2001) ya en los años 40 y 50 existía casi una total unificación de criterios dimensionales que pasaron de las poco estilizadas y pesadas chimeneas catalanas hasta otras estéticas construcciones con terminaciones más elaboradas.

Para empezar a construir una chimenea:

1. Un factor determinante era conocer la **altura** que se quería dar a la construcción. Que estaba predeterminada por el tipo de caldera o por pretensiones de imagen social.
2. La **anchura libre del hueco de la boquilla** entre 65 y 75 centímetros, a los que se sumaba la anchura de los ladrillos en este punto. Por lo tanto, el diámetro total de la chimenea en la culminación oscilaba entre 115 y 120 cm.
3. Unos dos metros de **tramo recto** a partir del anillo (*altura de la cabeza*), con el que se remataba la chimenea.
4. **Altura de la base**, cifra arbitraria, sobre los 3 metros.
5. Se multiplica por 5% (2,5% por cada lado) de **inclinación**. Obteniéndose el **diámetro** que debía tener el fuste en su arranque sobre la cara superior de la base.
6. Partiendo de este diámetro podía conocerse el **lado del cuadrado de la cara superior de la base**. Se acostumbraba a dar un margen de 30 cm.
7. Si al pedestal se le aplicaba también una **inclinación**, se obtenía la planta de la construcción. Una vez conocidas estas dimensiones se comenzaba la excavación de la cimentación.
8. Por último, para la **cimentación** se solía añadir un metro más por cada lado.

¹⁹ Nada más formarse, el humo comienza a circular por el conducto de la chimenea, pero una parte se queda pegada en sus paredes en forma de hollín, recubriéndolas. En su gran mayoría está compuesto de carbono impuro. Resulta una sustancia altamente combustible, de ahí la importancia del deshollinado.

Si aplicamos estas mismas reglas a la chimenea de Amposta comprobamos que la relación dimensional entre sus partes se aproxima bastante.

Partimos de la altura total conocida de 23,21 metros y de un diámetro total en la culminación de $0,74 + 2 \times 0,19 = 1,12 \text{ m}$

23,21 m (altura total) - 2 m (altura de la cabeza) = 21,21 m

21,21 m - 3,60 m (altura de la base) = 17,61 m (fuste)

17,61 m x 5% (inclinación) = 0,88 m

El diámetro del fuste en su arranque sería:

*1,12 m (diám. sup) + 0,88 m = **2,00 m (diám. base fuste), frente a 2,12 m reales***

El lado del cuadrado de la base sería:

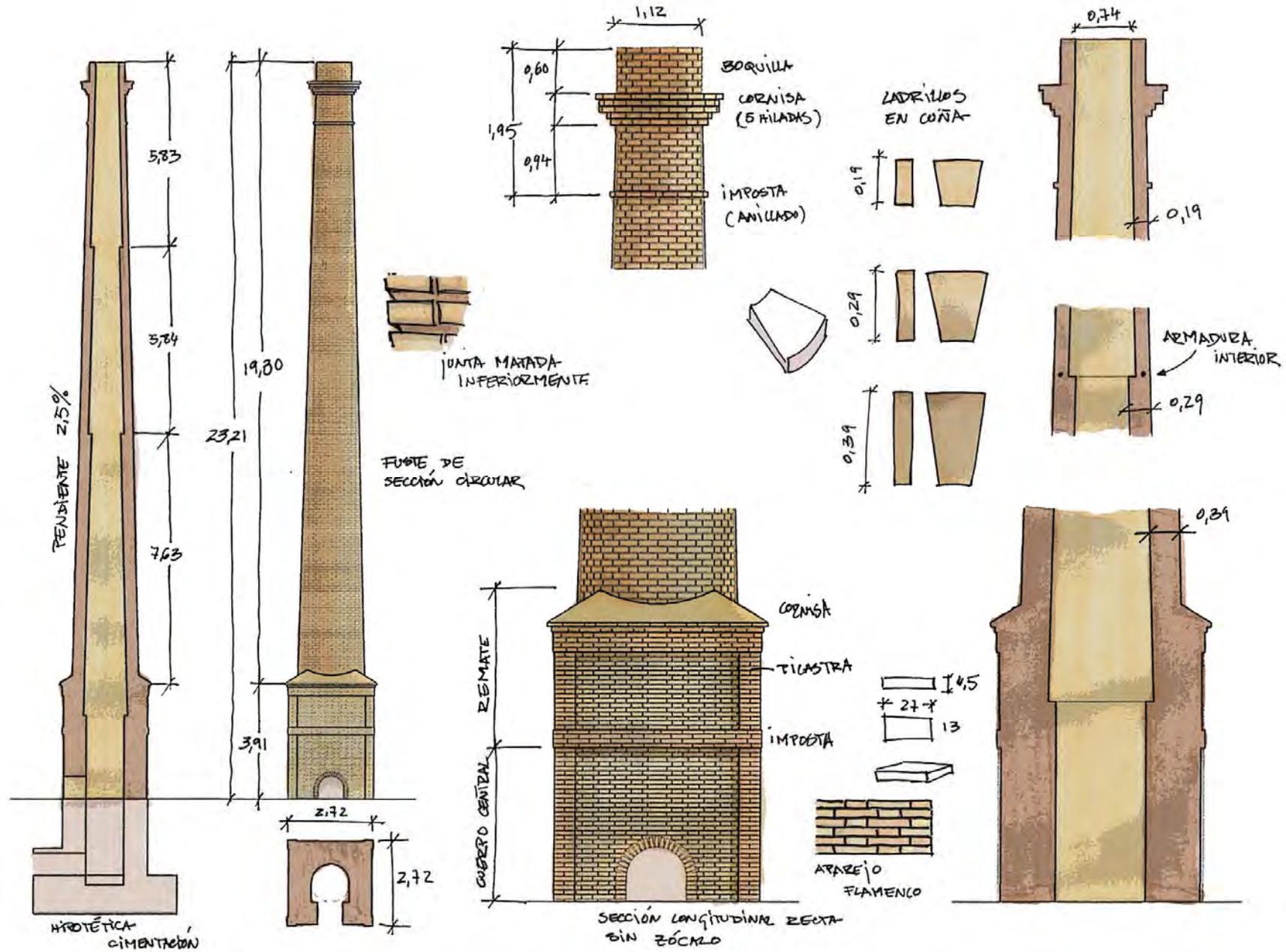
*2,00 m + 0,60 m (margen) = **2,60 m, frente a 2,72 m reales***

Y entonces, supuestamente el lado del cuadrado de la cimentación será:

2,60 m + 1,00 m x 2 = 4,60 m

Lo cierto es que cada constructor tenía sus reglas, lo que implicaba estilos diferentes. Eso sí, en general dibujaban la chimenea en el suelo para calcular sus dimensiones.

Figura 3.5: Apuntes sobre la chimenea del molino Adell.



3.1.3. Estudio constructivo

Una vez definida materialmente la construcción nos interesa comprender el proceso constructivo en toda su complejidad. Tanto Cascales (2001) como López (2014) lo describen con sumo cuidado.

Lo habitual era que la cimentación, realizada con hormigón y piedra, estuviese terminada para cuando llegaba el equipo de constructores de la fábrica. En el centro de la misma se podía dejar o no un hueco de entre 70-90 cm de lado para la recogida de las cenizas, llamado *aposadero de humos* o *cenicero*.

El equipo de trabajo estaba compuesto de entre 5 a 8 operarios: dos oficiales colocando ladrillos, un peón por debajo de ellos aportándoles el material a los oficiales que están encima suyo, y de dos a cinco peones abajo amasando el mortero y manejando la polea para elevar el material. Normalmente todos los peones eran aportados por el promotor de la obra en cada caso; solamente los dos oficiales especializados formaban el equipo.

Sobre la cimentación se levantaba la base normalmente con la ayuda de un andamio exterior. Una vez terminada, sobre la base, se replanteaba la circunferencia para el arranque del fuste colocando los ladrillos trabados entre sí y manteniendo un mismo sentido de ejecución, dando igual si es horario o antihorario, pero siempre el mismo.

Cada cierto tiempo se llagueaban las juntas y se limpiaba las rebabas y la cara vista de los ladrillos mediante un manojo de esparto. La manera de terminar las juntas (*enrasada, rehundida, saliente, degollada y matada superior o inferiormente*) es muy característico de la mano que lo ejecuta, permitiendo de este modo establecer la autoría del trabajo. En nuestro caso observamos una junta *matada inferiormente*, que es el caso más habitual debido a la facilidad de su ejecución teniendo en cuenta la posición del trabajador. Aunque la manera más incorrecta debido a la posibilidad de que se estanque el agua de lluvia.

Para la correcta ejecución de un fuste circular se comprobaba la circularidad cada ciertas hiladas y la pendiente con el *"taulaplom"* una sola vez por hilada. El

"taulaplom" era una herramienta básica en la construcción de chimeneas que consistía en un regle de un metro de longitud con un nivel de burbuja en su parte superior y con una inclinación igual a la del fuste en una de sus caras (la interior).



Figura 3.6: Fases de construcción. Ilustración publicada en Cascales (2001)

Mucho más difícil era realizar la cabeza del fuste con los salientes y adornos según diseño del constructor. Para la corona se solían guardar los ladrillos apantillados necesarios de mayor tamaño que se habían usado en el arranque del fuste.

Tras realizar la corona se remataba el conjunto con la boquilla, en nuestro caso con siete hiladas sin pendiente y un anillo metálico en forma de "L" invertida a modo de zuncho de atado.

Tras colocar el pararrayos que, en nuestro caso se trataba de una barra recta terminada en varias puntas fijada en el interior de la boquilla, finalizaba la ejecución de la chimenea en altura.

ANDAMIAJE

Aunque es posible realizar toda la construcción con ayuda de andamios exteriores²⁰, los mechinales existentes en el interior del fuste nos indican que el sistema empleado para la construcción de la chimenea ha sido el de andamiaje interior. Para la construcción de la base, debido a su escasa altura, se utilizaría andamio por el exterior.

El andamio interior se compone básicamente de tablonos de madera entrecruzados, apeados en machones dejados cada cierto número de hiladas en el interior del fuste de la chimenea.

Por la disposición de estos mechinales pensamos que el sistema de andamio empleado fue el de tablonos paralelos sobre los que descansaban otro par de tablonos por cada lado. La distancia entre estos mechinales es de 13 hiladas que corresponde, más o menos, a un metro.

Estas plataformas servían como base para el trabajador y acopio del material. Los andamios se disponían en dos niveles en la parte superior: uno para la zona de trabajo y otro por debajo de este para el obrero que almacenaba y suministraba el material. En la parte inferior, un tercer nivel protegía de la caída de material a un tercer trabajador que se encargaba de izar el material.

²⁰ Según López (2014) en España se empleó un sistema de andamiaje muy distinto en Cataluña y en el Levante, Centro y Sureste español. Gracias a una comunicación presentada por Domingo Carreras en el I Congreso sobre chimeneas en Terrassa sobre el proceso de construcción de una chimenea en 1947, sabemos que los andamios utilizados a partir de los años 20 en Cataluña son por el exterior en todo el desarrollo de la chimenea, permitiendo el acceso de más trabajadores a la construcción. Sin embargo, en el Levante y Sureste español, se utilizaba un andamiaje por el interior, aunque también se conocen casos de utilización de andamiaje exterior sobre todo en las bases.

Cada chimenea habla de la mano de quién la construyó y la del molino Adell puede relacionarse muy bien con las catalanas, de sección circular. Sin embargo, Adela Adell recuerda muy bien al *“home mosca”*, especializado albañil, vecino de Valencia que periódicamente (cada uno o dos años) se desplazaba a la ciudad para realizar labores de mantenimiento de la chimenea (Adell, 2016).²¹

Alrededor de Vinaròs, ciudad de la provincia de Castellón próxima a Amposta, encontramos una serie de chimeneas todas ellas de fuste con sección circular y base cuadrada o circular. Sabemos que equipos valencianos, como el de Alfonso, llegaron a construir una chimenea circular para la fábrica de Conservas Escrivà en Benicarló.

Desgraciadamente no hemos encontrado ningún dato sobre su construcción ni en los Archivos Municipales ni entre los papeles de la familia Adell.

²¹ Entrevista realizada a Adela Adell Panisello y José Subirats Pallarés el sábado 11 de junio de 2016 en su casa de Amposta.



Figura 3.7: Labores de mantenimiento realizadas por el *"home mosca"*, especializado albañil vecino de Valencia.²²

²² Fotografía facilitada por Adela Adell Panisello y José Subirats Pallarés de la colección privada de José Adell Germán.

3.2. UN MOLINO DE ARROZ EN EL DELTA DEL EBRO

3.2.1. Orígenes de la industria del arroz en el Delta del Ebro

Actualmente la producción en el *Delta del Ebro* representa un 15% de la total obtenida en el Estado; con la Denominación de Origen Protegida "*Arròs del Delta de l'Ebre*" y una superficie inscrita en el Consejo Regulador de unas 12.000 hectáreas, repartidas en más de 2.000 parcelas. La producción de arroz blanco protegido es de unos 40 millones de kilos. La comercialización final de arroz blanco asciende a una media anual de 16 millones de kilos. La denominación está integrada por los municipios de *Deltebre, Sant Jaume d'Enveja, Amposta, San Carles de la Ràpita, l'Aldea, Camarles y l'Ampolla*.²³

Pero estas tierras no siempre fueron lugar de cultivo. El Delta ha estado tradicionalmente poco habitado debido a la insalubridad de las marismas, las inundaciones producidas por el río y la salinidad (que impedía el cultivo). No obstante, de él se obtenían muchos productos como la sal, pesca, caza, ganadería y materias primas vegetales. La industria salinera cobró especial importancia en el siglo XV cuando la sal de Tortosa se exportaba a Nápoles, Sicilia, Niza, Cerdeña, Florencia, Génova y Pisa.

El cultivo del arroz se introduce, por primera vez, en el siglo XVII por los monjes cistercienses de la *Tinença de Benifassà*, en el año 1697, en la propiedad que tenían a orillas del río, en el paraje conocido como la *Carroba*. Pero esta experiencia no tuvo continuidad. Aun así, puede que fuera la base que sirvió para su implantación posterior, dos siglos más tarde.

Según la descripción que, a mediados del siglo XIX, en 1845, Pascual Madoz²⁴ hace de Amposta, en la población se PRODUCÍA: trigo, cebada, aceite, maíz, algarrobas, regaliz, sosa, toda clase de legumbres, frutas y vino; se criaba ganado lanar, vacuno y caballar; la ACTIVIDAD INDUSTRIAL consistía en una fábrica de

²³ <http://www.interempresas.net/Agricola/Articulos/39663-Situacion-actual-del-cultivo-del-arroz.html> [Consulta: 6 de diciembre de 2017]

²⁴ MADDOZ, P. *Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de Ultramar*. Tomo II, Madrid, 1845, pp. 252-254

jabón, 6 molinos de aceite y dos fábricas de yeso; y el COMERCIO en la exportación de toda clase de géneros del país, excepto el trigo, y en la importación de arroz y pesca salada. Durante siglos, la sal, la pesca y la sosa fueron los productos del Delta que daban mejor rendimiento económico.

A finales del siglo XVIII, en el año 1778, Carlos III habilita el puerto de Alfacs (Sant Carles de la Ràpita) para el comercio con América. Con la voluntad explícita de facilitar una salida marítima a los productos aragoneses y motivados por el avance del Delta hacia el mar Mediterráneo se empieza a construir un Canal Marítimo de navegación desde Amposta al puerto de Alfacs. Pronto descubrieron que era imposible mantener una profundidad y un caudal suficiente para permitir este tránsito de embarcaciones.²⁵

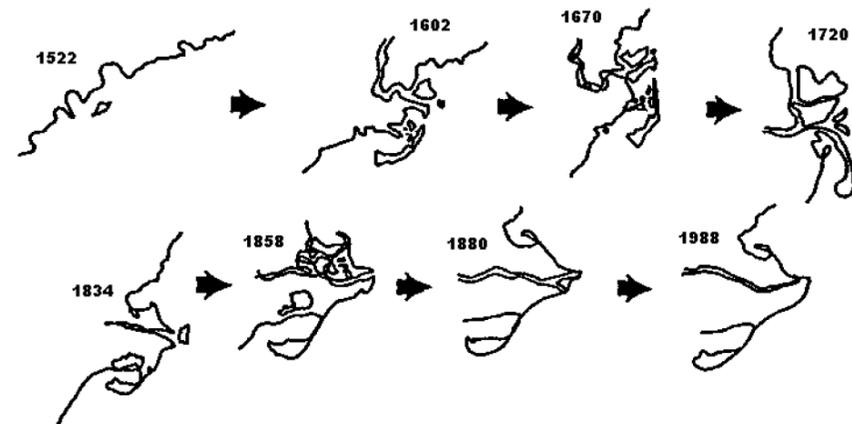


Figura 3.8: Evolución del Delta del Ebro durante los últimos 500 años. (Molinet, 2006)

En 1857, una compañía privada hispano-francesa, la *Real Compañía de Canalización del Ebro*, intentó, una vez más, la utilización del canal con fines navegables. Se construyó, entre 1857 y 1860, desde el Azud de Xerta hasta Amposta, una acequia sensiblemente paralela al margen derecho del río Ebro como fuente de alimentación del *Canal Marítimo*. Pero este intento también

²⁵ <http://comunitatregants.org/pagina.asp?id=227&i=es> [Consulta: 21 de diciembre de 2018]

falló, porque al faltar esclusas era imposible mantener una profundidad suficiente en el canal. Así pues, a partir de 1860 la Compañía fue abandonando progresivamente el mantenimiento de las obras y la navegación.

Pero la causa definitiva por la que la *Real Compañía de Canalización del Ebro* renunció a la navegación a vapor fue la irrupción de los ferrocarriles. Al mismo tiempo que se otorgó la concesión para la construcción de la canalización del Ebro, el Estado concedió la construcción de diversos ferrocarriles: de Reus a Tarragona (1856), de Zaragoza a Barcelona (1861) y de Barcelona a Valencia (1868). Las ventajas de estas líneas sobre el transporte fluvial por el Ebro eran la regularidad y la velocidad con la cual se trasladaban los bienes y las personas de un punto a otro, con un menor coste del servicio.

En estos momentos, el Delta ya estaba formado y la agricultura había empezado a desarrollarse en las tierras cercanas al río. El *Canal de la Derecha*, sin utilidad para el abastecimiento de agua al *Canal Marítimo*, se utilizó para el riego por gravedad de las nuevas zonas agrícolas, alargándose paralelamente al río, en una longitud aproximada de 20,5 kilómetros.

Fue en la primavera de 1859 cuando se sembró por primera vez arroz en el Delta del Ebro, como un ensayo en una pequeña superficie. Después, en 1860, ante el éxito obtenido se cultivó arroz en unas 275 hectáreas y aunque se perdió casi una cuarta parte de la cosecha, los resultados obtenidos fueron espectaculares, con unos rendimientos que se acercaban a las cuatro toneladas por hectárea. Aun así, no estaba claro que el futuro agrícola de estas tierras fuera el arroz.

El paludismo ya estaba presente en el Delta con anterioridad al cultivo del arroz. Pero la extensión del nuevo cultivo, añadido a las precarias condiciones de higiene de la zona, hizo que la fiebre se extendiera rápidamente.

Aún estaban en vigor las ideas que atribuían el origen del paludismo a los miasmas: unas emanaciones que se originaban en la tierra o en el agua o en la putrefacción de los vegetales y que se transmitía a las personas a través de la atmosfera y penetraban en su interior por las vías respiratorias, la piel o cualquier

otra parte del cuerpo. Entre la población existía un enfrentamiento sobre la conveniencia o no de dedicar las tierras del Delta al cultivo del arroz.

Ante esta situación, el Ministerio de Fomento decidió enviar una comisión para informar sobre cuál era la situación y aconsejar sobre la decisión a tomar. La comisión firmó su informe el 30 de octubre de 1861, manifestándose a favor de autorizar el nuevo cultivo.²⁶ La culminación de todo este enfrentamiento es el **Decreto del Ministerio de Fomento autorizando definitivamente el cultivo del arroz, el 22 de agosto de 1868.**



Figura 3.9: Dispensario Antipalúdico (Desconocido, 1917).

²⁶ Memoria presentada al Excmo. Señor Ministro de Fomento por la Comisión nombrada en 13 de abril de 1861 para informar sobre la conveniencia o inconveniencia del cultivo del arroz en los llanos de los Alfaques. Diversos autores (30 de octubre de 1861). Texto reproducido en FABREGAT (2006).

Durante el periodo de transformación en regadío del Delta los propietarios se agruparon en diversos sindicatos para obtener ayuda financiera y técnica del gobierno. En 1907 la Comunidad de Regantes contratará con la *Real Compañía de Canalización y Riegos del Ebro, S.A.* la construcción de otro canal de riego, esta vez, en el margen izquierdo del río Ebro. Fue el 5 de mayo de 1912, fecha en la que el rey Alfonso XIII inauguró el *Canal de la Izquierda*, cuando realmente el cultivo del arroz se extendió por todo el Delta.

Para hacer posible el cultivo del arroz fue necesario realizar una serie de trabajos previos entre los cuales, el más importante, era construir una red de riego y desagüe. El resultado fue un proceso muy rápido que, en menos de una década, llenó el Delta de una densa red de canales, acequias de riego y acequias de desagüe.

Fue necesario poner en cultivo tierras yermas y pantanosas con las únicas herramientas que tenían: las manos del hombre y las caballerías, luchando contra las enfermedades que comportaba el encharcamiento de las aguas. La modificación humana del Delta debido al cultivo del arroz cambió la dinámica hidrológica, que pasó a ser más regular e independiente de la climatología. El verano pasa de ser la estación seca a ser la que tiene mayor presencia de agua dulce y el invierno es el periodo más seco y con agua más salada.

Industria

Paralelamente, nace la industria arrocera dedicada a la transformación y comercialización del arroz. La rapidez con que se introdujo el cultivo del arroz en el Delta hizo que no hubiera en la zona ningún molino especializado en realizar estas labores. Por este motivo, durante los primeros años, la cosecha se llevaba a los molinos de trigo que había en Amposta, Tortosa o Ulldecona.

Como estos molinos estaban pensados para transformar el grano en harina y no para separar la cascara del grano, requirieron algunas sencillas modificaciones

como separar más las muelas y colocar entre ellas unas piezas de corcho que atenuaban la fricción.

La distancia del molino al campo de arroz era un factor que encarecía todo el proceso de transformación, por lo que, en 1863-65, se puso en funcionamiento un molino especializado en Amposta, el de *Evarist de l'Helguera* ubicado en el *Castell*, que hizo venir de Valencia al molinero *Bernat Lladó*. Posteriormente, aparecen los molinos *d'Escrivà*, ***el d'Adell***, etc.

La industria se localizó prácticamente toda en la ciudad de Amposta, llegando a funcionar hasta 9 molinos. Al ser empresas de tipo familiar ocupaban a un sector reducido de la mano de obra local.

Los industriales y comerciantes, por los acuerdos que les unían, monopolizaron el mercado y establecían condiciones y precios. Para superar el monopolio industrial privado, el 6 de febrero de 1927, se funda la *Cambra Arrosera d'Amposta* por iniciativa de pequeños y medianos agricultores y algunas personas de prestigio local. Esta cooperativa está considerada como la primera cooperativa del Estado Español.

Después de la guerra los industriales arroceros de la zona (Amposta, Tortosa, San Carles...) se unen para poder competir con la *Cambra Arrosera* y crean la sociedad *Arrocerías Reunidas del Ebro S.A.*, conocida como ARDE. Concentrando su actividad en dos de sus molinos, ya que todas las construcciones se encontraban en malas condiciones tras el conflicto bélico. El resto de los molinos se cerraron o se desmantelaron.

Toda esta industria arrocera ha dejado huellas en el tejido urbano de Amposta, algunas de ellas aún visibles. El desarrollo urbano ha aprovechado los terrenos ocupados por los antiguos molinos y secaderos anexos como solares para nuevas viviendas o espacios verdes.

Los primeros molinos de arroz se construyeron dentro del casco urbano, pero diversos incendios aconsejaron construirlos en las afueras de la población.

Estos antiguos molinos fueron:²⁷

1. *Molí de Cercós*: explotada a partir de la década de los años 30 por la familia Cercós procedente de Sedaví (Valencia). Tenía instalada una máquina de vapor que utilizaba la misma paja del arroz (*el pallús*) como energía.
2. *Molí d'Escrivà*: situado como el anterior en el recinto del Castell. Al quemarse el primero se trasladó a la zona de Valletes en el año 1912. Con máquina de vapor.
3. *Molí d'Enric Ramon*: comenzó a funcionar sobre 1914-1915 hasta los años 50. Funcionaba con máquina de vapor.
4. *Molí de Salvadó o de Calatrava*: que fue desmantelado y derribado.
5. **Molí d'Adell**: *construido en 1910. Se conserva la chimenea y parte de su estructura.*
6. *Molí de la Cambra Arrossera*: se empezó a construir en el año 1931 y se utilizó hasta la década de los 80, cuando se substituye por otro nuevo.
7. *Molí de San Sebastià o de Benlloch*: funcionó hasta 1957-1958. Con máquina de vapor.
8. *Molí de Bonet o Xapon*: funcionaba con rueda hidráulica aprovechando la fuerza del agua.
9. *Molí de Barrina o de Montañés*: funcionaba con turbina hidráulica.



²⁷ Mapa elaborado por Mar Villalbí Prades, Conservadora de Arqueología del Museu del Montsià, publicada en VILLALBÍ, M., *Cens dels molins arrossers d'Amposta. Actas de las III Jornadas de Arqueología Industrial de Cataluña*, Sabadell 17, 18 y 19 de noviembre de 1994, pp. 202-215.

3.2.2. El cultivo del arroz

En marzo comienza la preparación de las tierras, levantándolas y aireándolas; después en abril se nivelan, se abonan y se predisponen para la entrada del agua. Una vez las tierras tienen un nivel óptimo de agua se siembra la semilla del arroz; en junio ya se aprecia el color verde de los campos. A principios de agosto empiezan a salir las espigas del arroz, primero de color verde y a finales de mes ya empiezan a madurar. Finalmente, a mediados de septiembre empieza la cosecha del arroz.

Una vez recolectado se conducía a las eras, donde se dejaba hasta que estaba completamente seco y se podía trillar. Es imprescindible secar el arroz para su posterior conservación. Las operaciones de la trilla se hacían de la misma manera que para los demás cereales, lo general era trillarlo con caballerías.

Una vez trillado el arroz se limpiaba arrojándolo contra el viento, lo mismo que el trigo, hasta separar enteramente la paja del grano.

Una vez seco necesita un tratamiento industrial, ya que es habitual consumirlo blanco.

3.2.3. La elaboración del arroz: el Molino

El proceso al que se sometía el arroz en el molino era el siguiente: *limpieza, descascarillado, blanqueado, clasificación por tamaños, separación del grano partido, preparación y ensacado*.

El arroz cáscara seco llega al molino, se somete a un proceso de limpieza y descascarillado para obtener el arroz integral o con salvado. A partir de aquí, el arroz integral se blanquea mediante los tradicionales "conos de esmeril", donde pasa de arroz integral a blanco. Seguidamente se separan los granos partidos de los granos enteros mediante "vesers" o las tradicionales coladoras. Más tarde, se procede al matizado, es decir, se mezcla con un aceite que mejora el aspecto del grano, así como su conservación. Finalmente, el arroz se envasa en sacos para su venta y comercialización.

Las máquinas que realizaban este proceso eran las siguientes:

- *Zaranda de limpieza*: separa las impurezas que puedan quedar del campo (piedras, tierra, paja...) del arroz con cáscara. El funcionamiento de una zaranda se basa en el movimiento de vibración horizontal de las bandejas inclinadas que la forman. Dichas bandejas están dotadas de tamices metálicos con orificios de distintos diámetros que permiten separar el material por tamaños.
- *Descascaradoras*: separa la cáscara del grano procurando no dañar la superficie del mismo y se obtiene el arroz con salvado o integral. El arroz con cáscara pasa a través de dos cilindros que giran en sentido contrario y a distintas velocidades
- *Triarpalay o Separador de Palay*: separan los granos que se han roto a lo largo del proceso de los granos enteros. Su funcionamiento se basa en desplazar el grano a lo largo de un cilindro que gira y que tiene alvéolos en sus paredes. El grano de menor tamaño entra en los alvéolos mientras que el de mayor tamaño es recogido en el extremo del cilindro.
- *Blanqueadoras*: elimina la capa del salvado y el grano queda con la superficie blanca. El blanqueado se consigue mediante la fricción del grano sobre una piedra de material abrasivo que gira gracias a la acción de un eje central. El salvado producido es ensacado y aprovechado para alimentación animal.
- *Zaranda clasificadora*: separa los granos de arroz blanco según distintos tamaños.
- *Matizadora*: el arroz se mezcla con un aceite que mejora el aspecto del grano, así como su conservación.
- *Ensacadora*: el arroz es distribuido en sacos para su venta y comercialización.

Los molinos arroceros trabajaban todo el año, sobre todo, desde septiembre hasta enero. El trabajo en el molino siempre fue duro. El ruido de las muelas aumentó cuando se introdujo la máquina de vapor o finalmente la electricidad. El arroz en todo su proceso de descascarillado genera mucho polvo. La maquinaria succiona la paja y el salvado, pero siempre quedaba un polvo en el ambiente que producía mucho picor. Al ruido y al polvo hay que añadir el esfuerzo físico para mover los sacos.

Con la introducción de energías más potentes y maquinaria más sofisticada cada vez hacía más falta la especialización laboral. Los operarios más mañosos se convertían en mecánicos especializados. Profesionales que se hacían imprescindibles para el funcionamiento del molino ya que no solo reparaban las averías más comunes, sino que a veces se atrevían a realizar algunas rectificaciones en los engranajes que mejoraban la producción final.

La plantilla básica de trabajo estaba formada por:

- **El moliner:** encargado del molino y del proceso general de transformación del grano.
- **El maquinista:** encargo de la máquina de vapor, turbina o gasógeno.
- **El fogoner:** de la alimentación del fuego.
- **El colador:** que controlaba las norias y las coladoras.
- **El guariner:** que vaciaba los sacos al *guarí*, depósito con forma de cono invertido de gran dimensión donde se dejaba el arroz.
- **L'encarregat de la llotja:** que pesaba y ensacaba el arroz blanco.
- Un grupo de **peones** destinados a distintas tareas auxiliares como el transporte de los sacos entre el almacén y el molino, la recogida de la cascarilla, del arroz partido y de la harina de arroz (*morret, trencats i farinassa*), o el cosido y atado de los sacos.
- Personal especializado: **carpinteros, mecánicos...** encargados de trabajos de mantenimiento y reparaciones de la maquinaria
- En las oficinas, se podía encontrar al **dueño o gerente, un secretario y un contable.**

Este tipo de industria presentaba una fisionomía arquitectónica propia, adaptada a la organización del trabajo que tenía que acoger y a las condiciones básicas para una producción buena y rentable. Presentan plantas rectangulares, distintas alturas y edificios anexos donde se sitúa la sala de máquinas a partir de la cual se transmite la fuerza a las diferentes máquinas.

Cada planta correspondía a un tipo de trabajo determinando (molienda, ventilación, ensacado, etc.) de forma que el producto subía o bajaba pasando por diferentes fases y obteniéndose diferentes acabados (arroz cáscara, roto, etc.) y subproductos (*pallús, farinassa, morret...*).



Figura 3.11: Trabajadores del Molí de Cercós. (Desconocido, 1906)

Fuentes de energía

La rueda hidráulica fue la única fuente de energía en los primeros tiempos de la industrialización. Por ello, las primeras fábricas se asentaron a lo largo de las riberas de los ríos. Se empleó hasta finales del siglo XIX como fuente de energía para mover las máquinas de los molinos.

A finales del siglo XIX y durante el primer cuarto de siglo XX la introducción de la máquina de vapor proporcionaba la energía necesaria al molino, asegurando su funcionamiento todo el año. La fuerza motriz generada era transmitida al embarrado de donde partía todo el sistema de transmisión hacia las máquinas de los diferentes pisos del molino.

Durante unos trabajos arqueológicos realizados en el molino de Cercós, en los años 1992-1993, se descubrieron en el sótano del anexo oeste del molino las salas donde se ubicaba la máquina de vapor; con las estructuras de sustentación de las calderas, la cámara de combustión, la sala de control de la caldera y las escaleras de bajada. La paja del arroz, *el pallús*, solía ser el combustible utilizado para calentar el agua de la caldera. Fue utilizada, aproximadamente, hasta el año 1924, cuando se quemó en un incendio. La máquina de vapor fue reemplazada por un motor diesel Junker.

La introducción del motor de gas pobre (gasógeno) o el diésel y el motor eléctrico, más tarde, fue desplazando el uso del vapor gracias a precios más bajos, menor coste de mantenimiento y mano de obra. Ya no se necesitaba ubicarse en las riberas de los ríos.



Figura 3.12: Depósitos de agua de la caldera del molino de la Cambra Arrossera (Desc., 1944)

3.3. APUNTES HISTÓRICOS DEL MOLINO D'ADELL

El molino fue construido a principios del siglo XX, entre 1900-1910, por José Adell García, nacido en Amposta en el año 1875, con el nombre de "Arrocera del Ebro", entre la carretera en dirección a Sant Jaume d'Enveja y el Canal de la Derecha, en las afueras de la ciudad.

Funcionó hasta los años 1964-65, fecha en la que, al estropearse alguna de las máquinas, se desmanteló definitivamente. Funcionaba con máquina de vapor que se alimentaba con los restos de la paja del arroz (*el pallús*). Su especialidad era el "arròs glacejat",²⁸ un tipo de arroz especial satinado con una parafina que se comercializaba en saquitos de un kilo con la marca "Manelic".



Figura 3.13: **Manelic**. Anuncio publicado en la *Guía Oficial Tortosa y su comarca*, 1928.²⁹

Desde el verano del 1936 hasta marzo de 1938 se usó como cuadra para los caballos de la cooperativa y como vaquería.

Actualmente, se conservan dos de las naves del antiguo molino y la chimenea de fábrica de ladrillo de sección circular troncocónica.

El conjunto del molino d'Adell constaba de varios edificios rectangulares, con cubierta de teja árabe a dos aguas, dispuestos en forma de U y con acceso directo desde la carretera de Sant Jaume.

El principal, el que cumplía la propia función de molino por albergar la maquinaria, poseía varias alturas: en planta baja se ubicaba el banco de molienda, las descascaradoras y los conos de blanqueado (con la particularidad de ser de eje horizontal), y en la planta superior, los tamices y las matizadoras. Alrededor de éste se organizaba el resto de edificios (el secadero, el guarí, los almacenes...), entre los que destacaba la chimenea, rodeada por una tapia de mampostería.

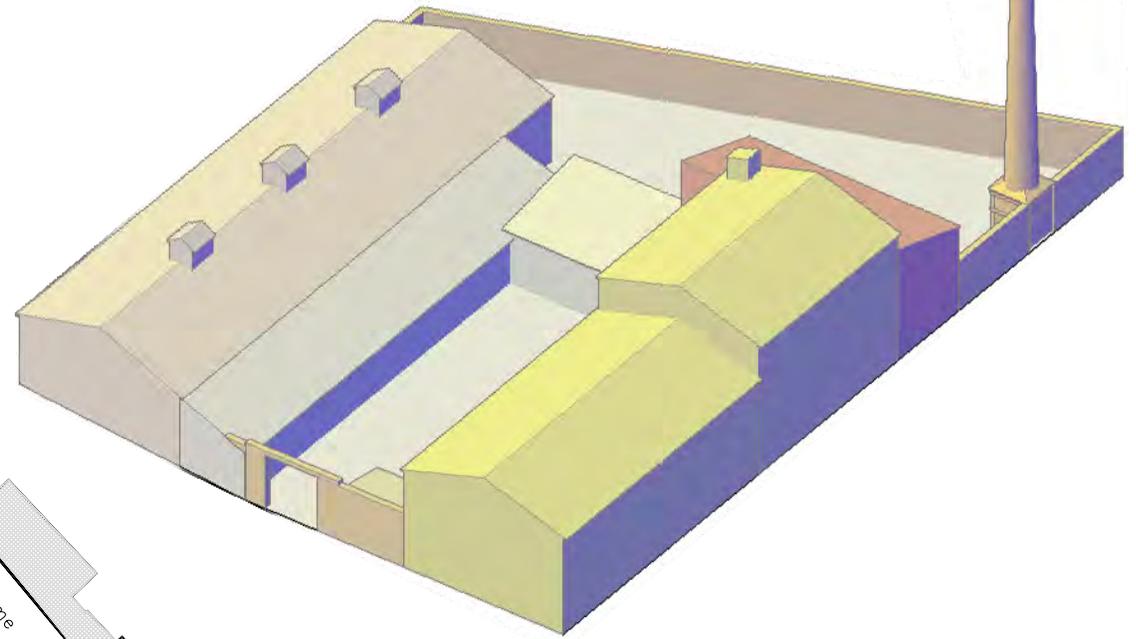
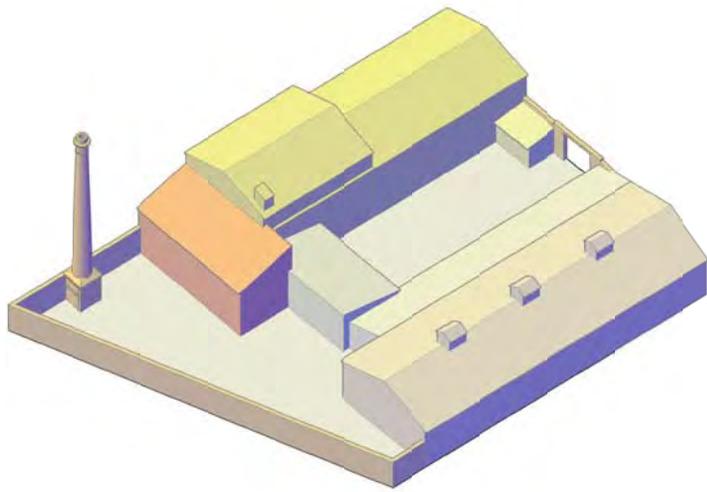
Se recibía el arroz cáscara que se almacenaba en el secadero, de allí se transportaba hasta el guarí ubicado entre las dos naves principales, al fondo del conjunto del molino, donde se elevaba y pasaba al molino propiamente dicho. Tras el proceso de elaboración del arroz blanco, este se almacenaba en la nave contigua, junto a los subproductos como *el pallús*, *la farinassa*, *la pellofa* y *el morret*, para su posterior venta.

La máquina de vapor estaba ubicada en un edificio distinto al principal, pero adosado a su extremo posterior. Se proveía con el agua del *Canal de la Dreta*; al que también se conducían las cenizas producidas en la combustión.

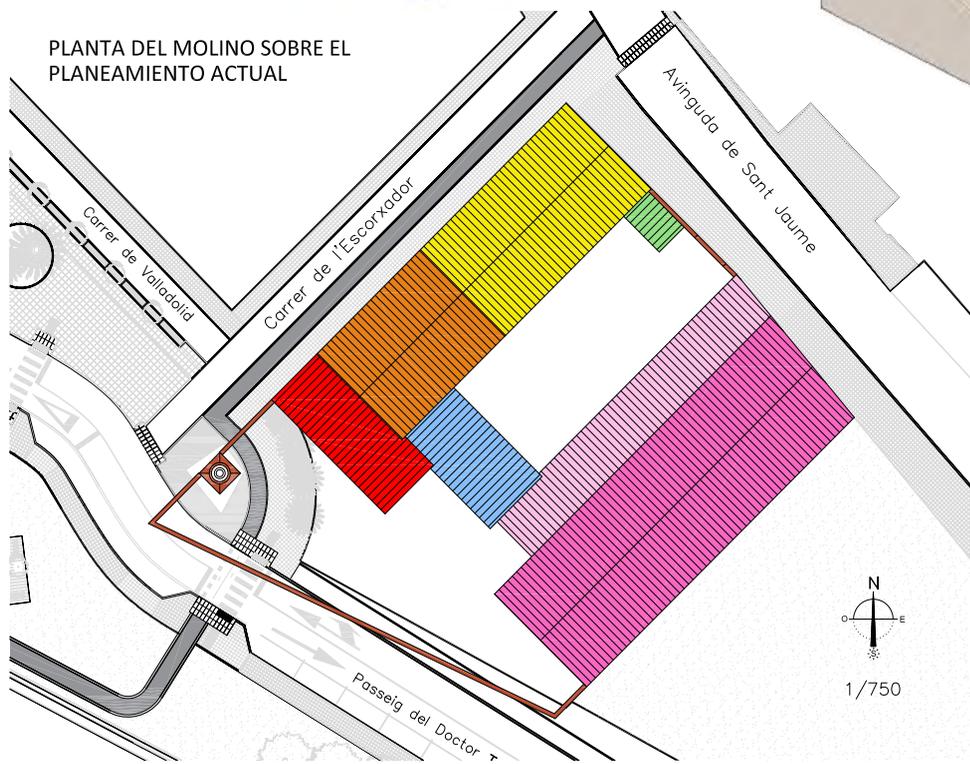
En julio de 1962 se produce una fuerte explosión en la máquina de vapor, destrozando, incluso, la propia construcción que la albergaba. Tras la explosión se tomó la decisión de utilizar un moderno generador eléctrico que hizo funcionar todo el entramado del molino unos pocos años más.

²⁸ El arroz se acera y se colorea para protegerlo frente a posibles ataques de polilla, *arroz glaceado*.

²⁹ Publicada en SORIANO-MONTAGUT (2006), p. 241.



PLANTA DEL MOLINO SOBRE EL PLANEAMIENTO ACTUAL

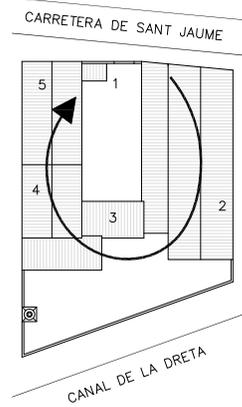


1/750

MOLÍ D'ARRÓS ADELL

El molino fue construido, entre 1900-1910, por José Adell García, con el nombre de "Arrocera del Ebro", entre la carretera en dirección a Sant Jaume d'Enveja y el Canal de la Derecha, en las afueras de la ciudad de Amposta.

El conjunto constaba de varios edificios rectangulares, dispuestos en forma de U, con acceso directo desde la carretera de Sant Jaume, organizados para un eficiente proceso de elaboración.



- Recepción
- Almacén y vivienda vigilante
- Secadero
- Guarí
- Molino
- Lonja: Almacén del arroz blanco y subproductos (farinasa, pellofa y morret)
- Cuerpo de Calderas

3.4. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

A principios del siglo XX, Amposta se convirtió en el centro neurálgico de la industria arrocera de la zona, con un total de nueve molinos blanqueadores. La mayoría funcionaban con máquina de vapor, al igual que otras empresas. Con el tiempo sus chimeneas fueron derribadas. De entre todas ellas sólo dos han perdurado, pero hace ya muchos años que no emanan vapor ni humo. Se han convertido en vestigios solitarios del pasado industrial, en un **monumento** evocador de la historia obrera.

El molino de Adell se construyó entre los años 1900 y 1910, periodo histórico de crecimiento industrial de Amposta, y fue explotado hasta principios de la década de los 60 del mismo siglo. Su chimenea se encuentra protegida con el grado de **Bien Cultural de Interés Local** gracias a la voluntad de la familia Adell. No obstante, desconocemos cuándo fue construida la chimenea y las manos que lo hicieron. No hemos encontrado ningún dato en este sentido ni en los archivos municipales ni entre la documentación de la familia Adell.

El análisis de la chimenea comprende las partes vistas y ocultas. Su tipología, **de base de sección cuadrada recta y fuste de sección circular**, es de las más utilizadas en nuestro país por ser la sección que menos oposición al viento manifiesta y su facilidad de construcción. El fuste, formado de una única hoja, fue construido en tres tramos de distintos espesores utilizando un andamio interior. Su forma se ajusta a los parámetros dimensionales de los años 40 y 50 descritos por Cascales (2001). Una hilada volada, a modo de imposta, separa el fuste de la corona recta y circular, con una cornisa formada por cinco hiladas sobrevoladas entre sí. Se remata el conjunto con una boquilla de cuerpo recto y de siete hiladas.

4. RESTAURACIÓN DE LA CHIMENEA DEL MOLINO D'ADELL

PEQUEÑA CRONOLOGÍA DE LA CHIMENEA DEL MOLINO D'ADELL

1900 – 1910	Construcción del molino por José Adell García.
1936 – 1938	Durante la Guerra Civil se usa como cuadra para los caballos de la Cooperativa y como vaquería.
25 julio de 1962	Se produce la explosión de la máquina de vapor y sala de calderas. Se sustituye por un moderno motor eléctrico.
1964 – 1965	Se cierra el molino al estropearse alguna de las máquinas.
1997	Adela Adell, nieta de José Adell, realiza la cesión gratuita de la chimenea a favor del <i>Ajuntament d'Amposta</i> con la condición de mantenerla en pie.
2000 – 2004	Se separa la chimenea del conjunto industrial del molino.
Febrero 2011	Un fuerte vendaval motiva la inspección, por parte de técnicos municipales, del estado de la chimenea.
Enero 2012	Se redacta el <i>Proyecto de Rehabilitación y Refuerzo Estructural</i>
Verano 2015	Se realizan las obras de restauración de la chimenea y actuación en su entorno.

4. RESTAURACIÓN DE LA CHIMENEA DEL MOLINO D'ADELL

4.1. ACLARACIÓN PREVIA

Como ya he mencionado mi labor en la *Rehabilitación y Refuerzo Estructural de una chimenea de fábrica de ladrillo en Amposta* fue la de desempeñar la función de **JEFE DE OBRA DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA**. Por ello, me gustaría ordenar la descripción del trabajo realizado siguiendo los pasos habituales del jefe de obra al enfrentarse a un nuevo proyecto.

El primer contacto con la chimenea lo tuve tras la adjudicación de la obra a la empresa constructora, ya que no participé en la preparación de la oferta económica. Como responsable de la ejecución del proyecto y de su gestión técnica y económica la primera obligación del jefe de obra es realizar un estudio detallado del proyecto y de este modo, poder planificar el trabajo.

Fase 1: PREPARACIÓN DE LA OBRA

- Estudio y análisis del proyecto básico y de ejecución.
- Planificación y organización de la obra.
- Organización de los trabajos.
- Control de costes.
- Control de plazos de construcción.

Fase 2: EJECUCIÓN Y SEGUIMIENTO

- Dirigir y coordinar todas las profesiones, proveedores y subcontratas.
- Controlar la ejecución de los trabajos.
- Trabajar conjuntamente con los directores de obra y ejecución, asumiendo sus directrices y dando solución a sus propuestas.
- Diagnosticar los eventuales problemas y proponer soluciones paliativas.
- Garantizar el respeto al pliego de condiciones, a los plazos, costes y a la calidad de los trabajos.

4.2. ADJUDICACIÓN DE LAS OBRAS

El Ayuntamiento de Amposta inició el correspondiente procedimiento de licitación mediante anuncio en el *Butlletí Oficial de la Província de Tarragona*, número 19, el 24 de enero de 2015.

Se trataba de un proyecto cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Las obras licitadas correspondían a trabajos de **“Rehabilitación de la chimenea del Molí d’Adell y actuación en su entorno”** con un presupuesto base de licitación de 545.800,70 € (IVA incluido) distribuido en dos grupos:

Rehabilitación de la chimenea	167.438,71 €	31,00 %
Actuación en su entorno	378.361,99 €	69,00 %
	545.800,70 €	100,00 %

Como puede observarse el coste de rehabilitación era un 31% del coste total de las obras; mucho inferior al coste de reacondicionamiento de las calles y paseo contiguos.

La forma de adjudicación del contrato de las obras fue por Tramitación Urgente RDL 3/2011, de 14 de noviembre, y Procedimiento Abierto previsto en los artículos 157 a 161 del *Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público* (TRLCSPP) y en los artículos correspondientes del Reglamento General de la Ley de contratos de las administraciones públicas.

Según el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, el criterio de valoración de las ofertas presentadas fue de mejor baja en el precio (sin caer en la temeridad) y en la aceptación o no de realizar las obras de mejoras, sin cargo al ayuntamiento, descritas en un anejo al proyecto de la obra que amplía la zona de urbanización a desarrollar.

VALORACIÓN DE LAS OFERTAS PRESENTADAS

LICITADOR	PRECIO	PTOS.	MEJORAS	PTOS.	TOTAL
ACTIA INICIATIVAS, SL	374.568,28	10,00	Si	50	60,00
REGIMOMI, SL	383.204,96	9,77	Si	50	59,77
Artifex Infraestructuras, SL	384.225,68	9,75	Si	50	59,75
Serveis Marítims i Costers de la Mediterrània, SL	398.031,96	9,41	Si	50	59,41
BECSA, SA	398.780,87	9,39	Si	50	59,39
CONSTENIA 3, SL	399.877,96	9,37	Si	50	59,37
GICSA	404.433,06	9,26	Si	50	59,26
INCOC, SL	406.012,57	9,23	Si	50	59,23
SERVIDEL, SLU	408.174,00	9,18	Si	50	59,18
Edificacions i reparacions Tarraco, SL	413.952,00	9,05	Si	50	59,05
Cobra Instalaciones y Servicios, SA	414.654,51	9,03	Si	50	59,03
CONSTRUCCIONES 3G, SA	417.022,17	8,98	Si	50	58,98
VORACYS, SL	422.218,26	8,87	Si	50	58,87

La Junta de Gobierno Local del Ayuntamiento, en sesión celebrada el día 27 de marzo de 2015, adoptó adjudicar las obras a la empresa **ACTIA INICIATIVAS, SL**, según las condiciones siguientes:

- Precio: 374.568,28 € más 78.659,34 € en concepto del IVA.
- Mejoras a realizar sin cargo para el Ayuntamiento: *Todas las previstas en el anejo de mejoras del Proyecto técnico de la obra.*

Se firmó el contrato de las obras el 13 de abril de 2015.

FASE 1: Preparación de la obra

4.3. ESTUDIO DEL PROYECTO

4.3.1. Antecedentes al proyecto

Amposta cierra escuelas e instalaciones deportivas por el vendaval

La Generalitat ha activado la alarma por fuertes rachas de viento en el Alt Empordà y en el sur de Tarragona, que han alcanzado los 131 km/hora.

*Tarragona. (Agencias).- El Ayuntamiento de **Amposta** (Tarragona) ha ordenado que los centros educativos y las instalaciones deportivas cierren esta tarde por las fuertes rachas de viento, que han alcanzado hasta los 131,4 kilómetros por hora en puntos como el santuario de Queralt (Barcelona) o los 129,6 en El Perelló (Tarragona).*

Protección civil mantiene activada la alerta por riesgo de viento fuerte, aunque las incidencias han disminuido y la fuerza del viento tiene que ir aflojando según la previsión.

*Según fuentes municipales, el consistorio de Amposta ha decretado que esta tarde cierren los colegios y las instalaciones deportivas, y que se suspendan las actividades al aire libre por motivos de seguridad.
(...)*

La Vanguardia, 22/02/2011

Tras el fuerte vendaval que, en el invierno de 2011, azotó el sur de Tarragona y debido a la preocupación de los vecinos de Amposta, los técnicos municipales decidieron inspeccionar el estado de la chimenea.

Tras la inspección (realizada mediante una plataforma elevadora), el ayuntamiento encargó al arquitecto local Jaume Sagarra Sanz la redacción de un *Informe sobre el estado y propuesta de Rehabilitación de la Chimenea del Molí d'Arròs d'Adell*.

En el informe, fechado el día 20 de julio de 2011, se describe la situación en la que se encontraba la chimenea, enumerando las lesiones observadas y analizando sus posibles causas. Concluye con la recomendación de realizar una intervención basada en dos criterios fundamentales:

1. Rehacer su **unidad estructural**, para poder considerar a la chimenea como a un elemento unitario.
2. Rehacer su **unidad estética**, para devolver su imagen original.

Para conseguir la *unidad estructural* propone ejecutar un encamisado de la chimenea. Es decir, colocar una estructura metálica en su interior unida a unos anillos exteriores. Con el propósito de saber si el refuerzo estructural puede anclarse a la cimentación original, o es necesario realizar otra, se realizarán catas en la base de la chimenea. Para garantizar este punto se recomienda encargar un Estudio Geotécnico que defina el tipo de terreno bajo la chimenea. Por otro lado, se sustituirán las piezas cerámicas disgregadas, se coserán todas las fisuras y grietas y se desmontará el último tercio de la chimenea para reconstruirlo después.

Para conseguir la *unidad estética* se repararán las piezas disgregadas en la base y su corona. Y se reconstruirá el último tercio de la chimenea, sustituyendo las piezas en mal estado.

El 20 de enero de 2012, el Ayuntamiento de Amposta, le contratará los servicios técnicos para la redacción del proyecto y dirección de las obras.

4.3.2. El proyecto

La voluntad del proyecto, redactado por el arquitecto local Jaume Sagarra Sanz, es la de proceder a la *reparación, refuerzo y consolidación estructural de la chimenea de fábrica cerámica* para poder disfrutar de un elemento histórico de la ciudad de Amposta. Se parte de la documentación aportada por el Departamento de Obras del Ayuntamiento y de la inspección visual realizada.

Se recomienda que la obra la lleve a cabo un experto en la materia ya que se trata de un elemento muy singular que requiere de una mano de obra muy especializada y experimentada.

El proyecto sigue la línea de actuación del informe del 20 de julio de 2011, basada en los dos criterios fundamentales ya mencionados *de unidad estructural y unidad estética*.

El proyecto se estructura en cinco bloques:

- I. **MEMORIA Y ANEXOS**
- II. **PLANOS**
- III. **PLIEGO DE CONDICIONES**
- IV. **MEDICIONES Y PRESUPUESTO**
- V. **DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS**

Es en este primer bloque donde se describen las características geométricas y constructivas de la chimenea, las lesiones observadas y la propuesta de actuación. En el anexo a la memoria se adjuntan algunos cálculos estructurales.

I. MEMORIA Y ANEXOS

- Características geométricas y constructivas

Describe muy escuetamente las partes vistas de la chimenea (base, fuste y remate):

- *Base recta de sección cuadrada de 2,70 m de lado y 3,90 m de altura, con fuste circular y corona decorada.*
- *Fuste troncocónico con un diámetro exterior en la base de 2,10 m y de 1,15 m en su punto más alto. A partir de la toma de datos y fotografías realizadas se estima que el interior del fuste es cilíndrico, con un diámetro de entre 80 y 85 cm.*

Según el proyecto, la altura del conjunto es de 23,75 metros, obteniendo, no sabemos muy bien cómo, una esbeltez de 10,24.

Respecto al material empleado en su construcción tan solo nos indica que se trata de ladrillo cerámico macizo de fabricación manual o semi-mecanizada, apantillados en forma de cuña en el fuste con mortero de cal como material de agarre. No se describe el aparejo empleado.

No se realiza ninguna cata, pero supone que la cimentación se resuelve empotrando la base entre 1,50 o 2,00 metros en el terreno.

- Descripción de las lesiones observadas

Según el proyectista el fuste presenta grietas verticales importantes que pueden provocar la inestabilidad de la chimenea. El último tercio está inclinado hacia el lado este – noreste, provocado probablemente por:

- Disgregación del mortero de las juntas por cambios higrométricos.
- Oxidación del hierro de la escalera interior.
- La fuerza del viento.

En opinión del proyectista la inclinación y la disgregación del material del último tercio de la chimenea provoca una situación de inestabilidad que, si se sigue agravando, podría provocar el colapso del elemento. Por tanto, se recomienda actuar de manera contundente sobre el mismo.

Además, en la base se observan pequeñas grietas, humedad, grafitis y disgregación del material cerámico.

- **Actuación y Consolidación estructural**

La actuación que se propone desde el proyecto se resume en los siguientes puntos:

1. Se desmontará pieza a pieza el último tramo del fuste, para su posterior reconstrucción con ladrillos recuperados y otros nuevos de similares características, colocados con mortero de cal.
2. Se sustituirán los ladrillos rotos o disgregados.
3. Se inyectará material sin retracción en las grietas.
4. Se prevé realizar un *refuerzo estructural* mediante perfiles UPN de acero galvanizado. Se anclará a la fábrica mediante un anillado metálico con la finalidad de conseguir una unidad estructural, a modo de encamisado metálico de la chimenea. Se realizarán catas para poder determinar dónde cimentar esta nueva estructura.
5. Se desmontará y eliminará el pararrayos existente.
6. Se procederá a limpiar la superficie mediante chorro de arena.
7. Se aplicará una capa de pintura anti-grafitis en la base y otra hidrófuga en todo el conjunto.
8. Se desescombrará el interior de la chimenea y se colocará una puerta con cerradura en el hueco de acceso a la misma.

- **Memoria técnica de cálculo**

La memoria de cálculo para la rehabilitación de la chimenea se organiza en los cuatro puntos siguientes:

1. Dimensionado de la estructura de encamisado
2. Cimentación de la chimenea
3. Estudio flecha elemento circular
4. Cálculo equilibrio global de la chimenea

No parece un orden muy adecuado para comprobar la estabilidad estructural de la chimenea existente y poder concluir en la necesidad o no de realizar su refuerzo estructural. Entendemos que el planteamiento debería haber sido el siguiente: primero comprobar la estabilidad y, en segundo lugar, dimensionar el refuerzo estructural si es que es necesario.

- **Control de Calidad**

Se establecen los criterios básicos para el control de la recepción de:

- Acero laminado para estructura
- Ladrillos cerámicos con función estructural

II. PLANOS

Para realizar el levantamiento de la chimenea se tomó como base el croquis realizado por el Departamento de Obras del Ayuntamiento con la ayuda de una plataforma elevadora.

- A01 – Emplazamiento y situación
- A02 – Descripción del Elemento: Sección, plantas y alzado
- A03 – Estado Actual y Lesiones: Alzados
- A04 – Estado Actual y Lesiones: Alzados
- A05 – Intervención en la Chimenea: Alzados
- A06 – Intervención: Estructura de refuerzo
- A07 – Intervención: Alzado resultante

III. PLIEGO DE CONDICIONES

Las condiciones administrativas se marcaron en el Pliego de Cláusulas Administrativas que sirvieron para la contratación de las obras. El resto de condiciones se indican en el proyecto:

- Pliego de Condiciones Técnicas
- Pliego de Condiciones Facultativas y Económicas
- Pliego General de Condiciones para la Recepción de ladrillos cerámicos en las obras RL-88
- Pliego de Condiciones para la Ejecución y puesta en obra del Acero Laminado

IV. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Todas las partes de un proyecto son importantes, pero para un Jefe de Obra las mediciones resultan determinantes en la mayoría de los aspectos administrativos de la obra. Lo más importante sin duda es describir todos los trabajos a realizar, desglosándolos en partidas bien definidas.

La propuesta de actuación, descrita anteriormente, se organiza en los siguientes capítulos y partidas:

C01. Trabajos previos

- 01.01 Trabajos en el entorno de la chimenea
- 01.02 Levantado del pavimento de adoquín, con aprovechamiento del material
- 01.03 Solera con capa de gravas

C02. Medios auxiliares

- 02.01 Andamio
- 02.02 Vallado de protección

C03. Estructura cerámica

- 03.01 Sustitución de los ladrillos en mal estado de la base con mortero de cal
- 03.02 Sustitución de los ladrillos en mal estado del fuste con mortero de cal
- 03.03 Reparación de la cornisa de la base
- 03.04 Levantado del último tramo del fuste
- 03.05 Sellado de fisuras y grietas mediante inyección de mortero de cal 1:4
- 03.06 Eliminación del pararrayos
- 03.07 Reconstrucción del último tramo del fuste

C04. Estructura de consolidación

- 04.01 Estructura metálica de refuerzo
- 04.02 Sombrerete de la chimenea

C05. Acondicionamiento y entorno

- 05.01 Limpieza de la chimenea mediante chorro de arena y agua desionizada
- 05.02 Limpieza de los grafitis de la base con producto decapante
- 05.03 Pintado de la base con pintura contra pintadas
- 05.04 Pintado de la chimenea mediante pintura hidrófuga a base de siloxanos
- 05.05 Pavimento de adoquines
- 05.06 Puerta de acero galvanizado en hueco con forma de arco

C06. Seguridad y Salud

- 06.01 Partida alzada para la Seguridad y Salud de la obra

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Capítulo	Importe
C01 TRABAJOS PREVIOS	625,91 €
C02 MEDIOS AUXILIARES	20.671,70 €
C03 ESTRUCTURA CERÁMICA	47.296,96 €
C04 ESTRUCTURA DE CONSOLIDACIÓN	40.620,84 €
C05 ACONDICIONAMIENTO Y ENTORNO	4.789,45 €
C06 SEGURIDAD Y SALUD	2.280,10 €
Presupuesto de Ejecución Material	116.284,96 €
13% Gastos Generales	15.117,04 €
6% Beneficio Industrial	6.977,10 €
Suma	138.379,10 €
21% IVA	29.059,61 €
Presupuesto de Ejecución por Contrata	167.438,71 €

V. DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS

El proyecto de ejecución se complementa con el correspondiente Estudio de Seguridad y Salud.

4.3.3. Estudio Geotécnico

Ante la recomendación de realizar un Estudio Geotécnico, el Ayuntamiento de Amposta facilitó el realizado, unos años antes, en un solar cercano a la ubicación de la chimenea. Concretamente en el solar de la avenida Sant Jaume, número 61-65.

En aquel estudio los ensayos realizados fueron: 3 sondeos de rotación con una profundidad entre 6 y 8 metros y 2 penetraciones dinámicas (DPSH) con profundidades entre 10 y 15 metros.

El área estudiada corresponde, básicamente, a antiguos depósitos aluviales del río Ebro próximos al periodo Cuaternario (Pleistoceno Superior).

Estos depósitos están formados por franjas de conglomerados, gravas, tierras, limos y arcillas, con presencia de costra calcárea en la parte superior.

Los materiales detectados en el subsuelo son los siguientes:

- El MATERIAL 1, situado hasta una profundidad de 1,7 metros, se trata de una mezcla de suelo edáfico y rellenos antrópicos. Presenta un elevado grado de deformación y no se recomienda realizar ningún tipo de cimentación en este material.
- El MATERIAL 2, situado por debajo del material 1 y hasta una profundidad de 3,2 a 4,6 metros presenta unas características resistentes admisibles para realizar la cimentación. Se trata de un paquete cohesivo constituido por limos de color marrón con alguna grava dispersa. Se encuentra saturado de agua a partir de una profundidad de 2,5 metros.
- El MATERIAL 3, situado por debajo del material 2 y hasta el final de la profundidad analizada. Se trata de un paquete de tierras finas de color marrón grisáceo con intercalaciones de limos. Se encuentra totalmente saturado de agua.

Se detectó el nivel freático a una profundidad de 2,5 metros por debajo de la boca de los sondeos. Tras analizar el agua se determinó que no era agresiva para el hormigón.

Este nivel freático corresponde al acuífero libre existente en la zona y el cual se encuentra ligado a la dinámica fluvial del río Ebro y a la climatología regional y por tanto presenta oscilaciones periódicas del orden de +/- 1,0 metro.

El término municipal de Amposta presenta un riesgo sísmico bajo, con una aceleración sísmica básica de 0,04 g y un factor de contribución de 1,0, según la NCSR-02.

Por otro lado, el riesgo geológico más importante se encontraría asociado con avenidas extraordinarias del río Ebro.

TABLA RESUMEN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO ³⁰	
Tipo de cimentación:	Superficial: <i>Zapatas arriostradas o Losa</i>
Carga admisible:	0,51 a 0,9 kg/cm ² (*)
Coefficiente de balasto:	1,8 a 2,2 kg/cm ³
Asentamientos:	22,2 a 49,8 mm
Nivel freático:	- 2,50 m
Contenido de sulfatos en el terreno:	0,0 % (No agresivo)
Contenido de sulfatos en el agua:	100 mg/l (No agresivo)
Recomendaciones:	Superar el MATERIAL 1

(*) En función del tipo de cimentación y de los asentamientos previstos.

³⁰Estudio Geotécnico firmado por Joaquim Roset Piñol, ingeniero Geólogo de *Ambiental de Serveis Tècnics&Consulting, SL*, laboratorio ubicado en Hospitalet de l'Infant.

4.4.2. Estudio de Lesiones

El andamio que se instaló de manera anular a la chimenea nos permitió recorrer centímetro a centímetro su superficie. De este modo pudimos comprobar las lesiones que presentaba y comprender mejor las causas que las provocaron.

El proyecto consideraba como las lesiones más graves la grieta que recorría el fuste verticalmente y el estado del último tercio de la chimenea.

Las causas de los daños que hoy en día son visibles en las chimeneas industriales tienen su origen en los agentes atmosféricos a los que están sometidas y en las circunstancias específicas de la función que desarrollaron debido a la importante tensión térmica originada por la alta temperatura de los humos (siempre superior a los 100° C, en ocasiones superior a 200° C) y a la agresión de los gases producidos en la combustión (CO₂ y SO₂).

El que muchas de ellas presenten una inclinación de su tramo superior suele ser debido a la expansión diferencial de las juntas de la fábrica, afectadas entre otras causas por la sulfatación del mortero. La dirección hacia la que se inclinan puede variar en cada caso, por ejemplo, según el sentido del viento húmedo dominante.

Tras la inspección realizada clasificamos los daños realmente observados en:

A. Daños diversos en el remate del fuste

La corona presenta grietas verticales, horizontales, escalonadas, piezas cerámicas sueltas e incluso pérdida de alguna de ellas. La disgregación del mortero de las juntas ha provocado la pérdida de sección resistente de la fábrica. Además, tal y como se describe en el proyecto los últimos 3 metros del fuste presentan un desplome hacia el lado *este*.

B. Fisuras y grietas

En el sentido vertical.

El fuste muestra la presencia de dos grietas verticales paralelas, situadas en la cara *noroeste* del fuste, que recorren la totalidad del tubo. Una de ellas, mucho más pronunciada, rompe la fábrica indistintamente por el ladrillo cerámico o por la junta de mortero. En el último tramo incluso se observa un cierto desplazamiento de la fábrica.

La corrosión de los redondos de hierro que forman la escalera interior de pates y el consiguiente efecto de acuñaamiento sobre la fábrica, se desvela como la causa evidente del daño.

En el sentido horizontal.

Del mismo modo, la oxidación del anillo metálico interior (o armadura interior de la fábrica) ubicado justo en el cambio de sección del fuste, está provocando la expulsión del mortero de las juntas y el descantillado de los ladrillos.

C. Alteraciones de los materiales

En el fuste la suciedad se acumula en toda su superficie, con piezas ennegrecidas debido a la combustión de la chimenea y la contaminación atmosférica.

En la base, además de una pequeña grieta sobre la clave del arco de medio punto de acceso, se encontró meteorización de piezas cerámicas, grafitis, basura y oquedades como restos de la traba con la tapia del antiguo patio del molino.

4.4.3. La Obra realizada

Tras la toma de contacto con la chimenea y las lesiones observadas de primera mano, la Dirección Facultativa decide mantener el criterio de actuación descrito en el proyecto. Los trabajos realizados se resumen en:

EN LA CORONA: Se mantuvo la propuesta inicial de demoler hasta la cota de solidez y reconstruir los últimos metros del fuste. Se desmontó toda la corona y parte del último tramo del fuste justo hasta el cambio de sección, pero de manera escalonada. Se decidió proceder así al observar desplazamiento de la fábrica sólo en el lado noroeste, al ser este el lateral más afectado por las grietas.

Con las cuñas recuperadas pudimos reconstruir hasta la parte superior de la cornisa de la corona. La boquilla se realizó con los nuevos ladrillos cerámicos. Al no disponer del "taulaplom" se utilizaron regles falcados en la superficie exterior de la chimenea como guía para mantener la pendiente original del fuste. Para la reconstrucción se utilizó mortero de cal fabricado a pie de obra con cal hidráulica de la casa comercial Lafarge y arena, en una proporción de *1 cal: 2 arena*. Se eliminó la escalera interior en el tramo desmontado.

El conjunto se remató con un anillo de atado de dimensiones similares al existente al que se le añadió una cubierta metálica para impedir el paso de la lluvia al interior de la chimenea. Todo realizado en acero inoxidable (figura 4.4).

EN EL FUSTE: Se eliminaron los ladrillos rotos picándolos hasta la mitad de su espesor. Para rellenar las grietas y fisuras se utilizó mortero de elevadas prestaciones mecánicas *Mape-Antique Strutturale NHL* de MAPEI, mortero a base de cal hidráulica y Eco-Puzolana.

Para reintegrar volumétricamente las líneas de grietas se utilizaron plaquetas extraídas de los nuevos ladrillos apantillados. Rejuntándolas con mortero de cal fabricado a pie de obra. Finalmente, la Dirección Facultativa desestimó la idea de realizar el cosido de las grietas con varillas roscadas de acero inoxidable.

Se limpió la armadura horizontal interior y se le aplicó una protección anticorrosiva de MAPEI (*Mapefer* mortero anticorrosivo para la protección de los hierros de armadura) y se rellenó la junta con mortero de cal.

Además de la reparación de las grietas, se realizó una limpieza del fuste mediante un cepillado suave (no se empleó el chorro de arena propuesto en el proyecto), se saneó el llagueado con mortero de cal y, con posterioridad, se aplicó una impregnación hidrorrepelente a base de siloxanos (*Sikaguard 700 S*) para evitar la absorción de agua de lluvia.

EN LA BASE: Se reintegró volumétricamente la base con nuevos ladrillos, respetando la disposición y traba original. Se reconstruyó el amplio plano piramidal de mortero que remata la base y realiza la función de evacuación de aguas.

Se realizó una limpieza eliminando tanto la suciedad como las pintadas. Aplicando una capa protectora contra pintadas en sus cuatro caras. Se pavimentó el espacio interior de la chimenea manteniendo la cota exterior de la calle. Y por último se protegió el acceso al interior de la chimenea mediante una reja metálica.

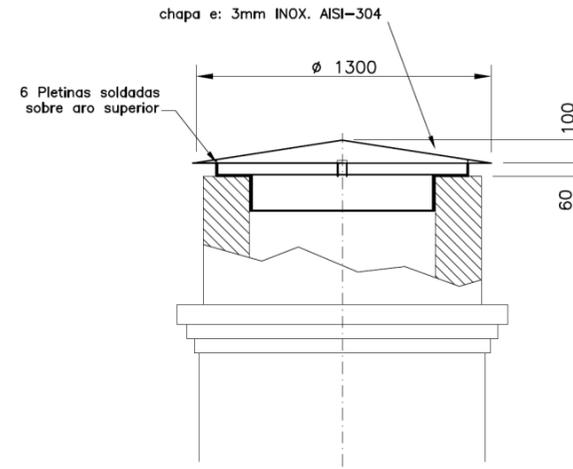


Figura 4.2: Detalle del sombrero de remate.

REFUERZO ESTRUCTURAL Y PARARRAYOS:

Respecto al refuerzo estructural proyectado y después de inspeccionar de nuevo la construcción, se replanteó su diseño inicial reduciendo la intervención prevista al mínimo indispensable, tal y como indicó el arquitecto Jaume Sagarra mediante informe del 26 de noviembre de 2015:

Tras una inspección detallada del estado de la chimenea, gracias al montaje del andamio, se tomó la decisión de eliminar el refuerzo estructural interior. Como alternativa, y después de analizar de nuevo los esfuerzos, se plantea un refuerzo exterior a base de anillos distribuyéndolos según la necesidad estructural de la chimenea.

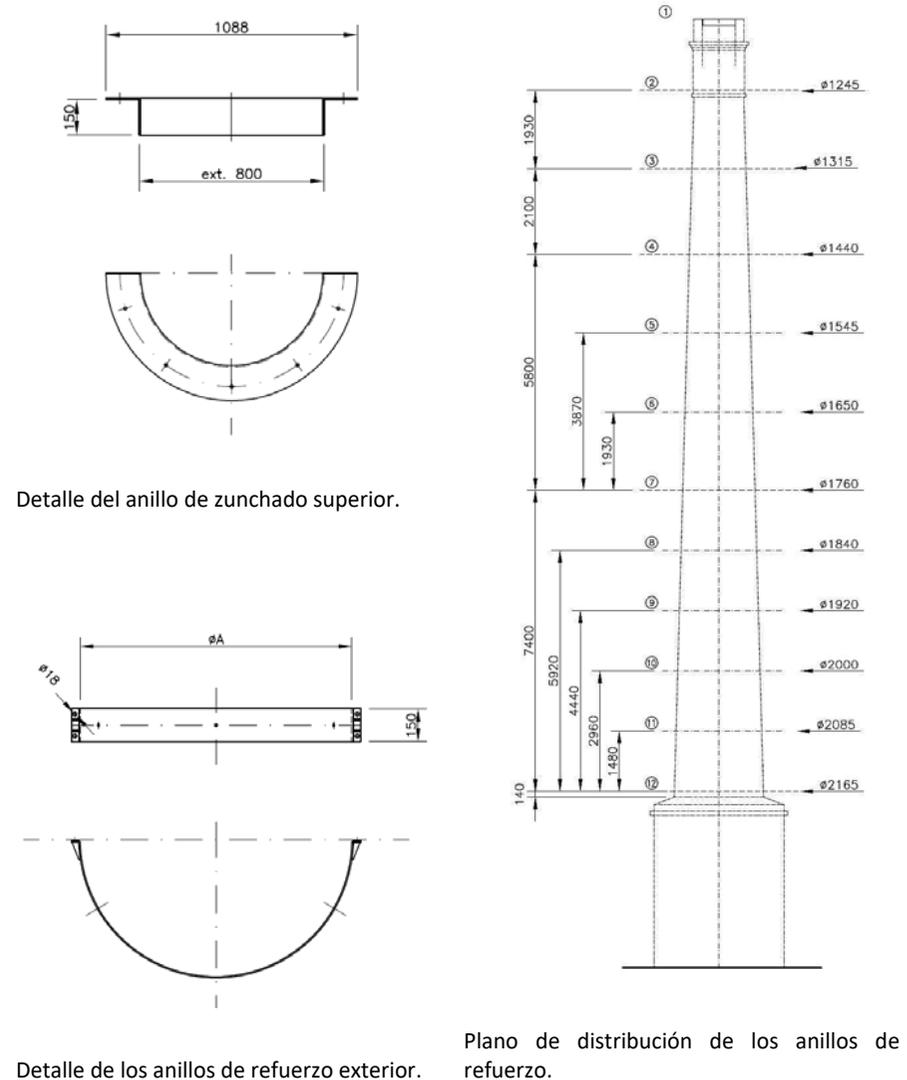
Respecto al pararrayos se ha tomado la decisión de instalarlo debido a lo sucedido recientemente en otra chimenea de características similares³¹.

Jaume Sagarra
Informe, 26 de noviembre de 2015

Por tanto, se construyeron unos *anillos de refuerzo exterior* en acero inoxidable AISI 304 con un espesor de 8 mm en dos partes unidas mediante tornillos y con 10 fijaciones de taco químico de M10 a la superficie de la chimenea (figura 4.5).

Finalmente, como se indica en el informe, se tomó la decisión de instalar de nuevo un pararrayos similar al anterior manteniendo el mismo criterio al colocar una punta Franklin. Se obtuvo un Nivel III de protección según el Código Técnico de la Edificación.

³¹En la madrugada del 27 de septiembre de 2015 la chimenea de la antigua fábrica Weger de Reus quedó gravemente dañada por el impacto de un rayo. El ayuntamiento de la ciudad, después de revisar el estado de la misma, procedió a desmontarla pieza a pieza. Los arquitectos municipales calculaban que de los 50 metros de altura se podrían mantener en pie unos 16.



Detalle del anillo de zunchado superior.

Detalle de los anillos de refuerzo exterior.

Plano de distribución de los anillos de refuerzo.

Figura 4.3: Planos realizados por DTDITEC.

MATERIALES EMPLEADOS

LADRILLOS

Ladrillo macizo rectangular

Para la base se empleó un ladrillo de características similares al existente en dimensiones y coloración. Para ello se buscó entre diversos almacenes de construcción de la zona y finalmente localizamos un ladrillo paralelepípedo, macizo, manual, de dimensión 27x13x4,5 cm.

Ladrillo macizo aplantillado

La actuación propuesta implicaba utilizar nuevos ladrillos aplantillados y ante la dificultad de localizarlos en el mercado se decidió fabricar un número suficiente de ellos.

Para la fabricación de las nuevas cuñas cerámicas fue necesario diseñar una gradilla de dimensiones ligeramente mayores a las deseadas, ya que, al perder agua en la cocción, el tamaño del ladrillo se reduce alrededor de un 5%. Para lo que se siguieron las indicaciones de la empresa *Terra Cuita Piñol Pallarés*, que conserva el método tradicional de fabricación.



Figura 4.4 y 4.5: Gradilla y nuevo ladrillo aplantillado, junto a otro original.

MORTEROS

Se eligieron morteros de la casa comercial MAPEISPAIN debido a que eran los que comercializaba nuestro proveedor local. Además, es en Amposta dónde se ubica una de las fábricas de producción de la empresa.

Mape-Antique Strutturale NHL de MAPEI

Este mortero se empleó para rellenar la grieta vertical del fuste. Se trata de un mortero a base de cal hidráulica natural (NHL) y Eco-Puzolana, arenas naturales, aditivos especiales, microfibras y fibras de vidrio. Indicado para la realización de revoques armados y juntas de albañilería para la consolidación de muros mecánicamente débiles, ya que alcanza una resistencia a la compresión $> 15 \text{ N/mm}^2$, de clase M-15. Posee una retracción higrométrica bajísima que reduce el riesgo de aparición de fisuras en el mortero.

Mapefer1K de MAPEI

Para detener la formación de óxido en la armadura interna (anillos horizontales) se aplicó a brocha un mortero monocomponente a base de conglomerantes cementosos (polímeros en polvo e inhibidores de la corrosión) sobre el hierro de la armadura, previa eliminación del óxido mediante limpieza mecánica.

Mortero de CAL

Para levantar de nuevo el último tramo de fuste y rejuntar toda la fábrica se utilizó un mortero de cal fabricado a pie de obra con **cal hidráulica blanca** de la casa comercial Lafarge y arena, en una proporción de *1 cal: 2 arena*. Se empleó una arena de la zona, que daba una tonalidad al mortero muy parecida a la del original.

ACERO

Acero Inoxidable AISI 304

Los anillos de refuerzo exteriores se fabricaron con acero inoxidable AISI 304. Considerado como el más versátil y ampliamente utilizado de los aceros inoxidables austeníticos (contiene un 18% de cromo y un 8% de níquel). Su popularidad se debe a su excelente formabilidad y superior resistencia a la corrosión. El tipo de acero 304 es capaz de satisfacer una amplia variedad de requisitos físicos.

REVESTIMIENTOS

Sikaguard 700 S de SIKA

Se aplicó una impregnación hidrorrepelente incolora a base de siloxanos sobre el conjunto de la fábrica cerámica, expuesta al agua de lluvia. Penetra en los poros abiertos del substrato otorgando una impermeabilización durable mientras que permite la difusión del vapor en ambas direcciones. Se utiliza como hidrorrepelente y como protector incoloro de superficies absorbentes expuestas como mampostería o ladrillo.

Protección Anti-pintadas

En la base, que es la zona más expuesta al vandalismo, se aplicó un barniz antipintadas de MONTÓ. **Acripol** (Poliuretano + Catalizador). Barniz mate de elevada resistencia para la protección contra pintadas en paredes de ladrillo caravista, facilitando la eliminación de las mismas con la aplicación de *Quitamont Limpia-Pintadas*.

4.4.4. Cronología

22 febrero 2011	Fuertes rachas de viento en el Sur de Tarragona.
	El vendaval motiva la inspección de la chimenea por parte de técnicos municipales.
20 junio 2011	Informe del Estado de la Chimenea redactado por el arquitecto local Jaume Sagarra Sanz.
20 enero 2012	El Ayuntamiento encarga la redacción del Proyecto de Restauración.
Enero 2012	Jaume Sagarra redacta el <i>Proyecto Básico y de Ejecución de Rehabilitación y Refuerzo Estructural de una Chimenea de Fabrica</i> .
24 enero 2015	Se inicia el procedimiento de Licitación de las Obras.
27 marzo 2015	Adjudicación de las Obras a ACTIA INICIATIVAS, SL.
13 abril 2015	Se firma el Contrato.
27 abril 2015	Acta de Replanteo e Inicio de Obra.
25 junio 2015	Tras el montaje del andamio, primer contacto con la chimenea.
26 noviembre 2015	Informe del Director de la Obra en el que se justifica el cambio de diseño del refuerzo estructural y se toma la decisión de instalar un pararrayos nuevo.
Diciembre 2015	Desmontaje del andamio.
Diciembre 2015	Se finalizan las Obras.

Ficha técnica

RESTAURACIÓN DE LA CHIMENEA DEL "MOLÍ D'ADELL"

PROMOTOR

Ajuntament d'Amposta (Tarragona)

PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA

Jaume Sagarra Sanz (Arquitecto)

DIRECCIÓN DE EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA

Miquela Fontanet Miró (Arquitecta técnica)

COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD
EN FASE DE EJECUCIÓN

Julio Solé Subirats (Arquitecto técnico)

EMPRESA CONSTRUCTORA

ACTIA INICIATIVAS, SL

JEFE DE OBRA

FASE 1: **Manel Segarra Adrián (Arquitecto técnico)**

FASE 2: **Antonio Pons Piqueres (Ingeniero técnico de Obras Públicas)**

PRESUPUESTO DE LICITACIÓN

167.438,71 € (IVA incluido)

FECHA DE INICIO

19 de junio de 2015

PRINCIPALES EMPRESAS COLABORADORAS

ANDAMIO: Sermaco Levante, SL

TRABAJOS DE ALBAÑILERÍA: JJ Sorribes Construccions, SL

ESTRUCTURA METÁLICA: DTDITEC Ingeniería Mecánica, SL

INSTALACIÓN PARARRAYOS: INGESCO

FABRICACIÓN DE LADRILLOS: Terra Cuita Piñol Pallarès, SL

FASE 3: Análisis y Valoración

4.5. ANÁLISIS DEL PROYECTO Y DE LA INTERVENCIÓN REALIZADA

4.5.1. Principios

Antes de analizar el proyecto y la intervención quisiera exponer de manera sintética una serie de criterios como referentes en la intervención en el patrimonio arquitectónico:

1. Considero que el trabajo del técnico cuando se enfrenta a un objeto a restaurar exige una metodología de trabajo muy distinta a la de un proyecto de obra nueva. Es fundamental conocer el objeto sobre el que se va a actuar y respetar sus características, o de lo contrario el resultado puede ser catastrófico. La intervención debe venir avalada por el **ESTUDIO PREVIO** y el máximo conocimiento del propio objeto. La intervención será más válida y rigurosa cuanto más se haya podido conocer y valorar en el proyecto la realidad física, histórica y estética del objeto.

“3. La conservación del patrimonio edificado es llevada a cabo según el proyecto de restauración, que incluye la estrategia para su conservación a largo plazo. Este “proyecto de restauración” debería basarse en una gama de opciones técnicas apropiadas y organizadas en un proceso cognitivo que integre la recogida de información y el conocimiento profundo del edificio y/o del emplazamiento. Este proceso incluye el estudio estructural, análisis gráficos y de magnitudes y la identificación del significado histórico, artístico y sociocultural. En el proyecto de restauración deben participar todas las disciplinas pertinentes y la coordinación deberá ser llevada a cabo por una persona cualificada y bien formada en la conservación y restauración. (...)”

Carta de Cracovia, 2000

2. La cooperación entre **EXPERTOS DE DISTINTAS DISCIPLINAS** (*arquitecto, ingeniero, físico, químico, arqueólogo, historiador...*) es indispensable. Pero será necesario coordinar y compaginar las visiones parciales para que den como resultado un estudio coherente adecuado a los fines de la intervención.

“10. Las técnicas de conservación o protección deben estar estrictamente vinculadas a la investigación pluridisciplinar científica sobre materiales y tecnologías usadas para la construcción, reparación y/o restauración del patrimonio edificado. La intervención elegida debe respetar la función original y asegurar la compatibilidad con los materiales y las estructuras existentes, así como con los valores arquitectónicos. Cualquier material y tecnología nuevos deben ser probados rigurosamente, comparados y adecuados a la necesidad real de la conservación. Cuando la aplicación “in situ” de nuevas tecnologías puede ser relevante para el mantenimiento de la fábrica original, estas deben ser continuamente controladas teniendo en cuenta los resultados obtenidos, su comportamiento posterior y la posibilidad de una eventual reversibilidad.

Se deberá estimular el conocimiento de los materiales tradicionales y de sus antiguas técnicas, así como su apropiado mantenimiento en el contexto de nuestra sociedad contemporánea, siendo ellos mismos componentes importantes del patrimonio cultural. “

Carta de Cracovia, 2000

3. El conocimiento de las **TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN EMPLEADAS** es determinante para avanzar adecuadamente en los procesos de consolidación. Actuaciones incorrectas pueden enmascarar las características de la construcción, despojarlas de la información que transmiten. Y con ello la pérdida de la pieza propiamente dicha, a pesar de la presencia de la misma.
4. Lejos de las posturas extremas representadas por J. Ruskin o Viollet-Le Duc, considero que la restauración ejemplar se refleja en la mínima intervención preventiva, cercana a la consigna del *Restauro Moderno* de Camillo Boito, **"CONSERVAR, NO RESTAURAR"**. Conservar para evitar restaurar y, cuando no queda más remedio que realizar ésta, efectuarla con las máximas garantías y respeto; de una manera crítica, dando importancia al valor histórico, artístico y arquitectónico del objeto, manteniendo un correcto diálogo entre pasado y presente. Conscientes de que cada monumento exige un tratamiento específico e individualizado. El *“no-método”* del *Restauro Critico* de Cesare Brandi y Roberto Pane, quizás con las aportaciones de la *Restauración Objetiva (Método SCCM)* del Servicio de

Patrimonio Arquitectónico Local de la Diputación de Barcelona,³² me parece una postura más ajustada.

RESTAURACIÓN OBJETIVA (MÉTODO SCCM)

- EL OBJETO (El Monumento): Comprensión y valoración equitativa de las tres dimensiones esenciales del monumento: *documento histórico, objeto arquitectónico y elemento significativo*.
- LA ACCIÓN: La restauración concebida como: *científica, técnica, creativa y social*. Cuyo objetivo es garantizar que la colectividad disfrute de los beneficios de la conservación.
- LOS AGENTES: Carácter *profesional e interdisciplinario* de los estudios y trabajos.

“Lo ideal sería no tener que restaurar sino conservar los edificios con cuidado constante. Pero si hay que añadir algo a un monumento, la mezcla de estilos es un signo de vida”.

Jeroni Martorell, 1913

5. **NO TODO USO ES VÁLIDO.** Muchos edificios han sido reconvertidos eliminando cualquier indicio de su época anterior. Sin intentar compatibilizar su función original y la demandada en el presente.

*“6. La intención de la conservación de Edificios Históricos y Monumentos, estén éstos en contextos rurales o urbanos, es mantener su autenticidad e integridad, incluyendo los espacios internos, mobiliario y decoración de acuerdo con su conformación original. Semejante conservación requiere un apropiado “proyecto de restauración” que defina los métodos y objetivos. En muchos casos, esto además **requiere un uso apropiado, compatible con el espacio y significado existente**. Las obras en edificios históricos deben prestar una atención total a todos los periodos históricos presentes.”*

Carta de Cracovia, 2000

³² El Servicio de Patrimonio Arquitectónico Local es la oficina técnica de la Diputación de Barcelona especializada en materia de patrimonio arquitectónico. Se encarga de asesorar, dar apoyo técnico y científico, y actuar en los monumentos y centros históricos de los municipios y entes locales. Fue creado el 9 de junio de 1914. Desde entonces ha tenido cuatro directores: los arquitectos Jeroni Martorell i Terrats (1915-1951), Camil Pallàs i Arisa (1954-1978), Antoni González Moreno-Navarro (1981-2008) y desde el año 2008, Joan Closa Pujabet.

RESTAURACIÓN DE ESTRUCTURAS

La propia composición de la *chimenea industrial de fábrica de ladrillo* implica que su restauración se asimile a una intervención de carácter estructural. En este sentido, el *Consejo Internacional de Monumentos y Sitios Histórico-Artísticos (ICOMOS)*³³, con la finalidad de formular unas recomendaciones para garantizar unos métodos de análisis y restauración adecuados, ha redactado unos **Principios para el análisis, conservación y restauración de las estructuras del Patrimonio Arquitectónico** (Zimbabue 2003). Dicho documento está estructurado en tres apartados: *Criterios Generales, Investigación y Diagnóstico y Medidas Correctoras y de Control*. De los que destacamos algunos artículos:

CRITERIOS GENERALES

- 1.6 *Las peculiaridades que ofrecen las estructuras arquitectónicas, con su compleja historia, requieren que los estudios y propuestas se organicen en fases sucesivas y bien definidas, similares a las que se emplean en medicina: **ANAMNESIS, DIAGNOSIS, TERAPIA Y CONTROL**, aplicados a la correspondiente búsqueda de datos reveladores e información; determinación de las causas de deterioro y degradación; elección de las medidas correctoras, y control de la eficacia de las intervenciones. Para conseguir un equilibrio óptimo entre el coste y los resultados y producir el mínimo impacto posible en el patrimonio arquitectónico, utilizando los fondos disponibles de una manera racional, se hace normalmente necesario repetir estas fases de estudio dentro de un proceso continuado.*

INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO

- 2.3 *La práctica de la conservación requiere un conocimiento exhaustivo de las características de la estructura y los materiales. Es fundamental disponer de información sobre la estructura en su estado original y en sus primeras etapas, las técnicas que se emplearon en la construcción, las alteraciones sufridas y sus efectos, los fenómenos que se han producido y, por último, sobre su estado actual.*

³³ ICOMOS es una organización internacional no gubernamental que tiene como cometido promover la teoría, la metodología y la tecnología aplicada a la conservación, protección, realce y apreciación de los monumentos, los conjuntos y los referidos sitios.

- 2.5 *El diagnóstico debe apoyarse en métodos de investigación histórica de carácter cualitativo y cuantitativo; los primeros, han de basarse principalmente en la observación de los daños estructurales y la degradación material, así como en la investigación histórica y arqueológica propiamente dicha, y los segundos, fundamentalmente en pruebas de los materiales y la estructura, en la supervisión continua de los datos y en el análisis estructural.*
- 2.6 *Antes de tomar la decisión de llevar a cabo una intervención que afecte a las estructuras, es indispensable determinar cuáles son las causas de los daños y la degradación, y después, evaluar el grado de seguridad que dichas estructuras ofrecen.*

MEDIDAS CORRECTORA Y DE CONTROL

- 3.4 *No debe emprenderse acción alguna sin haber comprobado antes que resulta indispensable.*
- 3.7 *La elección entre técnicas “tradicionales” e “innovadoras” debe sopesarse caso por caso, dando siempre preferencia a las que produzcan un efecto de invasión menor y resulten más compatibles con los valores del patrimonio cultural, sin olvidar nunca cumplir las exigencias impuestas por la seguridad y la perdurabilidad.*
- 3.16 *Deberán mantenerse las imperfecciones y alteraciones que se hayan convertido en parte de la historia de la edificación, siempre que no atenten contra las exigencias de la seguridad.*
- 3.17 *Sólo se debe recurrir a la alternativa de desmontar y volver a montar los elementos cuando así lo exija la propia naturaleza de los materiales y siempre que su conservación por cualquier otro medio sea imposible o incluso perjudicial.*
- 3.21 *Durante la intervención, y después de ésta, deben efectuarse unas comprobaciones y una supervisión que permitan cerciorarse de la eficacia de los resultados.*

4.5.2. Como punto de partida

Para focalizar el análisis de la intervención tomamos como punto de partida lo descrito por César Díaz Gómez y Ramón Gumà Esteve en su trabajo ***Patología, diagnóstico y recuperación de chimeneas industriales de fábrica de ladrillo cerámico*** (1999), estudio encargado por el *Servicio del Patrimonio Arquitectónico Local de la Diputación de Barcelona (SPAL)*, con el objetivo, según palabras de sus autores, de:

“Facilitar información que pueda ser utilizada para preservar las chimeneas que aún se hallan en pie de actuaciones que, innecesariamente, destruyan, total o parcialmente, su integridad física”.

En dicho trabajo, Díaz y Gumà, enumeran las causas que generan la alteración de las chimeneas industriales de ladrillo cerámico, e indican posibles intervenciones de reparación a realizar en ellas. La muestra del estudio es un conjunto de 29 chimeneas ubicadas en la cuenca del río Llobregat (Cataluña), con alturas entre los 20 y los 30 metros. De ellas, 22 son de fuste circular, 3 octogonales, 2 cuadrados y otros 2 helicoidales.

A continuación, y a modo de resumen del documento, se exponen las principales LESIONES, sus CAUSAS y las INTERVENCIONES propuestas por los dos autores:

Posibles LESIONES en las chimeneas de fábrica

Distinguen dos tipos de lesiones de características bien diferenciadas:

1. *Fisuras en la fábrica de ladrillo casi siempre en el sentido vertical.*
2. *Alteraciones de los materiales que la conforman: variaciones volumétricas, disgregación del mortero, descantillados, alteraciones del color de la fábrica.*

Otros daños:

3. Daños diversos en el remate superior del tubo: fisuras, roturas debido a descargas eléctricas de los rayos, inclinación (el 60% muestra una inclinación hacia el sur o sureste), ...

CAUSAS de las lesiones

Lo daños observados son consecuencia de circunstancias específicamente derivadas de la función que desarrollaban:

1. Tensiones de origen térmico en la fábrica, debido a las altas temperaturas de los humos a su paso por el conducto, siempre superiores a los 100° C y, en ocasiones, incluso a los 200° C.
2. Alteraciones químicas de los materiales, debido a la propia combustión del carbón. El CO₂ y el SO₂ combinados con agua pueden producir líquidos ácidos capaces de reaccionar con óxidos de cal CaO, de sodio NaO o de magnesio MgO, presentes en la fábrica cerámica, produciendo sulfatos que cristalizan y se expande, originando aumentos de volumen, eflorescencias, suciedad... descantillado de los ladrillos y disgregación de las juntas de mortero.

La inclinación de la parte superior del fuste, observable en casi todas las chimeneas, también tiene relación con las circunstancias comentadas, puesto que suele ser debida a la sulfatación de las juntas de mortero, que minoran las condiciones iniciales de adherencia con la cerámica y reducen la resistencia a los esfuerzos de tracción a que puede estar sometida la chimenea.

3. Corrosión de los redondos de hierro de las escaleras interiores, con el consiguiente efecto de acañamiento sobre la fábrica.
4. Otros posibles daños pueden tener su explicación sólo a partir del conocimiento de las incidencias en el proceso de construcción particular de cada chimenea: fuerte vendaval cuando aún el mortero de las juntas no estaba suficientemente endurecido, uso de ladrillos con porosidades distintas, uso de morteros con distinta plasticidad...

Evaluación de las CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Es fundamental disponer de datos sobre las sollicitaciones mecánicas a que se encuentran sometidas las chimeneas. De entre las 29 chimeneas de la muestra, se han analizado aquellas de las que se disponía información suficiente. El resultado de los cálculos efectuados indica que, en general:

- Las tensiones de compresión generadas por el peso propio de la fábrica se mantienen muy por debajo de la tensión admisible.
- En el supuesto de fuertes vientos (124 km/h), las chimeneas pueden estar sometidas a fuerzas de tracción calificables de leves en la sección de la base del tubo.³⁴

Influencia de las lesiones observadas sobre la estabilidad de las chimeneas

Tras estos resultados, la tranquilidad sobre las condiciones de estabilidad, tendrá que ser matizada por los efectos que puedan provocar las distintas lesiones:

- Las fisuras de origen térmico, tienden a redistribuir las cargas verticales, concentrando tensiones en las secciones inferiores del tubo, con el consiguiente descentramiento de la resultante. El zunchado de los tubos en las partes fisuradas puede restituir la continuidad inicial.
- Inclinación de la chimenea. Un desplome importante puede provocar tal descentramiento de la carga, como para poner en peligro las condiciones de equilibrio del conjunto.

INTERVENCIONES de reparación

El estudio facilita una tabla en la cual se agrupan las causas que generan los daños más frecuentes y las subsiguientes actuaciones de reparación a emprender.

³⁴ Sin ninguna duda, la fuerza del viento o el sismo son las acciones que más pueden cuestionar la estabilidad estructural de las chimeneas.

Sinóptica de actuaciones tipo de reparación en chimeneas industriales de ladrillo cerámico ³⁵

<p>ACTUACIONES</p> <p>PATOLOGÍAS</p>	<p>1. APLICACIÓN DE SELLADORES CON FUNCIÓN ADHERENTE</p>	<p>2. ZUNCHADOS</p>	<p>3. RELLENOS INTERIORES AUTORRESISTENTES 4. ALMAS METÁLICAS 5. FORROS INTERIORES</p>	<p>6. REDUCTORES DE ESBELTEZ 7. APUNTALAMIENTOS PERMANENTES</p>	<p>8. RECALCES</p>
<p>1. INCLINACIÓN DEBIDA A LA SULFATACIÓN DE LAS JUNTAS O A OTRAS CAUSAS</p>		<p>SOLUCIÓN NO ADECUADA</p>	<p>Se requiere realizar análisis químico para averiguar el grado de alteración química de la fábrica y la necesidad de sustitución de la zona superior del tubo más afectada.</p>	<p>SOLUCIÓN NO SIEMPRE ADECUADA. Se requiere realizar previamente el análisis químico del material para verificar la zona afectada.</p>	
<p>2. FISURAS VERTICALES POR DILATACIÓN DE ORIGEN TÉRMICO</p>	<p>De aplicación en chimeneas fuera de uso. En función del grado de afectación de la fábrica será preciso adoptar un refuerzo suplementario.</p>	<p>SOLUCIÓN ADECUADA. Ha sido la más aplicada históricamente.</p>	<p>SOLUCIÓN ADECUADA. Recomendable cuando el grado de deterioro es avanzado.</p>	<p>SOLUCIÓN ADECUADA. Recomendable cuando el grado de deterioro es avanzado.</p>	
<p>3. COMPRESIÓN 4. FLEXO-COMPRESIÓN</p>	<p>Pueden ser de aplicación. Es preciso haber evaluado las características resistentes de la fábrica.</p>	<p>Solución adecuada cuando sólo hay fisuras de compresión y los efectos de la flexo-compresión son absorbibles por la fábrica.</p>	<p>SOLUCIÓN ADECUADA. Recomendable cuando el grado de deterioro es avanzado.</p>	<p>SOLUCIÓN ADECUADA. Recomendable cuando el grado de deterioro es avanzado.</p>	
<p>5. ASENTAMIENTO DIFERENCIAL</p>	<p>Pueden ser de aplicación para el sellado de las fisuras, previa eliminación de la causa del asentamiento.</p>	<p>SOLUCIÓN NO ADECUADA</p>	<p>Solución posible cuando el asentamiento no es progresivo.</p>	<p>Solución posible cuando el asentamiento no es progresivo.</p>	<p>La única solución adecuada cuando el asentamiento es progresivo.</p>

³⁵ Tabla publicada en DÍAZ GÓMEZ (1999), en la cual se agrupan las causas que generan los daños y las subsiguientes actuaciones de reparación a emprender.

4.5.3. Valoración del proyecto y de la intervención realizada

La herramienta inicial de la intervención es el PROYECTO donde se debe especificar claramente el alcance de la actuación.

Proyecto Básico y de Ejecución de REHABILITACIÓN Y REFUERZO ESTRUCTURAL de una Chimenea de Fábrica en Amposta "Manelic".

Tal y como comenta Javier Rivera en su libro "*De varia restauratione*"³⁶, pienso que es importante utilizar la acepción terminológica adecuada a cada tipo de intervención ya que en castellano empleamos una gran variedad de términos cuando nos referimos a las intervenciones en el patrimonio arquitectónico. En este sentido el término "*rehabilitación*", empleado en el título del proyecto, no parece el más adecuado.

REHABILITAR: Del latín **riabilitare**, compuesto de *ri* (de nuevo) y *abilitare* (habilitar). Tiene que ver con la función del edificio.

En nuestro caso, pienso que los términos *conservación*, *consolidación* o *restauración* definen mejor lo proyectado.

CONSERVAR: Del latín **conservatio**, compuesto de *cum* (que tiene valor de continuidad) y *servare* (salvar). Tiene que ver con los materiales. Operación cuya finalidad es prolongar y mantener el mayor tiempo posible los materiales de los que está constituido el objeto.

CONSOLIDAR: Del latín **consolidatio**, compuesto de *cum* y *solidare* (de *solidus*, solido). Tiene que ver con la estructura. La consolidación es una manera particular de conservar reforzando los elementos estructurales, constructivos o materiales dotándolos de mayor consistencia o solidez.

RESTAURAR: Del latín **restaurare** (de *instaurare*, fijar, establecer el respecto por el pasado). Tiene que ver con la estética del edificio que a lo largo del tiempo pierde su legibilidad.

Creo que es importante conocer el **objetivo específico** con el que se emprende la protección de la construcción histórica y la metodología elegida. Es en la introducción del proyecto donde su autor, el arquitecto Jaume Sagarra, nos indica que "*la voluntad de la restauración es que la ciudad de Amposta pueda disfrutar de un elemento histórico*".

Por su forma y por la ausencia de uso para la que fue construida, separada del molino al que servía, queda notablemente remarcado el sentido escultural de la chimenea, cargándola de un valor significativo más que funcional. Este hecho creo que debería condicionar la restauración a la idea de la "intervención mínima" protegiendo los materiales, técnicas y formas originales de manera que permita transmitir toda "la autenticidad" del monumento.

Desarrollaré la evaluación del proyecto y la intervención realizada según la metodología propia de la disciplina de restauración, estructurada en cuatro etapas esenciales:

EL CONOCIMIENTO, LA REFLEXIÓN, LA INTERVENCIÓN Y LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA ³⁷

³⁶ Rivera (2008), p. 214

³⁷ La restauración objetiva (Método SCCM de restauración monumental).

I. **PRIMERA ETAPA: EL CONOCIMIENTO.** *Conocer y comprender el monumento (su entidad —histórica, material, cultural, su entorno — físico y social, sus circunstancias actuales de cualquier tipo) es imprescindible para programar la actuación en él. (Conocerlo hasta donde sea preciso y hasta donde sea posible en ese momento del proceso ya que la propia actuación posterior, sin duda, aportará más datos e informaciones).*

(...) La lectura previa se desarrolla en tres estadios de análisis: histórico, material y sociológico.

En este sentido podemos asegurar que no se realizó el ESTUDIO PREVIO necesario ya que el proyecto deja entrever un insuficiente conocimiento del propio objeto y de las chimeneas industriales de fábrica en general reflejado incluso en un deficiente levantamiento geométrico. El proyecto tan solo se basó en una incorrecta toma de datos realizada por los técnicos municipales y en la inspección visual realizada por el proyectista.

En la actualidad existe multitud de opciones para realizar un buen levantamiento geométrico; como la tecnología del Escáner Láser que facilita la inspección visual en toda su altura con registro de los puntos con daños y la intensidad de éstos.

El diagnóstico del elemento de estudio complementado con ensayos de identificación dinámica, constituyen actualmente una de las más eficaces y completas técnicas de ensayo de carácter no destructivo de identificación *in situ* de las características mecánicas de las estructuras.

No se tomaron muestras de los materiales (cerámica, mortero...) ni se planificó ejecutar ninguna cata. La única que se realizó fue propuesta por mí - ya en fase de ejecución - para comprobar si el plano inclinado de remate de la base escondía algún detalle más trabajado (por ejemplo, un escalonamiento de hiladas de ladrillo). No fue así.

No obstante, cabe mencionar que el proyecto sí preveía ejecutar una cata en la base interna de la chimenea para averiguar de qué modo anclar el refuerzo

estructural proyectado. Finalmente, al eliminar el refuerzo no se llegó a realizar por lo que no pudimos comprobar la ubicación de la galería de humos.

El único punto de partida es el listado de lesiones realizado por el autor del proyecto, ya comentado en apartados anteriores. Creo que conocía el trabajo de Díaz y Gumà (1999), lo que le ayudó en su análisis de daños puesto que son los habituales en este tipo de construcción. De estas recomendaciones entiendo que surge la idea del refuerzo estructural proyectado (*almas metálicas*) y del zunchado finalmente ejecutado.

El desconocimiento del proceso constructivo de las chimeneas y sus elementos hizo que el proyectista dejara de lado ciertos aspectos importantes como el respeto por las juntas de mortero y la posibilidad de plantear ciertas catas para comprobar la existencia o no de cenicero, galería de humos enterrada, cornisa de la base elaborada...

Por las conversaciones mantenidas con el arquitecto pude confirmar que este no realizó ningún estudio documental. Bien es cierto que después de la búsqueda que hice en los archivos y bibliotecas municipales poca información se podía conseguir (debido a las destrucciones de la Guerra Civil). Sin embargo, sí que pude conversar con los descendientes de José Adell García, promotor del molino. Gracias a ello conocí algunos detalles interesantes de la historia y organización del molino y algunas fotografías antiguas.

Como ya hemos comentado, tampoco se utilizó al propio monumento como fuente documental capaz de transmitir su historia constructiva, artística y material.

Es cierto que no es necesario un conocimiento exhaustivo para poder actuar aunque el conocimiento histórico del monumento es fundamental para garantizar incluso la protección de su valor documental. Por tanto, el proyecto se realizó sin el *“conocimiento y comprensión del monumento adecuados para diagnosticar con certeza su problemática y plantear la intervención en él”*.

II. **SEGUNDA ETAPA: LA REFLEXIÓN.** *En nuestro método de restauración objetiva la reflexión constituye una etapa posterior como tal a la de conocimiento, pero también una actitud permanente a lo largo de todo el proceso. Como etapa se entiende por reflexión la puesta en común por el equipo responsable de la restauración de los resultados y conclusiones del conocimiento antes de pasar a la tercera etapa - la intervención. La etapa de reflexión consta de dos fases fundamentales: la evaluación del objeto (el monumento) y la programación de la actuación posterior.*

Pienso que el análisis realizado era insuficiente para conocer el comportamiento de la chimenea y al mismo tiempo concluir en la necesidad de realizar un refuerzo estructural tan contundente.

Según el proyectista el fuste presentaba grietas verticales importantes que junto con la inclinación y la disgregación del material del último tercio de la chimenea provocaba una situación de inestabilidad que, si se seguía agravando, podría provocar el colapso del elemento. Por tanto, se recomendó actuar de manera contundente sobre el mismo.

El proyecto incorpora una memoria técnica de cálculo, pero no explica que modelo teórico utiliza para el análisis estructural. En el anexo a este trabajo final de máster adjunto algunos cálculos estructurales en los que he comprobado que la chimenea no presentaba ningún problema de estabilidad más aún después de corregir la inclinación de su parte superior.

III. **TERCERA ETAPA: LA INTERVENCIÓN.** *La garantía de la eficacia en la ejecución de los trabajos no tiene sólo el requisito previo de un buen proyecto. Existen otros no menos fundamentales: la idoneidad de la dirección técnica facultativa de la obra y el correcto seguimiento de los trabajos por el resto de miembros del equipo pluridisciplinar, la correcta elección del constructor y el acondicionamiento del propio monumento.*

(...)

Fases: El proyecto, la ejecución, el seguimiento y la participación.

Apoyándome en la idea de la "intervención mínima" no deberíamos hacer más de lo estrictamente necesario.

Finalmente, los trabajos que realizamos sobre la chimenea no difieren mucho de lo inicialmente proyectado (ver tabla adjunta). Básicamente se trataba de recuperar la verticalidad del último tramo, coser de alguna manera las grietas verticales del fuste y añadir algún tipo de refuerzo estructural.

Entiendo necesaria la reposición del último tramo del fuste sobre todo debido a la degradación del mortero y la cantidad de ladrillos sueltos que nos encontramos, pero me parece errónea la ejecución de ningún refuerzo estructural. No parece necesario realizar ningún encamisado o zunchado del tubo.

Respecto a las grietas está claro que son una consecuencia de otro problema que es el que verdaderamente requiere solución y su reparación es un aspecto secundario. Las grietas que permanecen estabilizadas no representan ningún problema para el comportamiento estructural y solo hay que tratarlas desde el punto de vista estético. Aun así, no es suficiente con colmarlas ya que ello no repone la continuidad del material y se convierten en puntos débiles con tendencia a abrirse por cualquier tipo de movimiento. Una práctica habitual es efectuar el cosido de las mismas con varillas de acero inoxidable o fibra de vidrio.

Como ya hemos comentado se desestimó la idea de realizar el cosido de las grietas con varillas roscadas de acero inoxidable y se colmataron con mortero de elevadas prestaciones mecánicas. Para poder reintegrar volumétricamente las líneas de grietas se utilizaron plaquetas extraídas de los nuevos ladrillos apantillados rejuntándolas con mortero de cal fabricado a pie de obra.

Para evitar la aparición de nuevas grietas se limpió y se aplicó una protección anticorrosiva a la armadura horizontal interior y las partes ancladas de la escalera interior que quedaron vistas durante los trabajos.

Las actuaciones propuestas no me parecen del todo equivocadas, pero personalmente hubiera optado por el *criterio del paso del tiempo*, rellenando y cosiendo la grieta vertical sin eliminar su cicatriz. Del mismo modo, hubiera conservado las adarajas (entrantes de la traba) de la base - fruto de la unión con la tapia del antiguo patio del molino.

En cuanto al refuerzo estructural se desechó la idea del encamisado por la colocación de unos anillos de zunchado del fuste. Más por tranquilidad del propio proyectista que por su necesidad.

Aunque no llegó a plantearse durante la obra otra cuestión en este tipo de elemento es la estabilidad frente al sismo. Soy consciente de la poca o escasa resistencia a los esfuerzos horizontales, pero me resisto a la idea de intervenciones como la realizada en la chimenea de la antigua fábrica de ladrillos "Cerámica la Paz" en Agost (Alicante) llevada a cabo por el equipo *GRESMES* de la Universidad de Alicante, mediante refuerzos de fibra de vidrio y de carbono.

Por suerte el pararrayos terminó instalándose gracias a que durante la ejecución de las obras cayó un rayo en otra chimenea de fábrica en la cercana ciudad de Reus. Este hecho hizo que la Dirección Facultativa se replanteara su total eliminación.

INTERVENCIÓN PROYECTADA	INTERVENCIÓN REALIZADA
Sustitución de ladrillos en mal estado en la base y el fuste.	Sustitución de ladrillos en mal estado en la base y el fuste.
Reparación de la cornisa de la base	Reparación de la cornisa de la base
Reconstrucción del último tramo del fuste	Reconstrucción del último tramo del fuste
Sellado de grietas mediante inyección de mortero de cal	Colmatado de las juntas con mortero de altas prestaciones y reintegración de la grieta con plaquetas extraídas de las nuevas cuñas.
Cosido de las grietas con grapas de acero corrugado inoxidable.	
Refuerzo estructural: ENCAMISADO METÁLICO	Refuerzo estructural: anillos de ZUNCHADO en el fuste
Limpieza mediante chorro de arena	Limpieza mediante cepillado
Limpieza de grafitis mediante chorro de arena	Limpieza de grafitis mediante disolvente universal
Hidrofugado de la superficie	Hidrofugado de la superficie
Limpieza y pavimentado del entorno e interior de la chimenea	Limpieza y pavimentado del entorno e interior de la chimenea
Colocación de una puerta en el hueco de acceso al interior de la chimenea	Colocación de una puerta en el hueco de acceso al interior de la chimenea
Colocación de un sombrerete metálico en la coronación de la chimenea.	Colocación de un sombrerete metálico en la coronación de la chimenea.
Eliminar pararrayos	Se instaló un nuevo pararrayos

Para realizar los trabajos de albañilería se subcontrató a la empresa *JJ Sorribes Construccions SL* de Deltebre que contaba con experiencia en otros trabajos relacionados con el patrimonio arquitectónico. En este sentido tuve vista (o suerte) ya que aportó sus conocimientos como un profesional más del equipo.

La forma de adjudicación de las obras, con excesivas *bajas* y la obligación de realizar *mejoras al proyecto*, deja poco margen de actuación al jefe de obra que debe justificar ante sus superiores cualquier desviación económica. Quiero decir con esto que difícilmente se podrán realizar partidas no previstas en proyecto. Como ejemplo diré que quise excavar el interior de la base en busca de la galería de humos, pero rechacé inmediatamente la idea ante la imposibilidad de cualquier justificación económica.

Como curiosidad mencionar que cuando se me adjudicó la obra mis superiores desconocían la existencia de la chimenea, pensaban que sólo se trataba de actuar en la reurbanización de las calles.

Muchas veces las administraciones caen en el engaño y adjudican a la mejor oferta económica y no a quien garantice una buena ejecución de la obra.

IV. CUARTA ETAPA: LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA. *Constituye una etapa posterior a la intervención, esencial para prolongar los efectos de ésta en todos los órdenes y para prevenir, evitar o distanciar la aparición de las causas que puedan obligar a una nueva intervención.*

(...)

Fases: custodia y divulgación, verificación y prevención y el mantenimiento.

Custodia y Divulgación. Sé que en el Archivo Municipal de Amposta dispone para su consulta, de una copia del proyecto, pero no de la documentación generada en la obra (levantamiento, fotografías...).

Mantenimiento. El proyecto no se cuestiona la necesaria verificación de los trabajos para detectar cambios inesperados o comprobar la efectividad de la solución aplicada ni durante ni después de la intervención.

La conservación y el mantenimiento de un edificio de nueva planta y su programación previa con el *Libro del Edificio* correspondiente es ya habitual. No ocurre lo mismo en el caso de las actuaciones en el patrimonio monumental. Sin embargo, el mantenimiento de la obra se manifiesta imprescindible para garantizar la continuidad del disfrute colectivo del monumento y para alejar lo más posible la necesidad de una nueva intervención. En el apartado siguiente esbozaré una posible programación.

4.5.4. Plan de Mantenimiento

Durante el periodo de uso de la chimenea se asumía la tarea de conservarla, pero la ausencia de uso acentuó su abandono. Si se ha llegado a la necesidad de una restauración ha sido en parte por este abandono. Ahora bien, una vez realizado el esfuerzo de su restauración es necesario promover su mantenimiento.

Se propone un mantenimiento planificado y preventivo antes de que el elemento constructivo se deteriore. De este modo se podrá detectar los daños en su fase inicial y así evitar reparaciones más costosas.

Se puede realizar un documento que recoja toda la información de la chimenea y a la vez una programación de su mantenimiento. El documento contendrá la información de la obra realmente ejecutada y un calendario del mantenimiento (inspecciones, limpieza, reparaciones...) indicando quién realiza estas operaciones.

- Historial de actuaciones.
- Relación de puntos vulnerables.
- Puntos de inspección. Listado de comprobaciones a realizar.

Al encontrarse fuera de uso el riesgo de alteraciones de la fábrica debido a tensiones de origen térmico es muy bajo. La principal causa de su deterioro será debida a los cambios ambientales y climáticos.

Para la inspección visual nos podemos ayudar de prismáticos o cámaras fotográficas con el objetivo adecuado. Con el teodolito podemos comprobar la desviación del fuste. También es posible realizar inspecciones utilizando distintas técnicas como la termografía, fotografías infrarrojas...

Para una inspección periódica más exhaustiva se podrá emplear plataformas elevadoras articuladas.

Puntos vulnerables

- Interior del fuste, sobre todo en la base y en su coronación
- Exterior del fuste, sobre todo en su último tercio (coronación)
- Partes metálicas: escalera, pararrayos y anillos de zunchado

Puntos de inspección

- Duración del tratamiento hidrorrepelente del fuste
- Comprobar que el material metálico del zunchado no provoca daños debido a su propia dilatación y contracción. Se recomienda realizar una primera comprobación a los 2 años de terminada la restauración
- Fisuras y grietas en el fuste
- Desviación del fuste
- Erosión del ladrillo o del mortero de las juntas sobre todo en la corona.
- Puntos de entrada o condensación de agua. Sombrerete metálico de remate.
- Aparición de musgo o vegetación
- Entrada de animales (pájaros, insectos...)

Pararrayos

- Estado de la punta
- Estado de los anclajes
- Conducción interrumpida
- Toma de tierra insuficiente. Se comprobará mediante la correspondiente medición
- Corrosión

Frecuencia de la inspección

Depende de varios factores como la situación de la chimenea, características de los materiales y su estado de conservación. Al encontrarse fuera de uso podríamos recomendar ciclos de inspección de 5 años.

4.5.5. Recomendaciones

"(...) en restauración monumental... sólo hay un criterio universal válido: el que afirma que no hay, no puede haber unos criterios universales previos para afrontar el proyecto arquitectónico.

Las circunstancias de cada actuación (el propio monumento, su estado físico, su significación, los objetivos a satisfacer, etc.) pueden sugerir actitudes, "criterios" distintos -incluso aparentemente opuestos-, y en cada ocasión de forma empírica se concreta de una u otra forma la toma de posición sobre estos principios. Frente a esta ausencia de criterios permanentes se alza como única garantía la pauta metodológica que nos permita en cada caso hallar el criterio eficaz."³⁸

No obstante, creo necesario ofrecer algunas directrices que permitan enfocar adecuadamente la restauración de una chimenea industrial de fábrica cerámica.

En este sentido me parece modélica la actuación realizada por dos compañeros en sendas actuaciones:

1. *Restauración de la chimenea industrial de la antigua fábrica térmica "La Valenciana" en la avenida Gaspar Aguilar de Valencia.* Proyecto redactado y dirigido por el arquitecto técnico Rafael Benedito Zamora. Obra finalizada durante el mes de Julio de 2003.
2. *Restauración de la chimenea de la Cerámica Olivense en Oliva (Valencia).* Proyecto redactado y dirigido por el arquitecto técnico Vicent Francesc Llopis Cardona. Periodo ejecución de la obra: Mayo-Septiembre de 2006.

No he tenido posibilidad de consultar los proyectos, pero conozco las intervenciones por los artículos que se han publicado.

Las dos intervenciones se asemejan bastante en cuanto al desarrollo empleado en la obra. Pero de entre los dos trabajos me parece destacable el realizado por Vicent Francesc Llopis Cardona especialmente por la metodología empleada: riguroso estudio previo, búsqueda de documentación histórica, levantamiento planimétrico, entrevistas con maestros de obra, pruebas de laboratorio, ...

Pero no todos los técnicos que intervienen en el patrimonio son conscientes de la importancia de la metodología y criterios a emplear.

Tras la experiencia adquirida durante la restauración de *la Xemenia del Molí d'Arròs d'Adell* me gustaría aportar un pequeño **Cuaderno de Campo** que ayude a dirigir los ojos del que mira hacia aspectos que pasarían desapercibidos. Tal vez, como primera toma de contacto con la chimenea; inicio de un adecuado *estudio previo*, para más tarde, si es que es necesario, intervenir de la manera más eficaz garantizando la salvaguardia del valor documental, arquitectónico y significativo del monumento.

³⁸ *La restauración objetiva (Método SCCM)*, pp. 29-30

Para finalizar, quisiera exponer de manera esquemática las fases de un *estudio previo* a la intervención de restauración de una chimenea.

ESTUDIO PREVIO

A. Examen arquitectónico:

- Investigación de documentación histórica.
- Investigación constructiva e inspección visual. Sin olvidar ningún detalle: partes de la chimenea, aparejos, clase de ladrillos utilizados, junta empleada, cornisas, ...
- Levantamiento geométrico y representación gráfica.

B. Estudios analíticos:

- Ensayos:
 - Identificación de las características de sus componentes: ladrillos y mortero (composición).
 - Diagnóstico estructural: tensiones.
- Estudio patológico
- Estudio de estabilidad. Cálculo estructural.

Del mismo modo, se describen sintéticamente las fases de una propuesta de intervención.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN UNA CHIMENEA DE FÁBRICA

1. Desmontar elementos impropios y fuera de uso.
2. Rellenar grietas con mortero de reparación (mortero de cal y marmolina de 2-3 cm de profundidad). Según la dimensión de la grieta tal vez se necesite aplicar un fondo de junta de polietileno para poder aplicar posteriormente el mortero de cal.
3. Cosido, realizado en número de tres por metro de grieta, mediante: perforación, soplado interior e inyección de resinas epoxi con la introducción de varillas roscadas inoxidables o de fibra de vidrio.

4. Limpieza mecánica para eliminar suciedad y costras. Sin eliminar la pátina del tiempo.
5. Adecuación cromática de toda la superficie de ladrillo, mediante una pátina de pigmentos naturales a base de agua de cal.
6. Aplicación de una impregnación hidrófuga y fungicida de toda la superficie del ladrillo y las juntas.
7. Sustitución del pararrayos original por otro de acero inoxidable, con nuevo cableado y nueva toma de tierra.

5. REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Lámina I. Levantamiento de Obra: *plantas, alzado y sección.*

Lámina II. Comparativo levantamiento *proyecto y obra.*

Lámina III. Detalles.

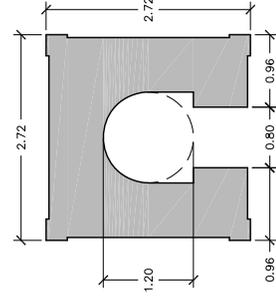
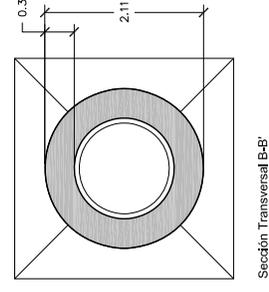
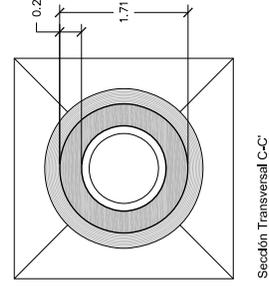
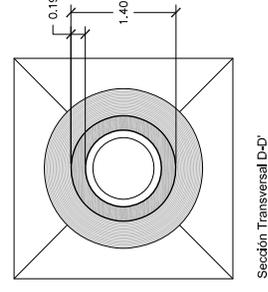
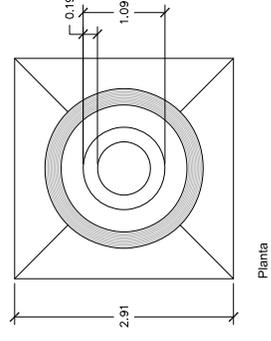
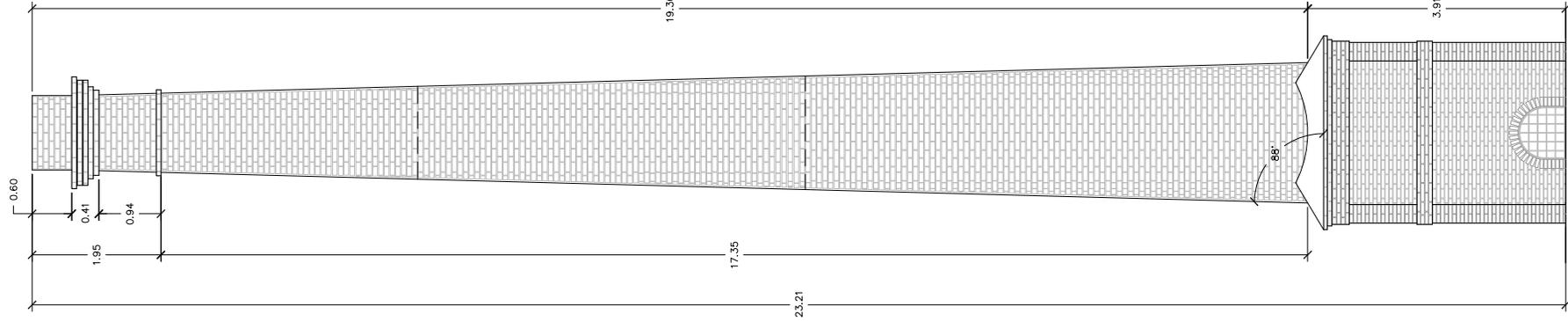
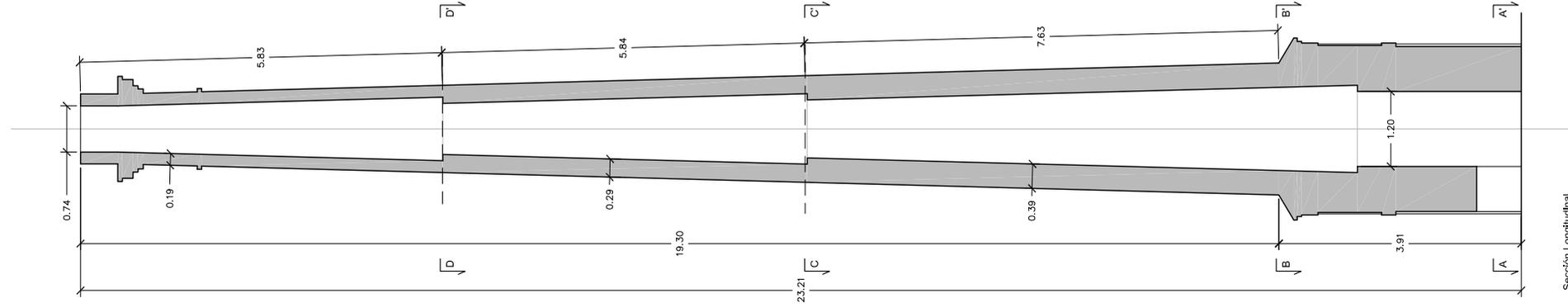
Lámina IV. Estudio tipológico.

Lámina V. Cálculo estructural. Estudio gráfico del fuste.

Lámina VI. Cálculo estructural. Comprobación de la Estabilidad Hipótesis 1 y 2.

Lámina VII. Cálculo estructural. Comprobación de la Estabilidad Hipótesis 3.

Lámina I. Levantamiento de Obra: *plantas, alzado y sección.*

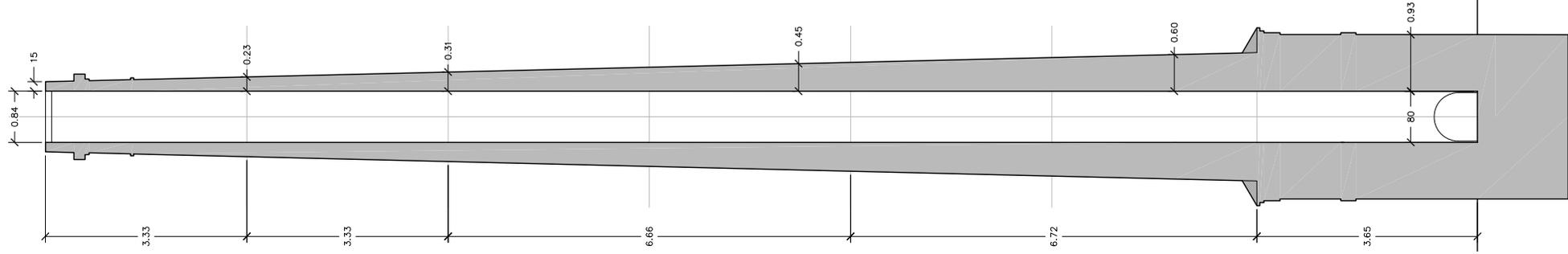


Sección Longitudinal

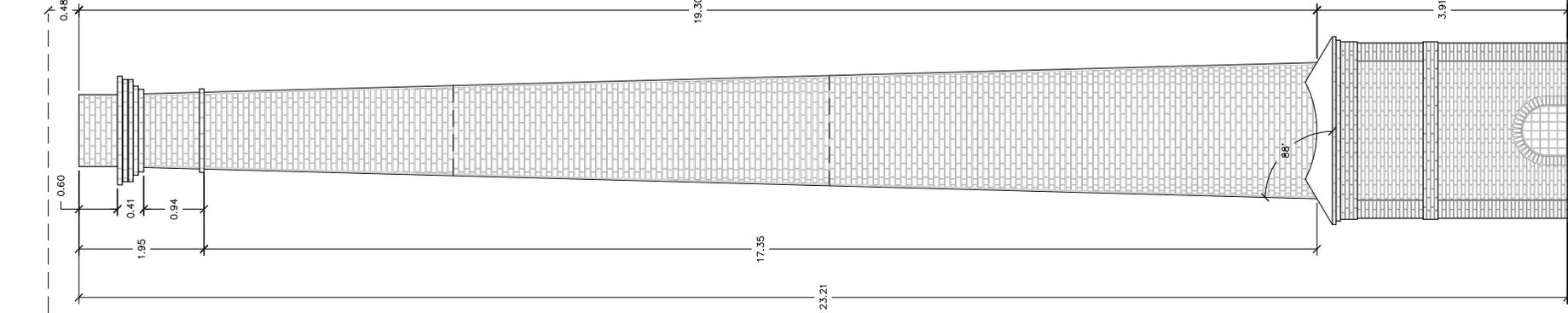
Alzado (Cara Noreste)

Sección Transversal A-A'

Lámina II. Comparativo levantamiento *proyecto y obra*.



Alzado y Sección
 Proyecto de Rehabilitación y Refuerzo Estructural
 Jaume Sagarra Sanz (arquitecto)



Alzado y Sección
 Levantamiento durante la Ejecución de la Obra
 Manel Segarra Adifán (arquitecto técnico)

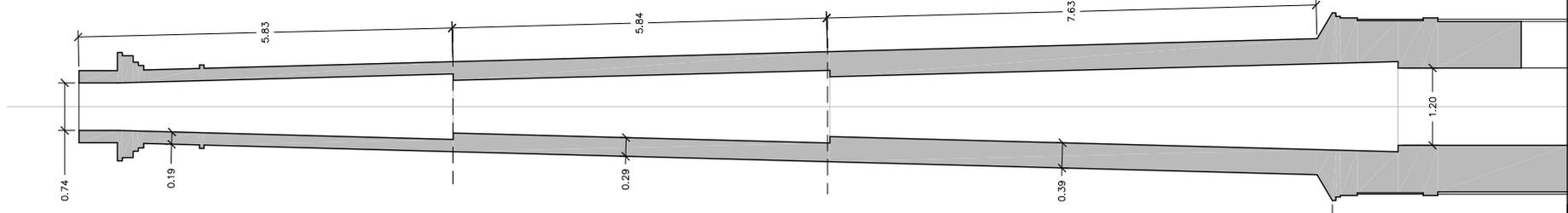


Lámina III. Detalles.

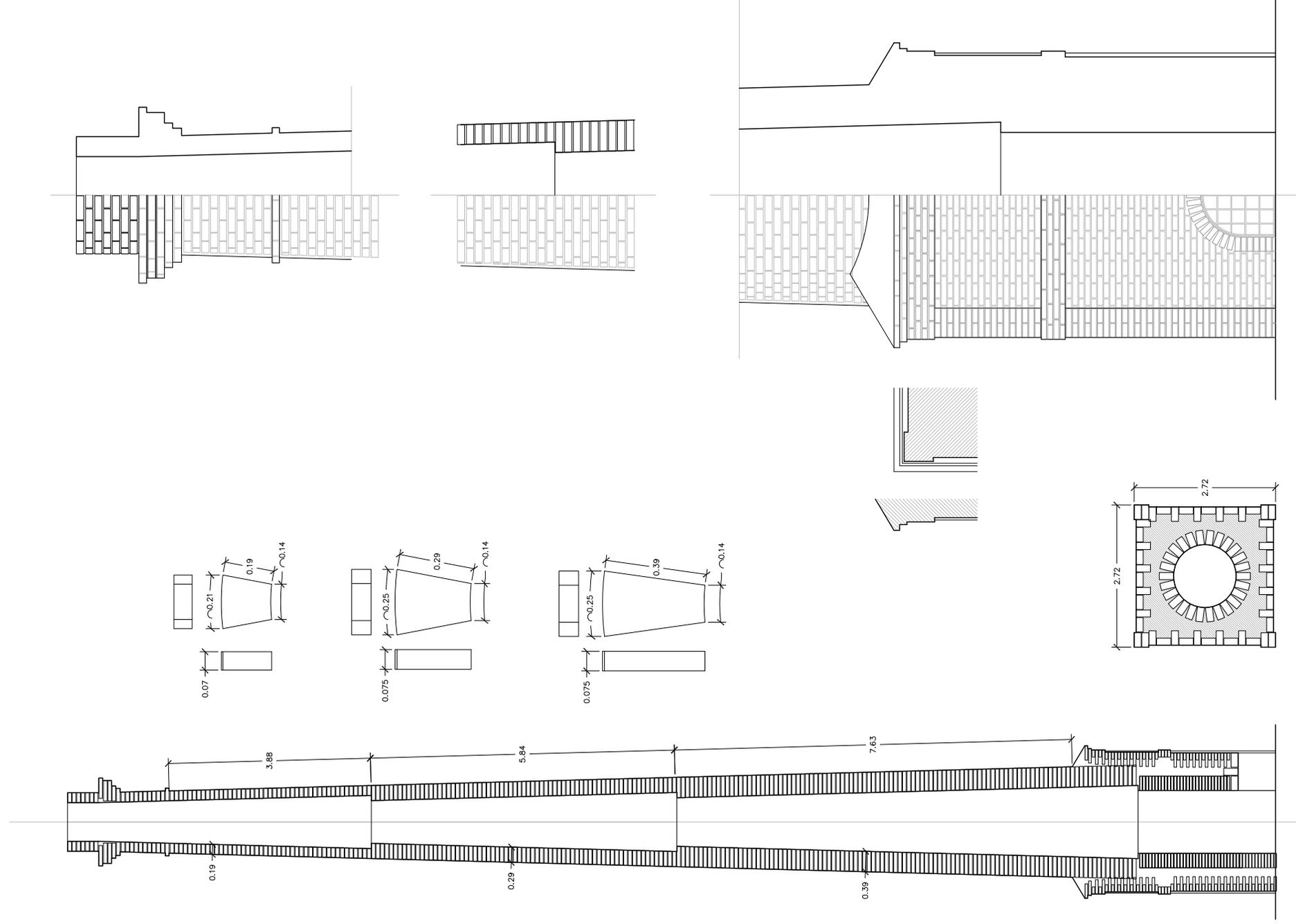
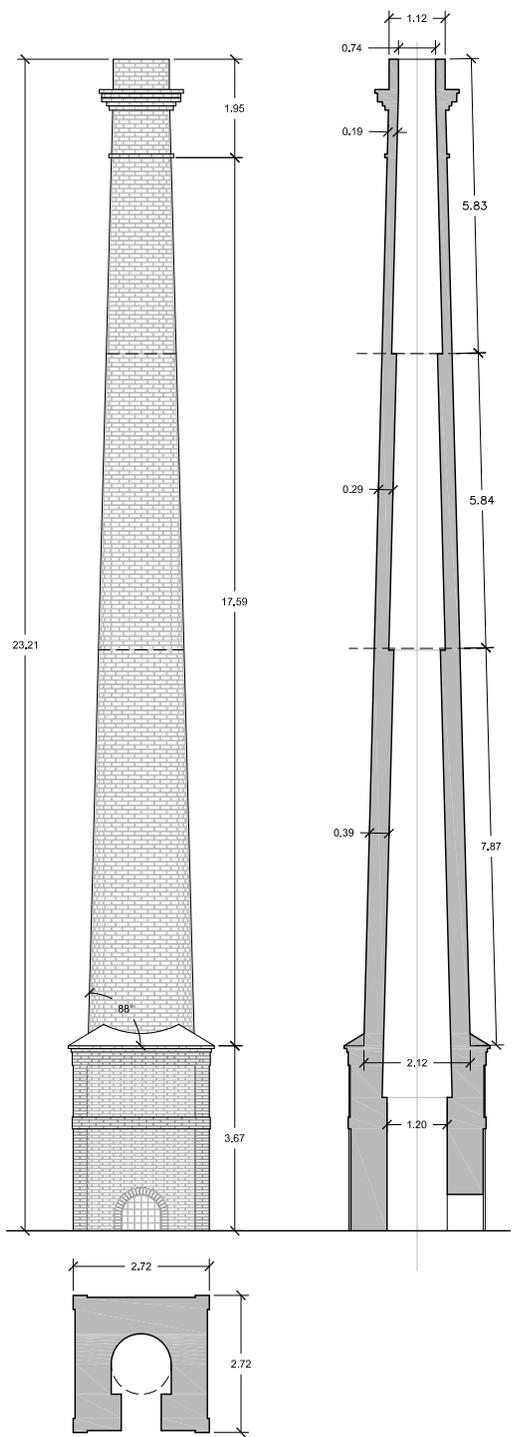
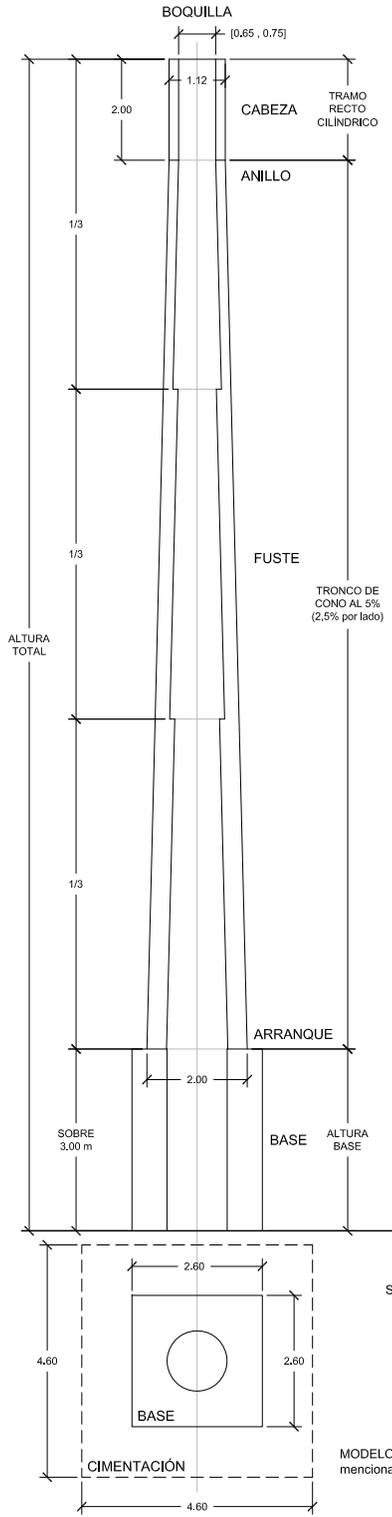


Lámina IV. Estudio tipológico.



Levantamiento durante la Ejecución de la Obra



MODELO según los criterios dimensionales mencionados en el libro de P. Cascales (2001)

Superposición LEVANTAMIENTO - MODELO

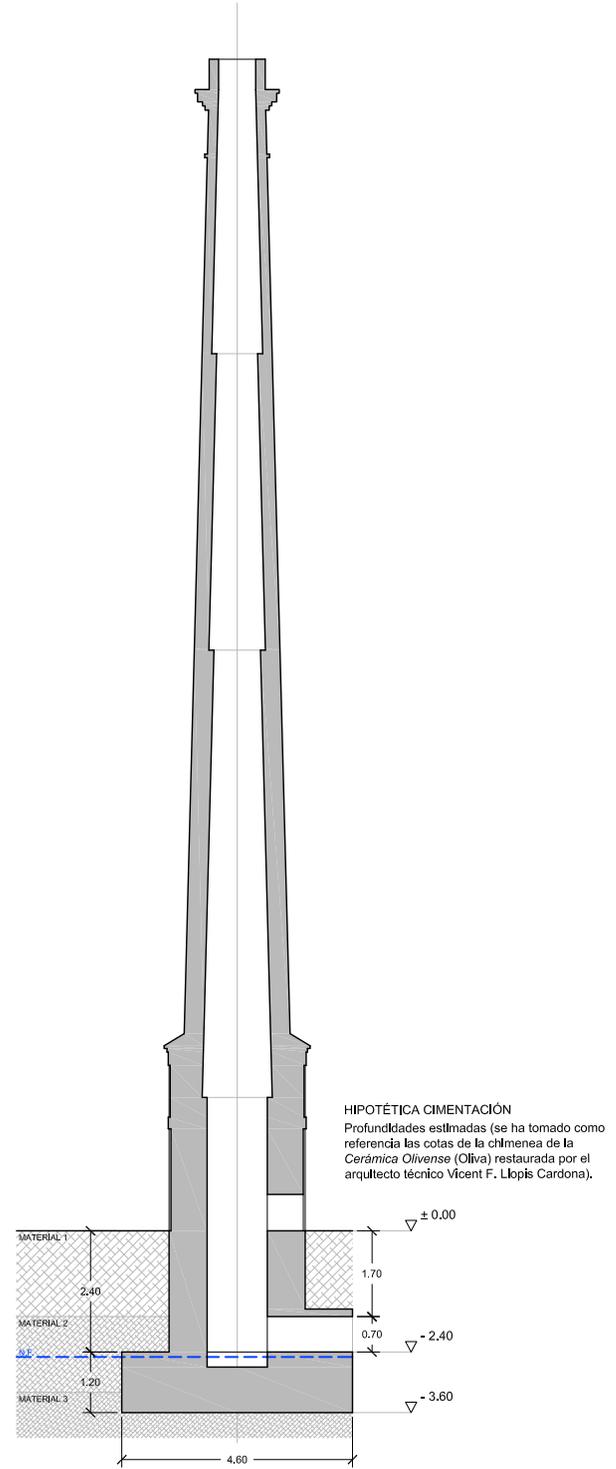
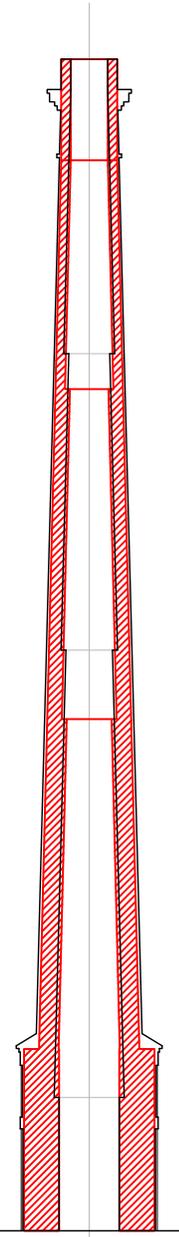
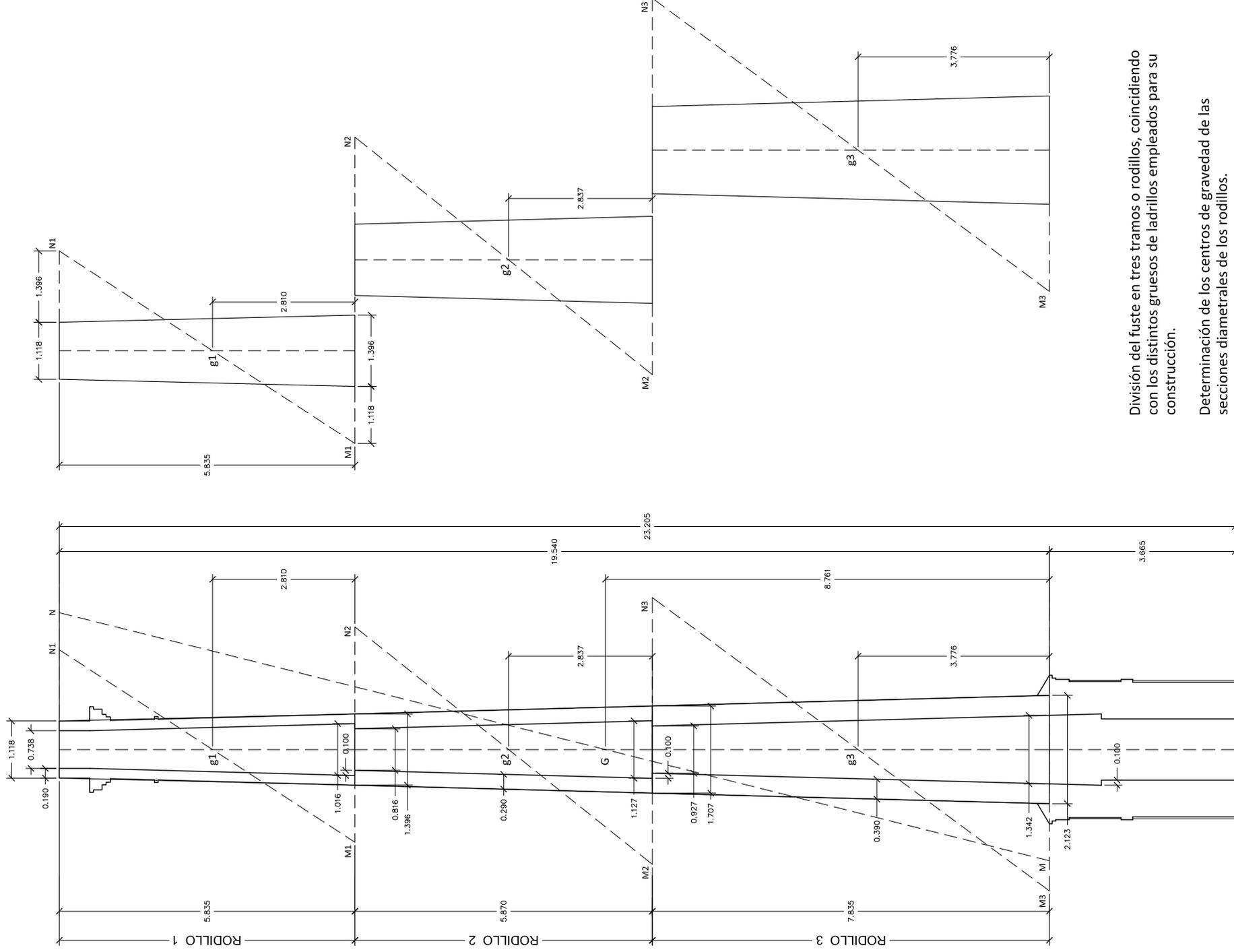


Lámina V. Cálculo estructural. Estudio gráfico del fuste.



División del fuste en tres tramos o rodillos, coincidiendo con los distintos gruesos de ladrillos empleados para su construcción.

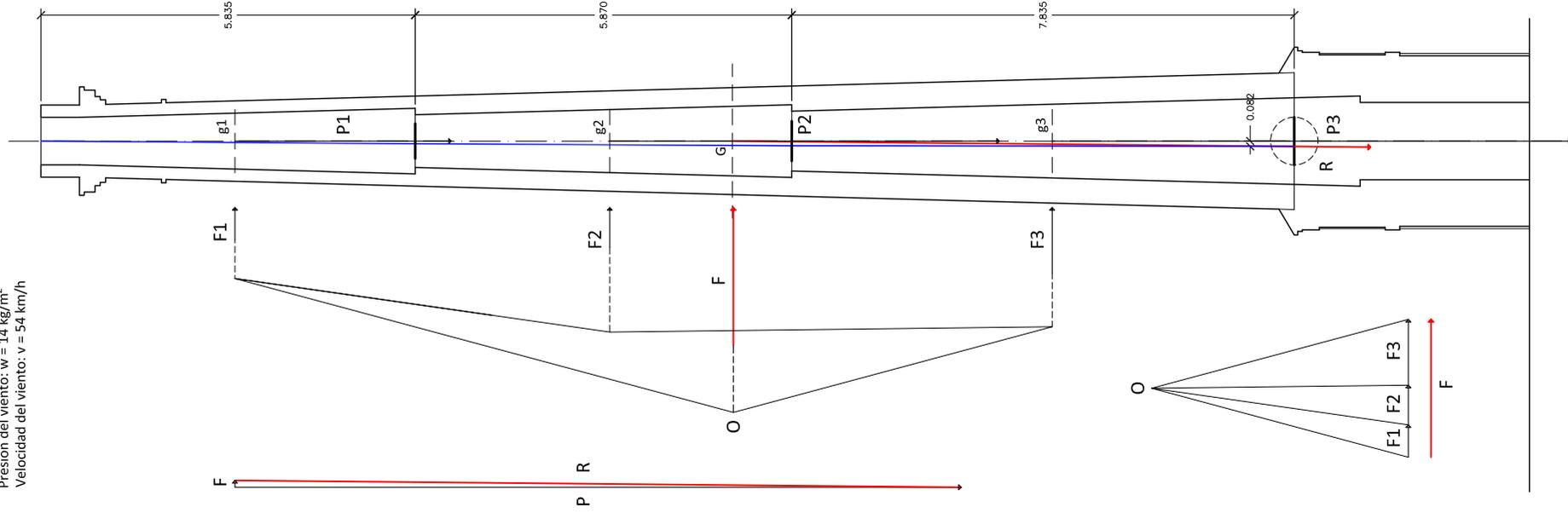
Determinación de los centros de gravedad de las secciones diametrales de los rodillos.

Lámina VI. Cálculo estructural. Comprobación de la Estabilidad Hipótesis 1 y 2.

HIPÓTESIS 1

Consideración de las acciones con viento muy fuerte.

Presión del viento: $w = 14 \text{ kg/m}^2$
Velocidad del viento: $v = 54 \text{ km/h}$



HIPÓTESIS 2

Consideración de las acciones establecidas por la Norma NBE-AE-88

Presión del viento: $w = 100 \text{ kg/m}^2$
Velocidad del viento: $v = 144 \text{ km/h}$

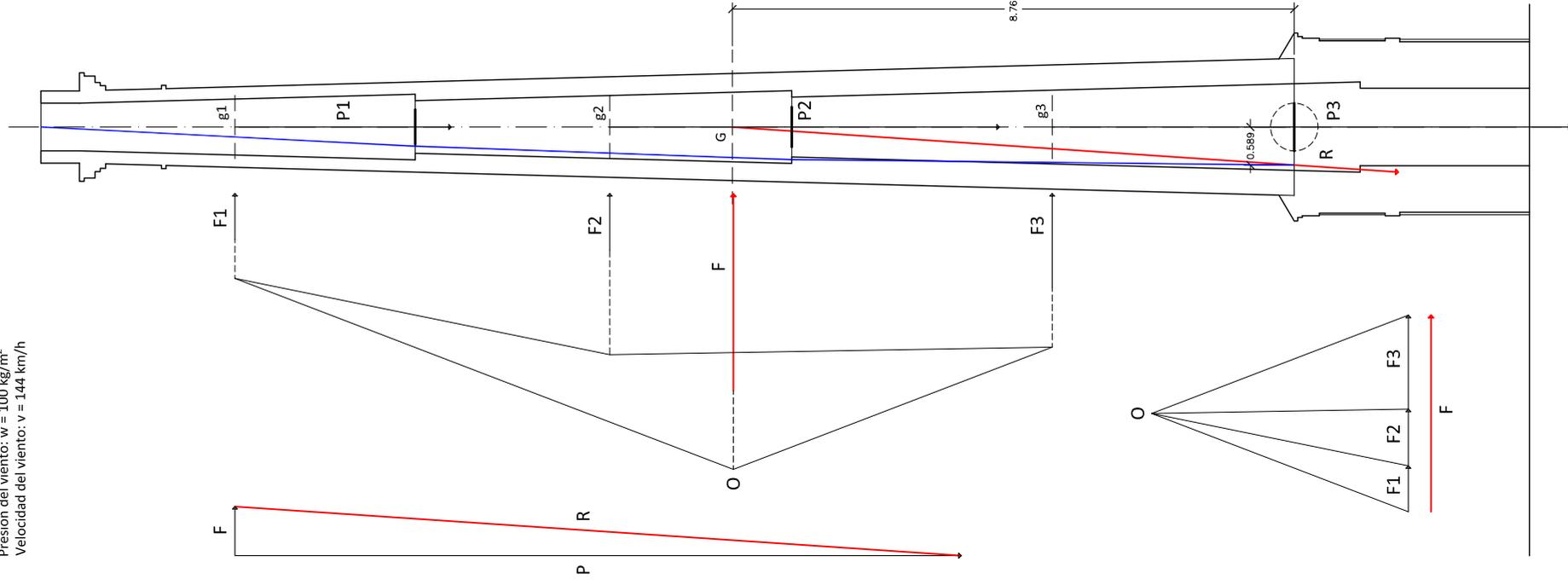
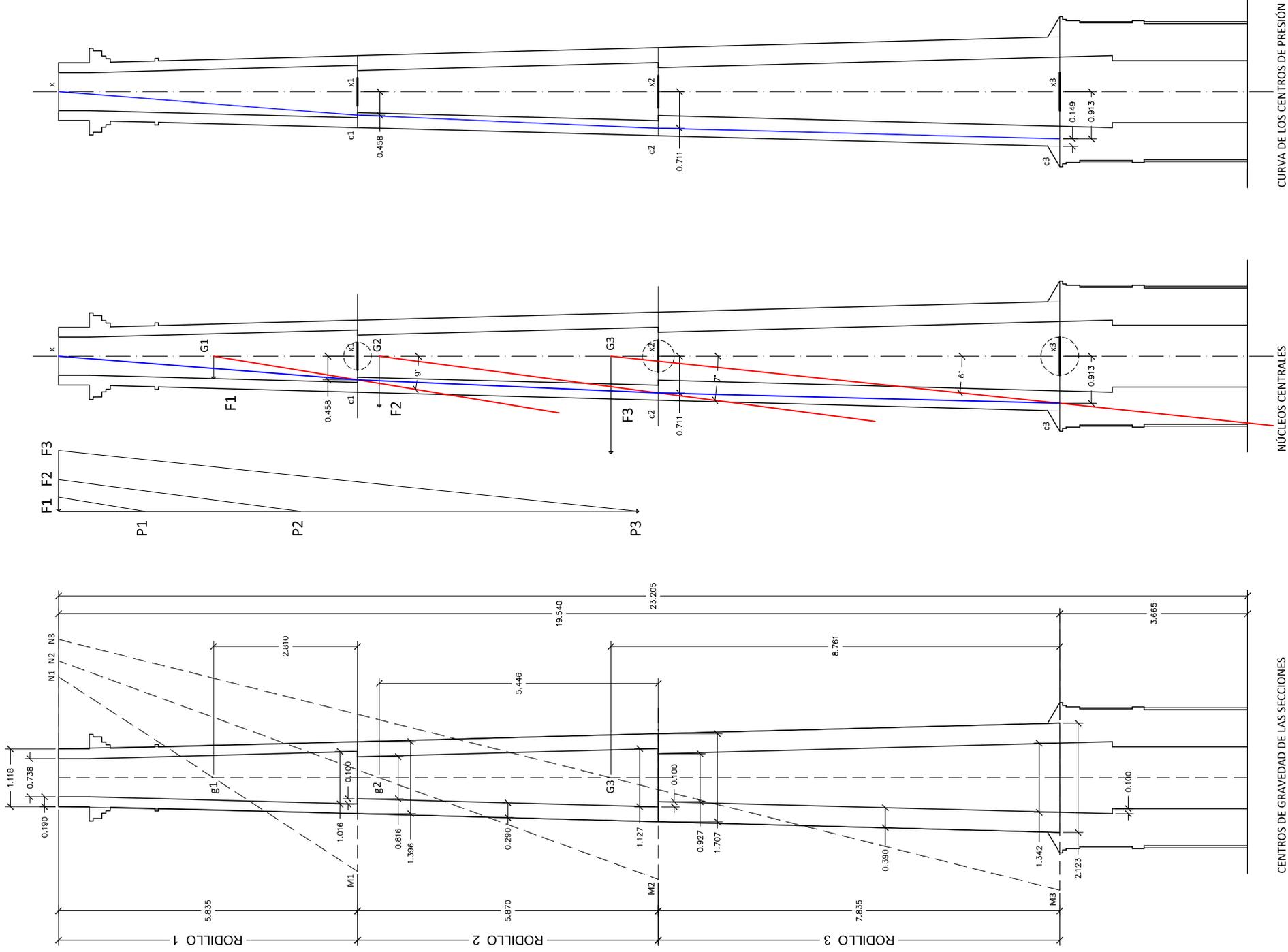


Lámina VII. Cálculo estructural. Comprobación de la Estabilidad Hipótesis 3.

HIPÓTESIS 3

Presión del viento: $w = 150 \text{ kg/m}^2$
 Velocidad del viento: $v = 176 \text{ km/h}$



CENTROS DE GRAVEDAD DE LAS SECCIONES

NÚCLEOS CENTRALES

CURVA DE LOS CENTROS DE PRESIÓN

6. REPRESENTACIÓN FOTOGRÁFICA

6. REPRESENTACIÓN FOTOGRÁFICA

6.1. EL MOLINO D'ADELL

Las fotografías que se adjuntan en este apartado son parte de la colección privada de José Adell German. Han sido facilitadas por su hija Adela Adell Panisello y el marido de esta, José Subirats Pallarés. Gracias a ellas podemos hacernos una idea de cómo era el molino (*figuras 6.1 a 6.3*).



Figura 6.1



Figura 6.2



Figura 6.3



Figura 6.4



Figura 6.5

Figuras 6.4 y 6.5: Estado en que quedó el edificio que albergaba la caldera y máquina de vapor tras su explosión el día 25 de julio de 1962.

Plantilla del molino

Figuras 6.6 a 6.9: Instantáneas donde podemos ver parte de la plantilla de trabajadores del molino d'Adell.

Figura 6.7: De izquierda a derecha: *el fogonero* (Joan), el maquinista y el *encargado de la lonja*.



Figura 6.6



Figura 6.8



Figura 6.7.



Figura 6.9

6.2. LA CHIMENEA DEL MOLINO D'ADELL

6.2.1. ESTADO PREVIO A LA ACTUACIÓN

La documentación gráfica que se adjunta en este apartado forma parte de la **toma de datos** realizada por los técnicos municipales (fotografías y plano de levantamiento) que sirvió de base, al arquitecto Jaume Sagarra, en la redacción del *informe sobre el estado* de la chimenea y posterior *proyecto de rehabilitación y refuerzo*.

Figura 6.10: Plano de levantamiento de la chimenea en el que se grafía el interior del fuste como una sección continua y vertical que, debido a la inclinación de la superficie exterior, supone un espesor de pared cambiante (de mayor a menor). Supuesto que, ni tan siquiera coincide con la sección en planta que se grafía.

La cornisa de la corona se dibuja de menor dimensión. También se grafía una mayor altura total de la chimenea.

$$3,89 \text{ (base)} + 19,10 \text{ (fuste)} + 0,25 \text{ (cornisa)} + 0,65 \text{ (boquilla)} = 23,89 \text{ m}$$

Figura 6.11: Vista general de la chimenea, en su lado Sur, antes de la restauración.

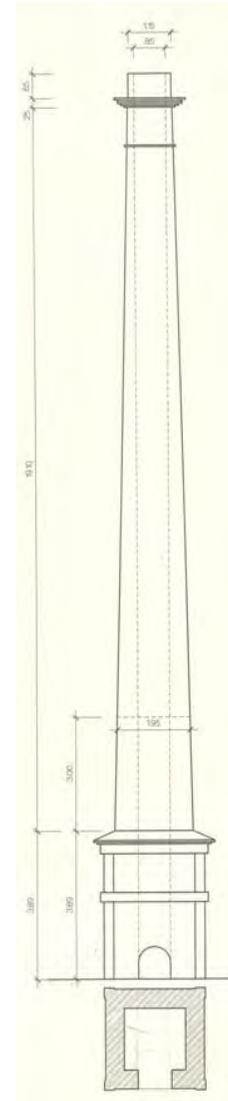


Figura 6.10



Figura 6.11

Estado de la BASE

Figura 6.12: Base de la chimenea, de sección cuadrada sin pendiente. Se aprecia la disposición de los ladrillos según el aparejo flamenco. Lado suroeste.

Figura 6.13: Lados noroeste y suroeste. En el primero podemos observar azulejos con el nombre del molino y la marca de arroz que comercializaba: "MOLÍ ADELL ARRÒS MANELIC".

Figura 6.14: Detalle de la cornisa de la base.

Figura 6.15: Abertura de la base. Arco de medio punto con una sola rosca y ladrillo visto a tizón en sardinell.

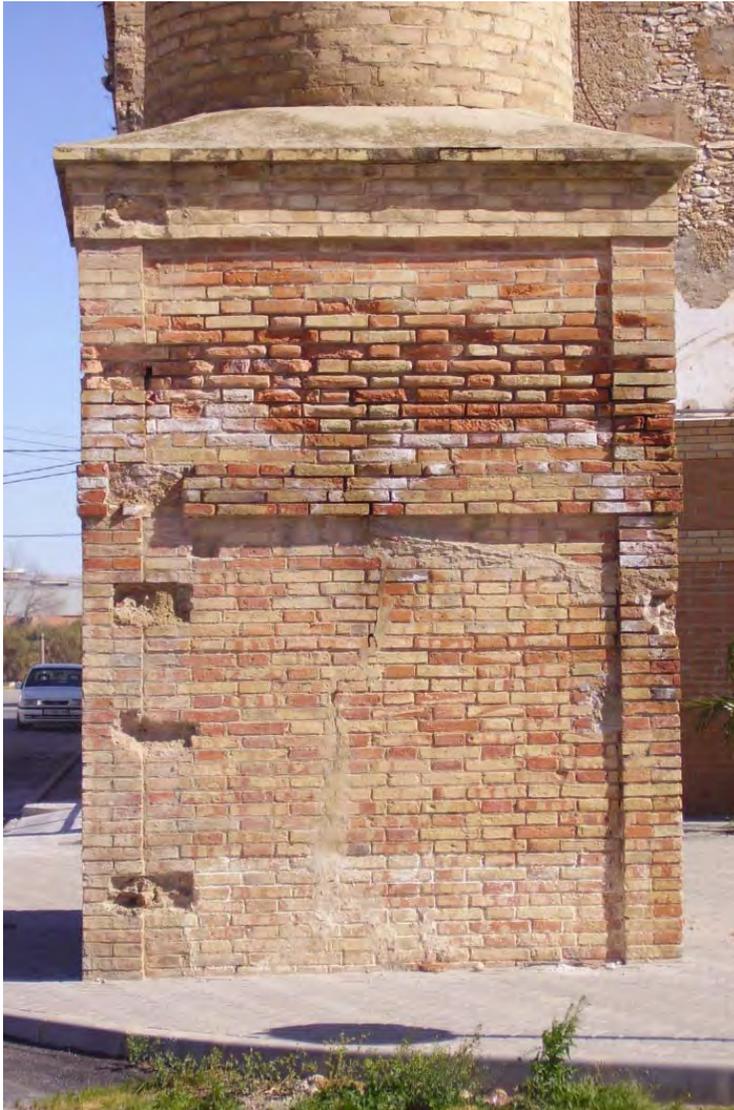


Figura 6.12

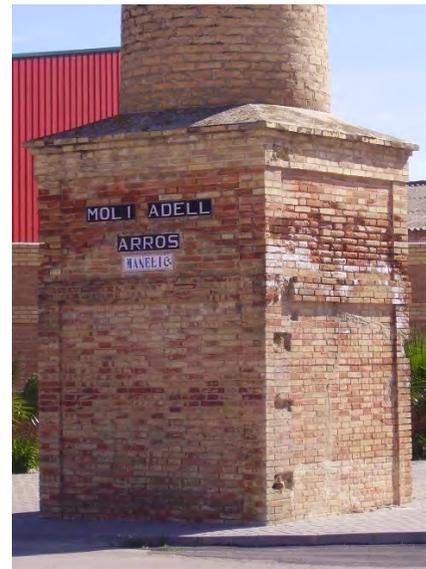


Figura 6.13

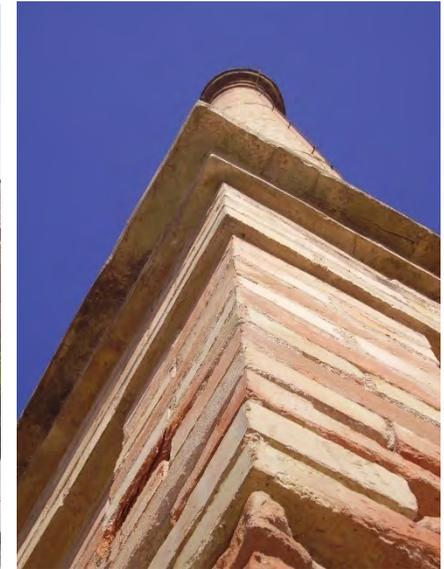


Figura 6.14



Figura 6.15

Estado del FUSTE

Figura 6.16: Fuste de sección troncocónica. Grieta vertical en la parte superior del fuste.

Figura 6.17: Grieta vertical en el fuste. Se aprecia como rompe, indistintamente, la junta o la pieza cerámica.

Figura 6.18: Detalle de la grieta donde se aprecia desplazamiento de uno de los lados.

Figura 6.19: Grieta horizontal, con pérdida de sección cerámica.

Figura 6.20: Grietas verticales y paralelas en el fuste. Cuya separación, como comprobaremos, coincide con el ancho de la escalera de pates.

Figura 6.21: Zona más afectada del fuste.

Figura 6.22 a 6.24: Dimensión de las grietas.



Figura 6.16



Figura 6.17



Figura 6.18



Figura 6.19



Figura 6.20



Figura 6.21

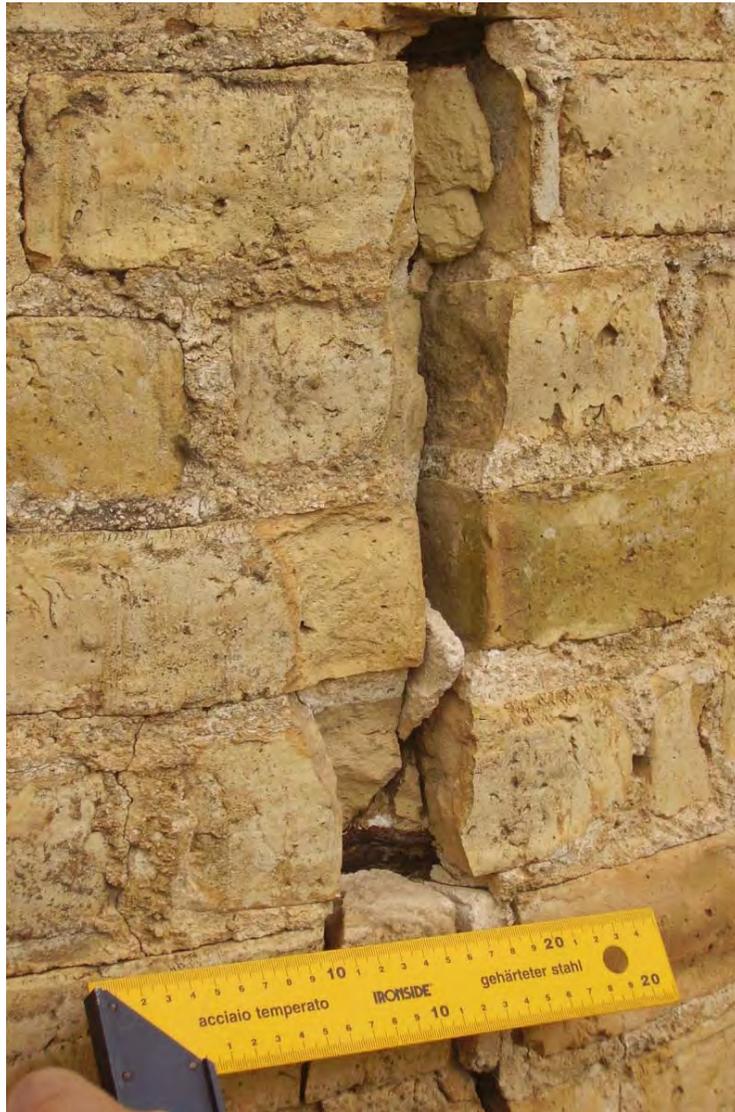


Figura 6.22



Figura 6.23



Figura 6.24

Estado de la CORONA

Figura 6.25: Inclinación de la corona y parte superior del fuste.

Figura 6.26 y 6.27: Corona. Presenta grietas, disgregación de las juntas y piezas sueltas y desplazadas.

Figura 6.28 y 6.92: Anillo metálico de remate y pararrayos.



Figura 6.25



Figura 6.26



Figura 6.27



Figura 6.28



Figura 6.29



Figura 6.30



Figura 6.31



Figura 6.32



Figura 6.33

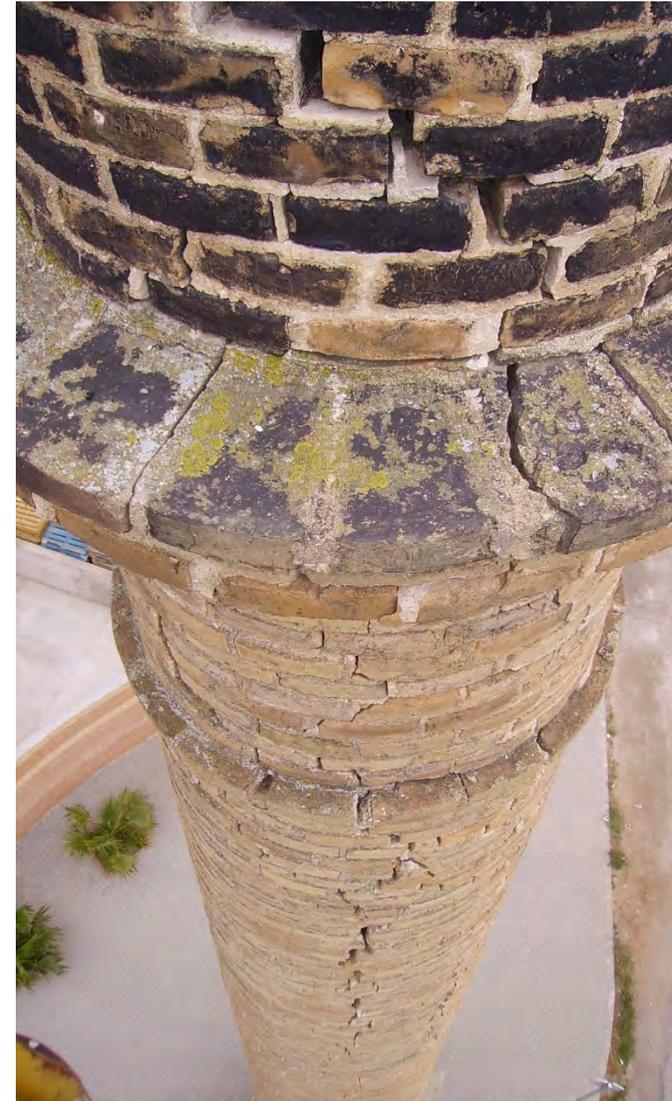


Figura 6.30 y 6.31: Detalle del anillo metálico de remate

Figura 6.32 y 6.33: Dimensión de las grietas.

Figura 6.34: Vista cenital de la corona y el fuste.

Figura 6.34

6.2.2. LA OBRA REALIZADA

Las fotografías que a continuación se reproducen forman parte del seguimiento de la obra, ordenadas según el proceso llevado a cabo.

Se indican qué fotografías fueron tomadas por la Dirección Facultativa, mencionando al autor de las mismas.

Dirección Facultativa:

Arquitecto: *Jaume Sagarra Sanz*

Arquitecto técnico: *Miquela Fontanet Miró*

Toma de Contacto

Figura 6.35: Proceso de montaje del andamio necesario para la ejecución de los trabajos.

Figura 6.36: Fotografía de la grieta vertical del fuste desde el andamio.

Figura 6.37: Fotografía de la grieta horizontal del fuste desde el andamio

Figura 6.38: Se puede observar el desplazamiento del último tramo del fuste.



Figura 6.35



Figura 6.36
Foto Jaume



Figura 6.37
Foto Jaume



Figura 6.38
Foto Jaume

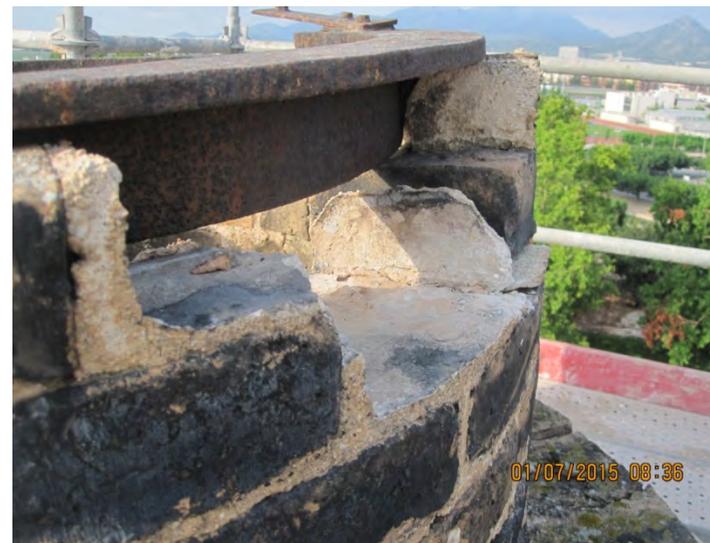


Figura 6.39

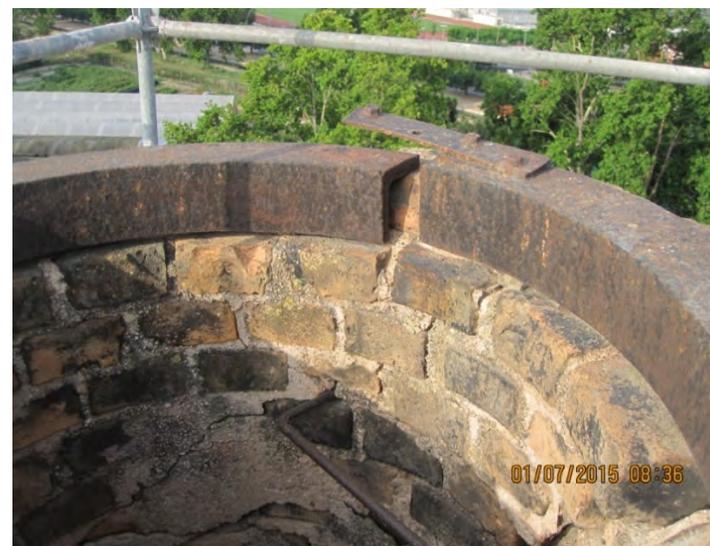


Figura 6.40

Figura 6.39 y 6.40: Detalle el anillo metálico de atado.

Figura 6.41: Escalera interior. Fotografiada desde la parte superior de la chimenea.

Figura 6.42: Vista del interior del fuste.

Figura 6.43: Detalle de la escalera metálica interior.



Figura 6.41



Figura 6.42

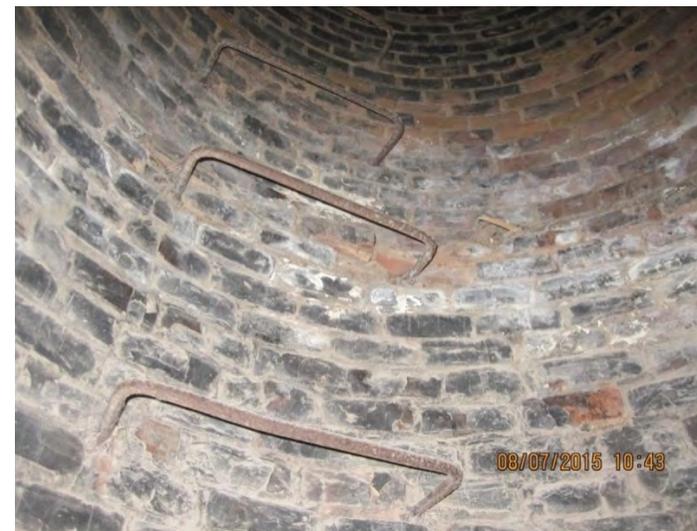


Figura 6.43

Figura 6.44 y 6.45: Desplazamiento de la fábrica

Figura 6.46: Armadura interior. Coincide con el último cambio de sección del fuste.

Figura 6.47: Armadura interior. Efecto de acuñamiento.

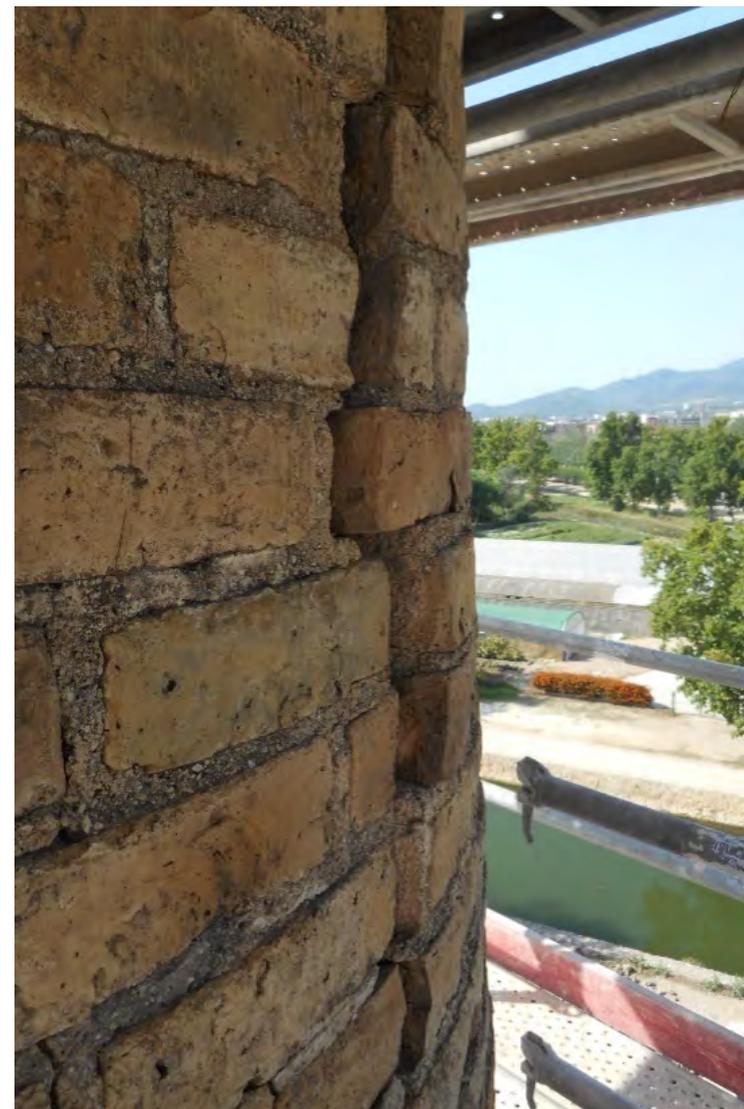


Figura 6.44
Foto Jaume



Figura 6.45
Foto Jaume



Figura 6.46



Figura 6.47

Figura 6.48: Toma de datos de la inclinación del fuste con la ayuda de Ricardo Recio, encargado de la obra.

Figura 6.49 y 6.50: Toma de datos de las cuñas utilizadas en el segundo tramo del fuste: 24x29x7 centímetros.

Figura 6.51 y 6.52: Toma de datos de las cuñas utilizadas en el tercer tramo del fuste: 20x19x7 centímetros.



Figura 6.48



Figura 6.49



Figura 6.50



Figura 6.51

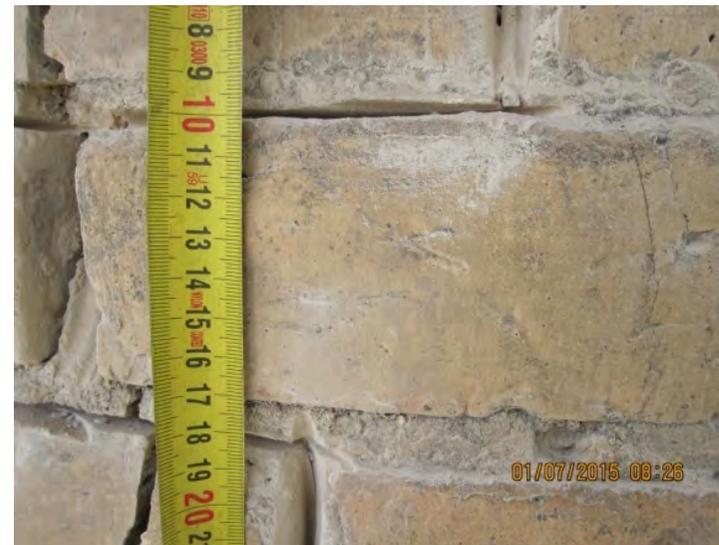


Figura 6.52

Desmontaje de la corona y parte superior del fuste

Figura 6.53: Vista general de la chimenea justo en el momento posterior al desmontaje de su último tramo.

Figura 6.54: Podemos apreciar la dimensión de las cuñas cerámicas del último tramo.

Figura 6.55: Vista interior del fuste en la que podemos comprobar cómo coinciden las dos grandes grietas verticales con la zona de anclaje de la escalera de pates metálicos (corrosión y efecto acuñamiento). También son visibles los dos saltos del escalonamiento interior del fuste.

Figura 6.56: Tramo superior tras el desmontaje *escalonado*. Observamos los mechinales utilizados por el andamio interior para la construcción de la chimenea.



Figura 6.53



Figura 6.54



Figura 6.55



Figura 6.56
Foto Jaume

Saneado del fuste y de la base

Figura 6.57 a 6.59: Detalle del picado de los ladrillos afectados por las grietas.

Figura 6.60: Armado horizontal del fuste. Saneado para proceder a su pasivación.

Figura 6.61: Anclaje de la escalera metálica.

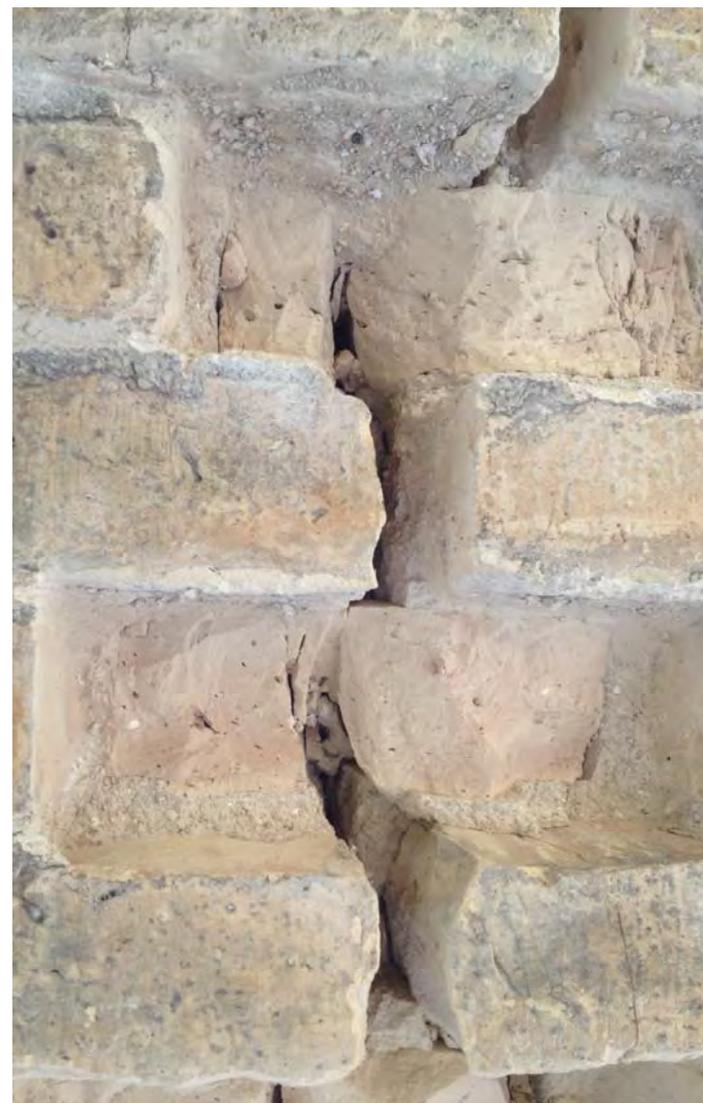


Figura 6.57
Foto Miquela



Figura 6.58
Foto Jaume



Figura 6.59
Foto Jaume



Figura 6.60
Foto Jaume



Figura 6.61
Foto Jaume

Figura 6.62: Detalle del saneado de ladrillos rotos de la base.

Figura 6.63: Vista general de la base durante los trabajos de saneado.

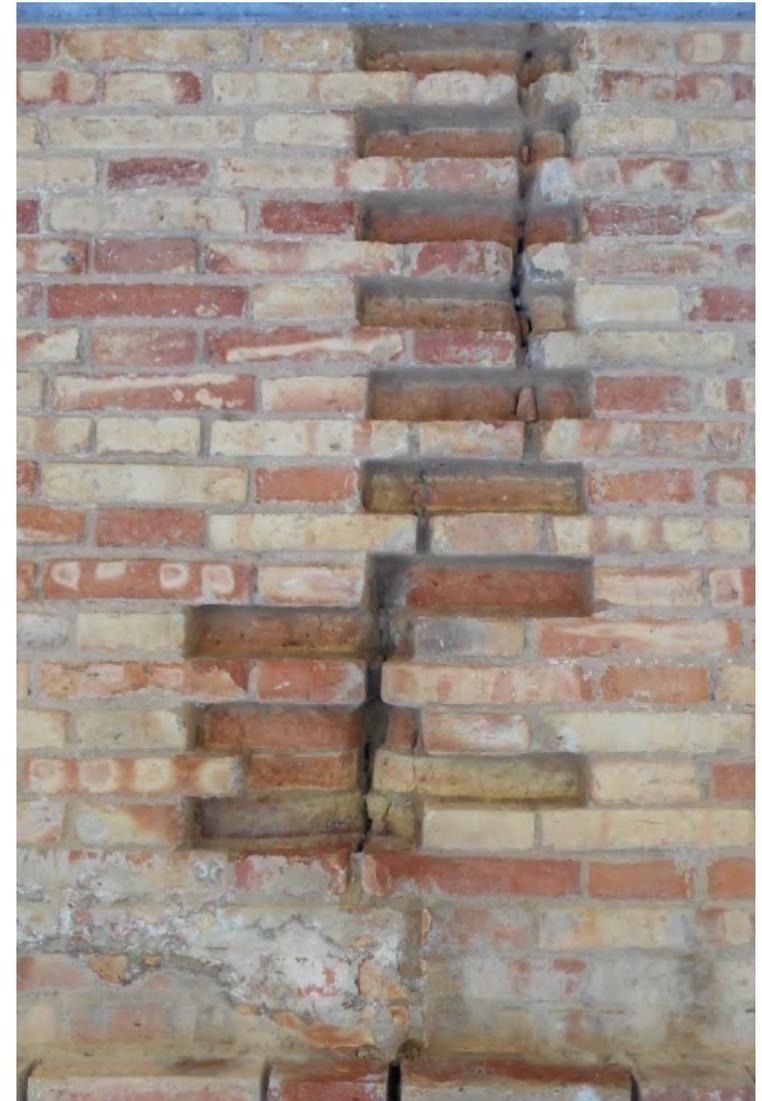


Figura 6.62
Foto Jaume



Figura 6.63
Foto Jaume



Figura 6.64



Figura 6.65
Jaume

Reconstrucción del último tramo del fuste y corona

Figura 6.64 y 6.65: Acopio de cuñas.

Figura 6.66 a 6.68: Reconstrucción de la corona



Figura 6.66



Figura 6.67



Figura 6.68

Reintegración volumétrica

- Figura 6.69: Se reintegró volumétricamente la base con nuevos ladrillos, respetando la disposición y traba original.
- Figura 6.70: Vista del interior del fuste reconstruido. Como puede observarse, la Dirección Facultativa tomó la decisión colocar la escalera interior metálica en este tramo
- Figura 6.71: Relleno de grietas y fisuras con mortero *Mape-Antique Strutturale NHL de MAPEI*.
- Figura 6.72: Reintegración volumétrica del fuste, con plaquetas extraídas de las nuevas cuñas.



Figura 6.69



Figura 6.70



Figura 6.71
Fot. Miquela



Figura 6.72
Fot. Miquela



Figura 6.73
Foto Jaume

Refuerzo estructural

Figura 6.73: Anillos para el zunchado del fuste.

Figura 6.74: Anillo de remate de la chimenea.

Figura 6.75: Unión de las dos piezas que conforman el anillo metálico

Figura 6.76: Se puede observar como también se atornillaron los anillos al fuste.

Figura 6.77: Colocación de los anillos desde el andamio.

Figura 6.78: Detalle de los anillos.



Figura 6.74
Foto Jaume



Figura 6.75



Figura 6.76



Figura 6.77
Foto Jaume

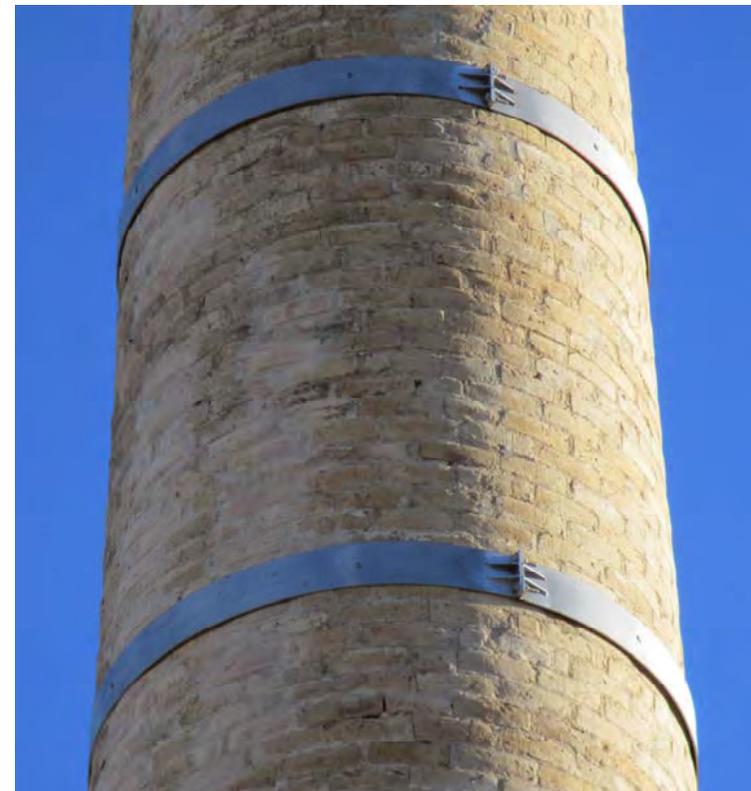


Figura 6.78

Pararrayos

Figura 6.79: Detalle del anclaje del cable al fuste.

Figura 6.80: Detalle de la punta del pararrayos.

Figura 6.81 y 6.82: Proceso de desmontaje del andamio, tras la instalación del pararrayos.



Figura 6.79

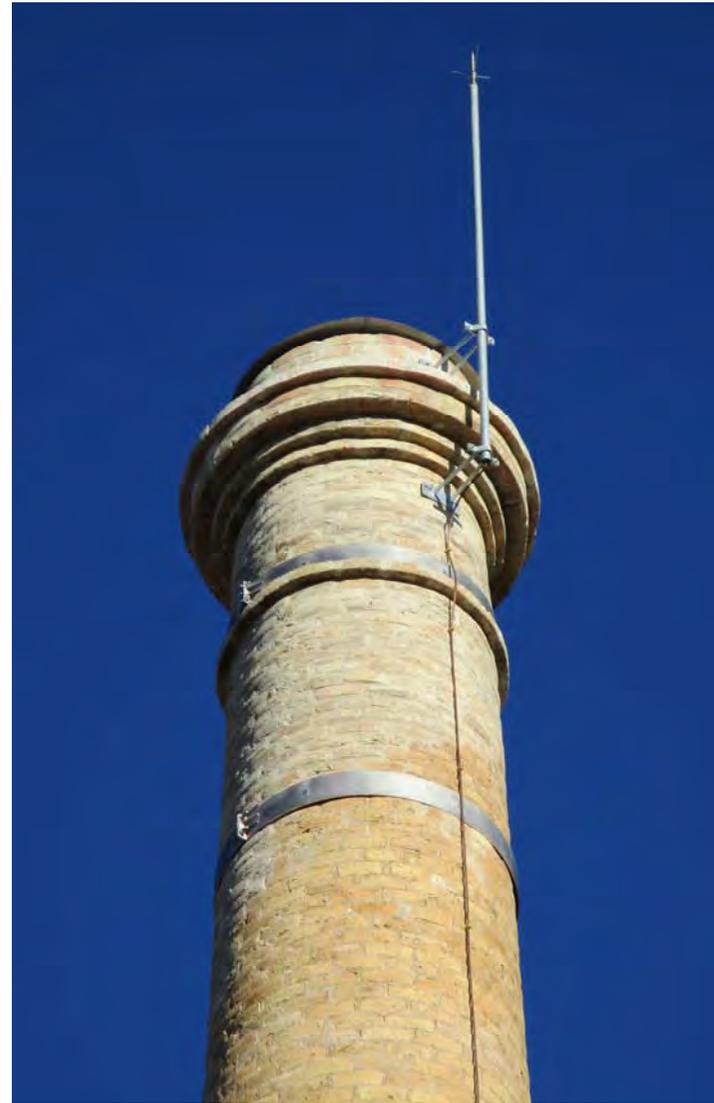


Figura 6.80



Figura 6.81
Foto Jaume



Figura 6.82
Foto Jaume



Figura 6.83



Figura 6.84



Figura 6.85



Figura 6.86

Final de Obra

Figura 6.83: Vista general de la chimenea tras la restauración.

Figura 6.84: Base restaurada.

Figura 6.85: Contrapicado del fuste restaurado.

Figura 6.86: Detalle de la reja del hueco de acceso al interior de la chimenea.

Figura 6.87: Vista general de la chimenea antes de la restauración.

Figura 6.88: Vista general de la chimenea tras la restauración.



Figura 6.87



Figura 6.88

6.2.3. TRES AÑOS DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN

Tres años después de la intervención no se observa ningún daño en la chimenea:

- *Acumulación de hojarasca en el interior de la chimenea.*
- *Crece algo de vegetación entre el pavimento exterior y la base, muy poco. Realmente el entorno está muy bien cuidado.*

No obstante, se puede observar con bastante claridad los puntos del fuste donde se intervino debido a que tras el sellado de las grietas no se aplicó ninguna pátina de pigmentos naturales para adecuar cromáticamente toda la superficie.



Figura 6.89. Detalle del fuste.



Figura 6.90



Figura 6.91



Figura 6.92. Vista general

(Fotografías tomadas el 15 de agosto de 2018).

7. CONCLUSIONES

7. CONCLUSIONES

El objetivo principal del presente trabajo fin de máster era el **análisis y valoración de la restauración de la chimenea**. Para alcanzar este objetivo general se definieron otros objetivos específicos, veamos pues las conclusiones:

OBJETIVO: analizar estado previo

Aunque en los últimos años ha aumentado el reconocimiento hacia el patrimonio arquitectónico industrial podemos pensar que, en nuestro caso, simplemente nos encontramos frente a una chimenea que ha perdido el uso para la que fue construida. Pero es, precisamente, su forma y la ausencia de función la que remarca el sentido *escultural* de la chimenea, cargándola de un gran **valor significativo**, ya que sigue siendo el símbolo más potente del pasado industrial del territorio.

Casi siempre la intervención de una *chimenea industrial de fábrica de ladrillo* acaba siendo asimilada únicamente a una intervención de carácter estructural, olvidando así otros aspectos y destruyendo características distintivas. En la mayoría de los casos su restauración viene motivada por una preocupación frente a la pérdida de su estabilidad. Nos angustia su fuste inclinado y agrietado o su corona disgregada, afectada por el paso del tiempo y las inclemencias meteorológicas.

Con el andamio instalado pudimos comprobar el estado previo de la chimenea y la necesidad real de actuar sobre el desplome del último tramo del fuste, sobre sus grietas verticales y horizontales, y sobre la corona en todo su conjunto.

OBJETIVO: conocer su tipología

Con lo expuesto en el trabajo, queda claro que para una correcta valoración de la chimenea se hace necesario un detallado estudio que va más allá de identificar la forma de sus bases, fustes y coronas. El estudio de los distintos materiales y el cómo se entrelazan, su técnica de construcción y sobre todo, un correcto análisis estructural (sin obviar su particular geometría), nos aproximará al conocimiento de su tipología arquitectónica que determinará el grado de restauración.

Composición de la base, fuste y corona, cornisas, transición entre sus partes, aparejos utilizados, ladrillos, morteros, tratamiento de las juntas, decoración... todo nos habla de la mano de quien la construyó. Su restauración requiere de un respeto y una comprensión detallada para garantizar la protección de su **valor documental**.

OBJETIVO: analizar proyecto

El proyectista remarca su voluntad de rehacer la **unidad estructural y estética de la chimenea**, pero transmite un insuficiente conocimiento sobre el objeto. Se queda en lo más obvio.

El proyecto parte desde un levantamiento geométrico erróneo y sin ninguna investigación histórica, constructiva, o incluso sin la voluntad de realizar ensayos o monitorizaciones que ayuden a entender el comportamiento estructural.

Aún así el análisis de las lesiones observadas no es del todo equivocado. Pero el cálculo estructural no es el adecuado y esto provoca la excesiva propuesta de intervención estructural sobre el objeto.

En general, cuando trabajamos con una estructura de obra de fábrica tendemos a analizarla desde criterios erróneos. Las estructuras de fábrica se conciben para trabajar fundamentalmente a compresión y la clave para su comprensión hay que buscarla en un correcto **entendimiento de su geometría y la caracterización de sus materiales**.

El análisis preliminar de la obra de fábrica debe basarse en monitorizaciones, en pruebas de los materiales que identifiquen las características de los componentes de este material compuesto: los ladrillos (cocidos o secados al sol, etc.) y el tipo de mortero (de cemento, de cal, etc.). Es desde la comprensión de su estado tensional desde donde hay que plantear cualquier refuerzo estructural (encamisados, zunchados...); demostrando que es indispensable.

OBJETIVO: analizar criterio de intervención

Los trabajos realizados sobre la chimenea no difieren mucho de lo inicialmente proyectado. Se trataba de: recuperar la verticalidad, coser de alguna manera las grietas verticales del fuste, eliminar el pararrayos y añadir algún tipo de refuerzo estructural, porque según el proyecto era lo necesario.

Más allá de la falta de conocimiento y respeto sobre la obra de fábrica, las actuaciones realizadas no me parecieron del todo desencaminadas. Se consiguió rehacer la verticalidad y con ello se estabilizó el conjunto. No obstante, no hubiera tomado la decisión de utilizar plaquetas de ladrillo para eliminar cualquier rasgo de grieta. Me parece más coherente lo que planteaba el proyecto, que era su colmatado y cosido, sin eliminar la cicatriz del paso del tiempo.

En cuanto al refuerzo estructural se desechó la idea del encamisado por la dificultad de su ejecución y se colocaron unos anillos de zunchado sobre el fuste, innecesarios desde mi punto de vista. La decisión no fue justificada por ningún cálculo, simplemente se colocaron por tranquilidad del proyectista y de paso del pueblo.

Por suerte, acabó instalándose un nuevo pararrayos. Pero la decisión volvió a ser casual y no justificada.

Como *jefe de obra* he sentido impotencia frente al trabajo desarrollado. Es cierto que me sentía escuchado por parte de la Dirección Facultativa, pero tenía poco margen de maniobra. Cuando se adjudica a la baja y, sobre todo, cuando el proyecto no planifica las acciones adecuadas, es difícil cambiar algo. Pesa más el coste y la duración de la obra.

Así, más allá del uso de técnicas, la correcta restauración pasa por conocer bien al objeto, actuando con un máximo respeto hacia él. Una de las claves para conseguirlo radica en una adecuada protección y en la elección de los artífices que llevarán a cabo la intervención. Sin olvidar el proceso de licitación de la obra.

OBJETIVO: recomendaciones internacionales

Los criterios internacionales en intervención exigen conocer el objeto sobre el que se va a actuar y respetar sus características. Toda intervención debe venir avalada por el *estudio previo* y máximo conocimiento.

La particularidad de la intervención en una estructura arquitectónica requiere el conocimiento exhaustivo de los materiales y su estado tensional.

Este hecho debe condicionar su restauración a la idea de "*intervención mínima*"; protegiendo los materiales, técnicas y formas originales de manera que permita transmitir toda "la autenticidad" del monumento, sin añadidos innecesarios.

Por otro lado, una vez realizado el esfuerzo de su restauración es necesario documentar la intervención realizada, pero sin duda no hay que olvidar la importancia labor del mantenimiento.

OBJETIVO: formular un cuaderno de estudio

Tras la experiencia adquirida durante la restauración de *la Xemenia del Molí d'Arròs d'Adell* y la elaboración de este *trabajo final de máster* me gustaría aportar un **Cuaderno de Campo** que ayude en el proceso de comprensión de la chimenea de fábrica de ladrillo cerámico, o al menos que sirva para dirigir los ojos del que mira hacia aspectos que pasarían desapercibidos. Tal vez, como primera toma de contacto con la chimenea; inicio de un adecuado *estudio previo*, para más tarde, si es que es necesario, intervenir de la manera más eficaz **garantizando la salvaguardia del valor documental, arquitectónico y significativo del monumento**.

A nivel personal, el haber participado en la restauración de la chimenea me ha acercado hacia un patrimonio que no tenía suficientemente valorado. Entendí la importancia del trabajo previo, de enfrentarse al objeto con ganas de entender, de escuchar y aprender de él.

8. BIBLIOGRAFÍA

8. BIBLIOGRAFÍA Y DOCUMENTACIÓN

8.1. BIBLIOGRAFÍA

General

MADOZ, P., *Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de Ultramar*. Tomo II. Madrid: 1845, pp. 252-254

Restauración arquitectónica

GONZÁLEZ MORENO-NAVARRO, A., *La restauración objetiva. Método SCCM de restauración monumental. Memoria SPAL 1993-1998*. Barcelona: Diputación de Barcelona. Área de Cooperación. Servicio de Patrimonio Arquitectónico Local, 1999

ICOMOS. *Principios para el análisis, conservación y restauración de las estructuras del Patrimonio Arquitectónico*. Ratificada por la 14ª Asamblea General del ICOMOS, en Victoria Falls, Zimbabwe, octubre de 2003.

RIVERA BLANCO, J., *De varia restauratione. Teoría e historia de la restauración arquitectónica*. Madrid: Abada Editores, 2008

UNESCO, *Carta de Cracovia, 2000. Principios para la Conservación y Restauración del Patrimonio construido*. Versión española del Instituto Español de Arquitectura (Universidad de Valladolid), Javier Rivera Blanco y Salvador Pérez Arroyo. Miembros del Comité Científico de la "Conferencia Internacional Cracovia 2000"

Patrimonio arquitectónico industrial

AGUILAR CIVERA, I., *Arquitectura industrial. Concepto, método y fuentes*. Valencia: Museu d'Etnologia Diputació de València, 1998

AGUILAR CIVERA, I., *El patrimonio arquitectónico industrial valenciano. Algunos ejemplos*. Valencia: Facultat de Geografia i Història, Universitat de València, Separata de la revista SAITABI, 54, 2004, pp 155-192

AGUILAR CIVERA, I., *El patrimonio arquitectónico industrial*. Madrid: Cuadernos de Restauración del Instituto Juan de Herrera de la ETSAM, Volumen VII, 2007

CERDÀ PÉREZ, M., *Arqueología industrial*. Valencia: Universitat de València, 2008

CERDÀ PÉREZ, M., GARCÍA BONAFÉ, M., *Enciclopedia Valenciana de Arqueología Industrial*. Valencia: Edicions Alfons El Magnànim. Institució Valenciana d'Estudis i Investigació, 1995

FARNÓS, A., *El patrimoni industrial a les comarques de l'Ebre*. Museu del Montsià, Informatiu núm. 43, Gener-Febrer 1997

MAGÁN PERALES, J. M. A., *El Patrimonio Industrial, el gran olvidado en la legislación española sobre Bienes Culturales. Un análisis de la situación legislativa estatal y autonómica*. *Revista DYNA*, Vol. LXXXI-4, mayo 2006, pp. 31-36

SOBRINO SIMAL, J., *Nuevas estrategias de gestión patrimonial. El programa de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico Industrial de la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía*. *Revista Transportes, Servicios y Telecomunicaciones*, Número 8, septiembre 2005, pp. 167-184

Amposta y el cultivo del arroz

AMPOSTA 1908. *Crònica d'un temps. Memòria de 100 anys de ciutadania*. Amposta: Ajuntament d'Amposta i Museu Comarcal del Montsià, 2009

BEL I QUEROL, J. F., *L'associacionisme agrari al Delta de l'Ebre (dels inicis de l'expansió arrossera fins a l'esclat de la Guerra Civil)*. Centre d'Estudis Històrics Comarcals del Baix Ebre, Recerca 9, 2005, pp. 295-323

BLANQUET, Eduard [et al.], Amposta. Benicarló: Onada Edicions, 2006

CABALLERO I LLUCH, J. V., *L'arròs en el Delta de l'Ebre. Resultats dels Assaigs 1979-1990*. Barcelona: Generalitat de Catalunya Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca- Fundació la Caixa, 1992

El Canal que trae la vida. 150 años del canal de la derecha del Ebro. Amposta: Comunidad General de Regantes del Canal de la Derecha del Ebro, 2005

FABREGAT GALCERÀ, E., *L'impacte de l'arròs. El Delta de l'Ebre a la dècada del 1860*. Benicarló: Onada Edicions, 2006

MOLINET COLL, V. *Restauració del Delta de l'Ebre 1. Recuperació de la configuració del Delta de l'Ebre*. Tesina. Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona - Enginyeria de Camins, Canals i Ports UPC, 2006

PUJOL I BERTRAN, A. [et al.], Amposta. *Imatges per a la història. 1870-1969*. Amposta: Ajuntament d'Amposta, 1996

SORIANO-MONTAGUT MARCOS, M.: *El llarg camí cap a una ciutat moderna. Amposta 1850-1960*. Amposta: Ajuntament d'Amposta, 2006

VILLALBÍ, M., *El molí de Cercós (Amposta)*. Actas de las III Jornadas de Arqueología Industrial de Cataluña, Sabadell 17, 18 y 19 de noviembre de 1994, pp. 180-199.

VILLALBÍ, M., *Cens dels molins arrossers d'Amposta*. Actas de las III Jornadas de Arqueología Industrial de Cataluña, Sabadell 17, 18 y 19 de noviembre de 1994, pp. 202-215.

Chimeneas de fábrica de ladrillo

BERROCAL DÍAZ, D., *Xemeneies de rajola. Els inicis industrials de l'Horta Sud*. Torrent: Perifèric Edicions. Institut d'Estudis Comarcals de l'Horta Sud (IDECO), Col·lecció Monografies de l'Horta Sud, 2012

CASCALES LÓPEZ, P. L., *Las chimeneas industriales de Alcantarilla*. Alcantarilla: Ferretería Zapata, 2001

CLEMENTE LÓPEZ, P., SÁNCHEZ TOMÁS, C., *Las Chimeneas industriales de la provincia de Albacete*. Albacete: Excma. Diputación de Albacete, Instituto de Estudios Albacetenses "Don Juan Manuel", 2006

DE LAS RIVAS Y LÓPEZ, M., *Chimeneas de fábrica. Teoría, cálculo de sus dimensiones, estabilidad, construcción*. Madrid: Imprenta del Memorial de Ingenieros del Ejército, Colección de Memorias. Cuarta Época – Tomo XXII (LX de la publicación), 1905

DÍAZ GÓMEZ, C. GUMÀ ESTEVE, R.: *Patología, diagnóstico y recuperación de chimeneas industriales de fábrica de ladrillo cerámico*. Barcelona: E.T.S. de Arquitectura de Barcelona, UPC, Informes de la construcción, volumen 51 núm. 464, noviembre/diciembre 1999, pp. 23-39

GÁRATE NAVARRETE, V., *El modelo Barcelona de espacio público y diseño urbano: Las Chimeneas industriales como elemento de arte público. El caso del Poblenou. Barcelona*. Trabajo Final de Grado de Máster de Diseño Urbano: Arte, Ciudad, Sociedad. Universitat de Barcelona. Facultat de Belles Arts, enero 2011

LÓPEZ PATIÑO, G., *Chimeneas industriales para una generación de constructores valencianos*. Actas del V Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Burgos, 7-9 junio 2007, pp. 601-612

LÓPEZ PATIÑO, G., *Chimeneas industriales de ladrillo helicoidales*. Valencia: Actas del VII Congreso Nacional de Historia de la Construcción, 2011, pp. 755-765

LÓPEZ PATIÑO, G., *Chimeneas industriales de fábrica de ladrillo en el Levante y Sureste español. Influencia sobre otros territorios, Estudio y análisis de las tipologías constructivas*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València Colección Tesis Doctorales, 2014

LLOPIS CARDONA, V. F., *Restauració d'una xemeneia de fàbrica ceràmica. Intervenció en el patrimoni industrial protegit*. CABDELLS VII Revista d'investigació de la Associació Cultural Centelles i Riusech, nº 7 pp. 97-116, 2009

LLOPIS CARDONA, V. F., *Restauración de una chimenea de fábrica cerámica*. CERCHA Revista de los Aparejadores y Arquitectos Técnicos, nº 111: pp. 66-73, marzo 2012

MASSANA I RIBAS, R. M., *Els constructors de la xemeneia de la Bòbila Almirall. Algunes consideracions tècniques*. Revista Terme, nº 14, novembre 1999., pp 75-84

MOLINA FERRERO, R., *Las chimeneas de ladrillo en la circunscripción industrial de Alcoi*. Recerques del Museu d'Alcoi, 20 (2011), pp. 217-292

PINILLA RODRÍGUEZ, F., *Inspección y mantenimiento de chimeneas industriales*. Informes de la Construcción, Volumen 36, nº 368, marzo, 1985, pp. 39-47

ROSET I VENTOSA, I., *Les xemeneies industrials de la Comarca del Garraf (1850-1997)*. Revista Miscel·lània Penedesenca. Vol XXVI, 2001. Vilafranca del Penedès: Institut d'Estudis Penedesencs, pp. 371-390

VALDÉS, A., *Chimeneas: recuperar una construcción singular*. Valencia: Revista NOTICIAS Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Valencia, núm. 69, febrero 2004

Estructuras de fábrica de ladrillo

BINDA, L., *La restauración de edificios históricos de fábrica*, Valencia: Revista LOGGIA nº 4, 1996, pp. 82-91

HEYMAN, J., *El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica*. Madrid: Instituto Juan de Herrera. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 2005

HUERTA, S., *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. Madrid: Instituto Juan de Herrera. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 2004

KIDDER, F., PARKER H., *Manual del arquitecto y del constructor*. México: UTEHA Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, 1967

FRAILE RODRÍGUEZ, P., *Catalogación y análisis de chimeneas industriales de fábrica de ladrillo en las comarcas de Santander y Besaya. Estudio del comportamiento estructural de un caso concreto*. Trabajo Final de Grado en Ingeniería Civil. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Universidad de Cantabria. Santander, junio de 2017

NORIEGA ARENA, A., *Catalogación y análisis de chimeneas industriales de fábrica de ladrillo en las comarcas de Trasmiera, Pas-Miera-Pisueña y Campoo. Estudio del comportamiento estructural de un caso concreto*. Trabajo Final de Grado en Ingeniería Civil. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Universidad de Cantabria. Santander, septiembre de 2016

Leyes

Estatal

Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (BOE de 29 de junio de 1985)

Autonómicas

Ley 7/1990, de 3 de julio, Regulación del Patrimonio Cultural Vasco

Ley 9/1993, de 30 de septiembre, del Patrimonio Cultural Catalán.

Ley 8/1995, de 30 de octubre, Regula Patrimonio Cultural de Galicia

Ley 10/1998, de 9 de julio, Ley del Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid

Ley 11/1998, de 13 de octubre, Ley de Patrimonio Cultural de Cantabria.

Ley 12/1998, de 21 de diciembre, Ley del Patrimonio Histórico de las Islas Baleares.

Ley 3/1999, de 10 de marzo, Ley de Patrimonio Cultural de Aragón.

Ley 4/1999, de 15 de marzo, de Patrimonio Histórico de Canarias.

Ley 2/1999, de 29 de marzo, Ley de Patrimonio Histórico y Cultural de Extremadura.

Ley 1/2001, de 06 de marzo, Normas reguladoras del Patrimonio Cultural del Principado de Asturias.

Ley 12/2002, de 11 de julio, Ley del Patrimonio Cultural de Castilla y León.

Ley 7/2004, de 18 de octubre, Normas reguladoras del Patrimonio Cultural, Histórico y Artístico de La Rioja.

Ley Foral 14/2005, de 22 de noviembre, del Patrimonio Cultural de Navarra.

Ley 5/2007, de 09 de febrero, del Patrimonio Cultural Valenciano.

Ley 4/2007, de 16 de marzo, Normas reguladoras del Patrimonio Cultural de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Ley 14/2007, de 26 de noviembre, Ley de Patrimonio Histórico de Andalucía.

Ley 4/2013, de 16 de mayo, Patrimonio Cultural de Castilla-La Mancha.

Plan Nacional

Plan Nacional de Patrimonio Industrial, marzo 2011. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Secretaría General Técnica

Carta del Bierzo para la Conservación del Patrimonio Industrial Minero, 2007. Ministerio de Cultura. Secretaría General Técnica

Catálogos

Pla d'Ordenació Urbanística Municipal (POUM) d'Amposta, Ajuntament d'Amposta, abril 2007

Catàleg del Patrimoni Històric, Artístic i Arquitectònic. Pla d'Ordenació Urbanística Municipal d'Amposta, Ajuntament d'Amposta, abril 2007

Fuentes consultadas

Biblioteca Comarcal Sebastià Juan Arbó d'Amposta

Arxiu Comarcal del Montsià (ACMO)

Museu de les Terres de l'Ebre

WEBGRAFÍA**General**

ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya <<http://www.icc.cat/vissir3/>> [Consulta: 1 de noviembre de 2016]

Mapa del patrimoni industrial de Catalunya, Museu de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya (mNACTEC), <<http://mnactec.cat/150elements/>> [Consulta: 1 de noviembre de 2016]

Patrimonio arquitectónico industrial

II Seminario sobre Patrimonio de la Arquitectura y la Industria “Cadenas de Montaje”. Aula de Formación: Gestión e Intervención en el Patrimonio Arquitectónico e Industrial, Mesa de Debate “Ciudad, Patrimonio Industrial y perspectivas de futuro”, del 19 al 20 de febrero de 2015, ETSAM-ETSII de la Universidad Politécnica de Madrid, <<https://www.youtube.com/watch?v=Vpo-XF8Y7TU>> [Consulta: 1 de noviembre de 2016]

Blog Patrimoni Industrial a Catalunya, Museu de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya (mNACTEC), <<http://mnactec.cat/blog/patrimoni-industrial/>> [Consulta: 1 de noviembre de 2016]

Grupo de Investigación CAPC (HUM-666) Ciudad, Arquitectura & Patrimonio Contemporáneos de la Universidad de Sevilla. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. <<https://investigacioncontemporanea.com>> [Consulta: 5 de noviembre de 2016]

INCUNA Asociación de Arqueología Industrial, <<http://incuna.es/>> [Consulta: 1 de noviembre de 2016]

Entrevista a Miguel Ángel Álvarez Areces (presidente INCUNA), XVIII Jornadas Internacionales INCUNA 2016 <<https://www.youtube.com/watch?v=bgSee48BzjY&list=PLdMt8JSvKUV5QAOUuaQ1w-iObsWo6yhSc&index=3>> [Consulta: 13 de agosto de 2018]

Plan Nacional del Patrimonio Industrial, Gobierno de España. Ministerio de Cultura y Deporte. <<http://www.mecd.gob.es/planes-nacionales/planes-nacionales/patrimonio-industrial.html>> [Consulta: 13 de agosto de 2018]

Plan Nacional de Patrimonio Industrial, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Canal Cultura <<https://www.youtube.com/watch?v=YU62pzra3KM>> [Consulta: 1 de noviembre de 2016]

SÁNCHEZ MUSTIELES, D., *Blog Patrimonio Industrial Arquitectónico. Noticias, reivindicaciones, opiniones y pensamientos sobre patrimonio industrial.* <<http://patrimonialarquitectonico.blogspot.com/>> [Consulta: 13 de agosto de 2018]

TICCIH: Comité Internacional para la conservación y defensa del Patrimonio Industrial. <<http://ticcih.es/>> [Consulta: 1 de noviembre de 2016]

Amposta y el cultivo del arroz

CASTELLS CASANOVA, A., *Pasado y presente del cultivo del arroz en el Delta del Ebro*. AGROMAS Seguros Agrarios <<http://www.mutuaarrocera.com/?p=159>> [Consulta: 1 de noviembre de 2016]

MOLÍ DE RAFELET, <<http://www.moliderafelet.com/>> [Consulta: 1 de noviembre de 2016]

ROBLES, M. *Situación actual del cultivo del arroz*. Interempresas.net Agricultura, <<http://www.interempresas.net/Agricola/Articulos/39663-Situacion-actual-del-cultivo-del-arroz.html>> [Consulta: 6 de diciembre de 2017]

Chimeneas de fábrica de ladrillo

Blog oficial de GRESMES - Grupo de Ensayo, Simulación y Modelización de Estructuras, Universidad de Alicante, <<http://blogs.ua.es/gresmes/>> [Consulta: 4 de octubre de 2016]

IVORRA, S., [et al.], *Estudio y Caracterización de la chimenea industrial "Cerámica la Paz" en Agost (Alicante) para su evaluación sísmica.* <<https://www.researchgate.net/publication/281590047>> [Consulta: 4 de octubre de 2016]

LOPES, V., [et al.], *Ambient vibration testing and seismic analysis of a masonry chimney* en Journal of Building Appraisal, Vol. 5, 2, pp. 101-121. <<http://link.springer.com/article/10.1057%2Fjba.2009.24>> [Consulta: 28 de septiembre de 2016]

LÓPEZ PATIÑO, G. *Blog de Chimeneas industriales de fábrica de ladrillo* <<https://bloggracia.wordpress.com/>> [Consulta: 1 de noviembre de 2016]

Entrevista a Antonio Jareño Herreros, constructor de chimeneas de alcoholeras. Tomelloso <<https://bloggracia.wordpress.com/category/videos/>> [Consulta: 8 de enero de 2016]

Portal del Grupo de Tecnología y Gestión de la Edificación de la Universidad de Cantabria (GTED-UC) <<https://www.gted.unican.es/>> [Consulta: 29 de junio de 2018]

Portal oficial de NCREP - Consultoría en Rehabilitación de Edificación y Patrimonio <<http://www.ncrep.pt/>> [28 de septiembre de 2016]

8.2. ÍNDICE DE IMÁGENES Y TABLAS

IMAGEN	PÁGINA	FUENTE
1. MOTIVACIÓN, OBJETIVO, METODOLOGÍA Y FUENTES		
Figura 1.1: Molino d'Adell	9	Recorte de la fotografía de J. Juan Arbó de 1952, publicada en PUJOL (1996), pp 222
2. ANTECEDENTES Y ESCENARIO ACTUAL		
Figura 2.1: Casa de Máquinas y Calderas	15	Lámina IX, publicada en GOÑI (1905)
3. LA CHIMENEA DEL MOLINO D'ADELL		
Figura 3.1: Ortofoto del año 2000	27	ICGC. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya - http://www.icgc.cat/
Figura 3.2: Ortofoto del año 2004	27	ICGC. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya - http://www.icgc.cat/
Figura 3.3: Ficha HA.b.008 Xemenieia Molí Adell del Catálogo PGOU	28	Catàleg del Patrimoni Històric, Artístic i Arquitectònic del PGOU de Amposta
Figura 3.4: Vista general de la chimenea antes de la restauración	29	Fotografía realizada por técnicos municipales del Ayuntamiento de Amposta
Figura 3.5: Apuntes sobre la chimenea Adell	33	Elaboración propia
Figura 3.6: Fases de construcción de una chimenea	34	Ilustración publicada en CASCALES (2001), pp 15
Figura 3.7: Labores de mantenimiento de la chimenea	36	Fotografía facilitada por Adela Adell Panisello y José Subirats Pallarés, de la colección privada de José Adell Germán
Figura 3.8: Evolución del Delta del Ebro durante los últimos 500 años. Basada en los estudios de Maldonado (1972)	37	Publicado en MOLINET (2006-07), pp 31
Figura 3.9: Dispensario antipalúdico	38	Fotógrafo desconocido, 1917. Publicada en PUJOL (1996), pp 178
Figura 3.10: Localización de los antiguos molinos arroceros en el casco urbano de Amposta	40	Mapa elaborado por Mar Villalbí Prades. Publicada en VILLALBÍ (1994), pp 207
Figura 3.11: Trabajadores del Molí de Cercós.	42	Fotógrafo desconocido, 1906. Publicada en AMPOSTA (2009), pp 60
Figura 3.12: Depósitos de agua de la caldera del molino de la Cambra Arrossera.	43	Fotógrafo desconocido, 1944. Publicada PUJOL (1996), pp 130
Figura 3.13: Manelic. Anuncio publicado en la Guía Oficial Tortosa y su comarca, 1928	44	Publicada en SORIANO-MONTAGUT (2006), pp 241
Figura 3.14: Estructura del antiguo Molino d'Adell	45	Elaboración propia

IMAGEN	PÁGINA	FUENTE
4. RESTAURACIÓN DE LA CHIMENEA DEL MOLINO D'ADELL		
Figura 4.1: Croquis realizados para el levantamiento de la chimenea	56	Elaboración propia
Figura 4.2: Detalle del sombrerete de remate	58	Planos realizados por DTDITEC Ingeniería Mecánica, SL
Figura 4.3: Anillos de refuerzo del fuste	59	Planos realizados por DTDITEC Ingeniería Mecánica, SL
Figura 4.4: Gradilla para fabricación de nuevos ladrillos apantillados	60	Fotografía propia
Figura 4.5: Nuevo ladrillo apantillado	60	Fotografía propia

5. REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Lámina I. Levantamiento de Obra: plantas, alzado y sección	81	Elaboración propia
Lámina II. Comparativo levantamiento proyecto y obra	83	Elaboración propia
Lámina III. Detalles	85	Elaboración propia
Lámina IV. Estudio tipológico	87	Elaboración propia
Lámina V. Cálculo estructura. Estudio gráfico del fuste	89	Elaboración propia
Lámina VI. Cálculo estructural. Comprobación Estabilidad Hipótesis 1 y 2	91	Elaboración propia
Lámina VII. Cálculo estructural. Comprobación Estabilidad Hipótesis 3	93	Elaboración propia

6. REPRESENTACIÓN FOTOGRÁFICA

97 a 136

TABLA	PÁGINA	FUENTE
2. ANTECEDENTES Y ESCENARIO ACTUAL		
Tabla 2.1: Listado de Leyes Nacional y Autonómicas que regulan el patrimonio histórico/cultural	24	Elaboración propia
4. RESTAURACIÓN DE LA CHIMENEA DEL MOLINO D'ADELL		
Tabla 4.1: Pequeña cronología histórica de la chimenea	48	Elaboración propia
Tabla 4.2: Ofertas presentadas en la licitación de las obras	50	Elaboración propia
Tabla 4.3: Resumen Estudio Geotécnico	55	Estudio Geotécnico firmado por Joaquim Roset Piñol, ingeniero Geólogo de <i>Ambiental de Serveis Tècnics&Consulting, SL</i> , laboratorio ubicado en Hospitalet de l'Infant
Tabla 4.4: Cronología del proceso de restauración	61	Elaboración propia
Tabla 4.5: Sinóptica de actuaciones tipo de reparación en chimeneas industriales de ladrillo cerámico.	67	Tabla publicada en DÍAZ GÓMEZ (1999)
Tabla 4.6: Comparativa entra la intervención proyectada y la realizada	71	Elaboración propia

9. AGRADECIMIENTOS

9. AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer la ayuda prestada en la elaboración de este trabajo...

A Gracia López y Santiago Tormo, mis tutores.

Al responsable de la *Biblioteca Comarcal Sebastià Juan Arbó*, a Mar Villalbí, técnico de arqueología del *Museu de les Terres de l'Ebre* y a Albert Company, archivero de l'Ajuntament d'Amposta, por facilitarme toda la información disponible.

A Adela Adell Panisello y a su marido José Subirats Pallarés, por abrirme su casa y sus recuerdos.

A los técnicos municipales Mercè Lavega y Miquela Fontanet.

Al arquitecto Jaume Sagarra, por facilitarme todos sus archivos, su ayuda y su amabilidad.

A Pepe, trabajador de la empresa JJ Sorribes, y al encargado Ricardo Recio por su ayuda inestimable en la realización de la obra.

Y, por supuesto, a Ania por el apoyo y cariño.

Sinceramente,

GRACIAS

