
Diagnóstico y catalogación de las principales deficiencias en la edificación residencial valenciana.

27 sep. 16

AUTOR:

VICENTE ROMÁN SABINA REIG

TUTORES ACADÉMICOS:

LUIS PALMERO IGLESIAS

JUAN ANTONIO GARCÍA ESPARZA

Departamento Construcciones Arquitectónicas



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

Resumen

TITULO:

Diagnóstico y catalogación de las principales deficiencias en la edificación residencial valenciana.

Diagnòstic i catalogació de les principals deficiències en l'edificació residencial valenciana

Diagnosis and inventory of the main deficiencies in the valencian residential buildings

RESUMEN:

Con este estudio se pretende determinar las principales deficiencias observadas en la edificación residencial valenciana de los últimos años. El objetivo principal es determinar estadísticamente y de una forma normalizada, las deficiencias más reincidentes detectadas en los inmuebles de carácter residencial analizados.

En un primer lugar, se hará una clasificación normalizada de las deficiencias a analizar. Mediante gráficas estadísticas, se podrá observar qué deficiencias se repiten con mayor asiduidad en los casos analizados. En un segundo lugar se detallará en profundidad, qué deficiencias o procesos patológicos son los más habituales en la edificación residencial valenciana. Seguidamente se concretará de forma pormenorizada la descripción del proceso, los casos de ejemplo, el diagnóstico previo de las posibles causas, los estudios complementarios que serían recomendados realizar para profundizar en su análisis y finalmente, los principios de intervención que se deberían seguir.

This study aims to determine the main shortcomings in the Valencian residential construction in recent years.

This study is aimed to determine the main deficiencies detected in the valencian residential buildings in recent years. The main objective is to statistically determine, in a standardized manner, the most recent deficiencies detected within the analysed residential buildings.

In a first instance, a standardised classification of the deficiencies to be analysed is made. By statistical graphics, the cases of study will show which deficiencies are more likely to be repeated.

Secondly, the most usual deficiencies or pathological processes in the valencian residential buildings will be detailed in deep. Subsequently, it will be pinpointed in a detailed manner, the description of the processes, the exemplifying cases, the previous diagnosis of possible causes, the complementary studies to be recommended in case of a deep analysis and finally, the principles of intervention that should be followed.

Palabras clave:

Deficiencia, patología, reiterativa, edificación, Valencia.

Deficiència, patologia, reiterativa, edificació, València.

Deficiency, pathology, repetitive, building, Valencia.

Agradecimientos

Quiero mostrar mi más sincera gratitud a todas esas personas que han estado a mi lado y han depositado su confianza en mí. Aunque han sido muchas las personas que con su “granito de arena”, directa o indirectamente han formado parte de este trabajo, compañeros de trabajo, profesores, familiares y amigos, me gustaría mentar algunas sin las cuales este trabajo no hubiera sido posible.

Agradecer a los directores de este trabajo, Luis Palmero y Juan Antonio García por siempre tener la puerta abierta a mis dudas, por sus consejos y su confianza.

A mis compañeros del departamento de Estudios y Contratación, por haberme dado la idea de este trabajo en el café de la tarde y principalmente por facilitarme la documentación para dicho desarrollo.

Quería agradecer a mi familia todo el apoyo que me han dado, en especial a mi mujer Eva, por su continuo respaldo y motivación, y porque me enseñó que siempre hay una luz al final del camino.

Y, por último, a mi hijo Pablo, que ha llenado nuestras vidas de alegría.

Gracias por todo.

Vicente R. Sabina Reig

Acrónimos utilizados

CTE: Código Técnico de la Edificación.

EN: Norma Europea

ITE: Inspección Técnica del Edificio.

ISO: International Organization for Standardization.

RD: Real Decreto.

UNE: Una Norma Española

Índice

1. Introducción	7
2. Estudio Estadístico	9
2.1. Parámetros utilizados.....	10
2.2. Inmuebles analizados.....	16
2.3. Resultados.....	22
2.3.1. Deficiencias en Cimentación.....	23
2.3.2. Deficiencias en Estructura.....	24
2.3.2.1. Deficiencias en Estructura: Estructura Vertical.....	24
2.3.2.2. Deficiencias en Estructura: Estructura Horizontal.....	26
2.3.2.3. Deficiencias en Estructura: Estructura de Cubierta.....	28
2.3.2.4. Deficiencias en Estructura: Estructura de Escaleras.....	29
2.3.3. Deficiencias en Cerramientos Verticales.....	29
2.3.3.1. Deficiencias en Cerramientos Verticales: Fachadas, Medianeras y Huecos.....	29
2.3.3.2. Deficiencias en Cerramientos Verticales: Acabados de Fachada.....	30
2.3.3.3. Deficiencias en Cerramientos Verticales: Carpintería Exterior y Acristalamiento.....	31
2.3.3.4. Deficiencias en Cerramientos Verticales: Elementos Adosados a Fachada y Otros Elementos de Fachada.....	32
2.3.4. Deficiencias en Azoteas y Cubiertas.....	33
2.3.5. Deficiencias en Instalaciones Comunes del Edificio.....	34
3. Catálogo de Deficiencias Reiterativas	36
3.1. Deficiencias en Cimentaciones y Estructura.....	41
3.1.1. Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado.....	41
3.1.2. Carbonatación en viguetas de forjados unidireccionales.....	49
3.1.3. Aluminosis en viguetas de forjados unidireccionales.....	53
3.1.4. Corrosión de armaduras en zunchos de forjado.....	59
3.1.5. Corrosión de armaduras de viguetas de hormigón armado o pretensado.....	74
3.1.6. Corrosión de viguetas metálicas en forjados unidireccionales mixtos.....	76
3.1.7. Carbonatación del hormigón en estructura vertical.....	85
3.1.8. Colapsos frágiles de forjados por pérdida de adherencia de armaduras activas en viguetas pretensadas de forjados unidireccionales.....	97
3.2. Deficiencias en Cerramientos Verticales.....	109
3.2.1. Ausencia o deficiencia de tratamiento de protección adecuado frente a la corrosión de barandillas.....	109
3.2.2. Carbonatación del hormigón elementos de piedra artificial.....	119
3.2.3. Corrosión de armaduras en elementos de piedra artificial.....	123

3.2.4. Desprendimiento de elementos de revest. de piedra artificial, natural o cerámicos.....	124
3.2.5. Patología de revestimientos continuos conglomerados (excep. Pinturas).....	133
3.2.6. Patologías en pinturas y conglomerados acrílicos.....	147
3.2.7. Puentes térmicos.....	158
3.3. Deficiencias en Azoteas y Cubiertas.....	170
3.3.1. Ausencia y/o deficiencia de impermeabilización del balcón.....	170
3.3.2. Empotramientos de barandillas atravesando impermeabilización de balcones.....	179
3.3.3. Humedades por capilaridad en elementos constructivos en contacto con el terreno.....	185
3.4. Deficiencias en Instalaciones.....	193
3.4.1. Pérdidas de las redes de saneamiento enterradas.....	193
4. Conclusiones.....	197
5. Referencias Bibliográficas.....	200
6. Índice de Figuras.....	204

Capítulo 1.

Introducción

El presente estudio pretende acercarse a la determinación de las principales deficiencias observadas en la edificación residencial valenciana con un espíritu globalizador y en un contexto amplio.

El objetivo principal es determinar estadísticamente de una forma normalizada, las deficiencias más reincidentes dentro de los inmuebles de carácter residencial analizados en la Comunidad Valenciana.

Los edificios analizados, por el carácter aleatorio de su selección, pueden considerarse una muestra del ámbito analizado con la salvedad a considerar, de que solo se analizan edificios con algún tipo de patología o deficiencia. No considerando en los porcentajes reflejados los edificios que se encuentran “totalmente sanos” o sin deficiencias.

Preferimos utilizar el término deficiencia en nuestra catalogación por no entrar en la controversia discriminatoria sobre terminologías academicistas referentes a patología, síntoma, signos, enfermedad, etc. que, consideramos, puede desviarnos de nuestro objetivo con un fin no muy pragmático. Así mismo, en muchas circunstancias, las deficiencias son en sí un conglomerado de patologías y/o defectos de construcción, ejecución o mantenimiento unidos en muchas ocasiones también a procesos de envejecimiento en si naturales y propios de los materiales que constituyen en ocasiones un verdadero SISTEMA o PROCESO complejo de deterioro de la totalidad o parte del inmueble. La utilización

de términos de carácter englobador nos dan mayor libertad para poder expresar con la misma precisión los procesos a describir.

Dejamos fuera del estudio de las deficiencias aquellas que no son más que falta de sujeción a norma que no se constituyen en si en un proceso de deterioro de parte o la totalidad del inmueble. Tampoco entramos en profundizar en aquellos aspectos amplia y profundamente analizados ya por la bibliografía existente puesto que sería reincidir en lo mismo.

A continuación, se presenta una síntesis del proceso metodológico seguido para el desarrollo de este trabajo, el cual se divide en tres fases fundamentales:

Fase 1. Conceptualización.

La fase de conceptualización es aquella en la que se presenta el concepto general que se tiene sobre el tema. Esta primera fase contiene la sustentación del planteamiento, se exponen los objetivos y también se plantea la problemática objeto de estudio.

Fase 2. Recopilación de documentación y análisis de datos.

Se seleccionan 211 inmuebles de edificación residencial de la Comunidad Valenciana con deficiencias. En dicha fase procedemos a la recopilación de la documentación y análisis de los datos obtenidos en dichas obras. Recogeremos en unas gráficas estadísticas las principales deficiencias observadas en los casos analizados. Dichas tablas muestran en porcentaje la asiduidad con que una deficiencia se presenta. Así mismo se analizarán las mismas y el significado de los datos obtenidos.

A partir de dichos datos, elaboraremos una clasificación de deficiencias o patologías reiterativas.

Fase 3. Conclusiones.

En último término, tras los resultados obtenidos, se elaboran y se describen las conclusiones finales.

Capítulo 2.

Estudio Estadístico.

2.1. Parámetros Utilizados.

Si bien se podría haber diseñado una propia lista de deficiencias o patologías en edificación residencial, se ha optado por elegir la lista y descripción normalizada de las deficiencias de conservación del edificio publicado en el Anexo II - Informe de Evaluación del Edificio del *Real Decreto 233/2013 de 5 de abril, por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación y la regeneración y renovación urbanas, 2013-2016*. Su carácter armonizador y englobador es muy indicado para el estudio estadístico que se pretende realizar en el presente trabajo.

Dicho Decreto, junto a la *Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas*, es la normativa estatal vigente en referencia al Informe de Evaluación del Edificio.

En la siguiente tabla se muestran las deficiencias/patologías a las que nos atenderemos:

Tabla 1. Listado de deficiencias de conservación del edificio.

Fuente: Anexo II Informe Evaluación del Edificio del RD 233/2013 de 5 de abril.

DEFICIENCIAS EN CIMENTACIÓN	
Cimentación	Fisuras y/o grietas en los cerramientos del edificio derivadas de problemas en cimentación
	Fisuras y/o grietas en elementos estructurales del edificio derivadas de problemas en cimentación
	Fisuras y/o grietas en tabiquería derivadas de problemas en cimentación
	Asiento de pilares derivado de problemas en cimentación
	Asiento de soleras derivado derivadas de problemas en cimentación
	Deformación y/o rotura de solados derivado derivadas de problemas en cimentación
	Abombamiento de muros de contención
	Otras deficiencias en Cimentación

DEFICIENCIAS EN ESTRUCTURA	
Estructura Vertical	Deformaciones, fisuras y/o grietas en interior del edificio derivadas de problemas en la estructura vertical
	Deformaciones, fisuras y/o grietas en los cerramientos del edificio derivadas de problemas en la estructura vertical
	Abombamientos, desplomes y/o desniveles de muros de carga de la estructura vertical
	Presencia de xilófagos en elementos de madera de la estructura vertical
	Corrosión de elementos metálicos de la estructura vertical
	Patologías y degradación del hormigón en elementos de la estructura vertical
	Fisuras en pilares de la estructura vertical
	Presencia de humedades y/o filtraciones en elementos de la estructura vertical
	Otras deficiencias en la Estructura Vertical
Estructura Horizontal	Fisuras y/o grietas en forjados
	Fisuras y/o grietas en vigas
	Deformaciones anormales del forjado
	Deformación y/o rotura de solados derivados de problemas de la estructura horizontal
	Presencia de xilófagos en elementos de madera de la estructura horizontal
	Corrosión de elementos metálicos de la estructura horizontal
	Patologías y degradación del hormigón en elementos de la estructura horizontal
	Rotura y/o desprendimientos de elementos del forjado
	Presencia de humedades y/o filtraciones en elementos de la estructura horizontal
	Otras deficiencias en la Estructura Horizontal: Aluminosis

	Otras deficiencias en la Estructura Horizontal: Pérdida de tensión pretensado
	Otras deficiencias en la Estructura Horizontal
Estructura de Cubierta	Deformación de faldones de la estructura de cubierta
	Fisuras y/o grietas en la estructura de cubierta
	Presencia de xilófagos en elementos de madera de la estructura de cubierta
	Corrosión en elementos metálicos de la estructura de cubierta
	Patologías y degradación del hormigón en la estructura de cubierta
	Roturas y/o desprendimientos de elementos de la estructura de cubierta
	Presencia de humedades y/o filtraciones en la estructura de cubierta
	Otras deficiencias en Estructura de Cubierta
Estructura de Escaleras	Fisuras y/o grietas en estructura de escaleras
	Abombamiento de muros de escalera
	Desnivel y/o deformación de las zancas en estructura de escaleras
	Presencia de xilófagos en elementos de madera de la estructura de escalera
	Rotura y/o desprendimientos de elementos de escaleras
	Otras deficiencias en la Estructura de Escaleras
DEFICIENCIAS EN CERRAMIENTOS VERTICALES	
Cerramientos Verticales: Fachadas, medianerías y huecos.	Fisuras y/o grietas en los cerramientos de las fachadas exteriores
	Fisuras y/o grietas en los cerramientos de las fachadas de patios
	Fisuras y/o grietas en las medianerías
	Abombamiento de muros de cerramiento
	Deformación o rotura de carpinterías de huecos
	Degradación, erosión y/o riesgo de desprendimiento de los materiales de la fábrica de cerramiento

	Humedades de capilaridad en los muros de cerramiento
	Humedades por filtraciones en los muros de cerramiento, carpinterías y encuentros
	Humedades por condensación u otras causas en los muros de cerramiento, carpinterías y encuentros
	Presencia de vegetación y/o microorganismos (moho, musgo, bacterias...) en muros de cerramiento
	Degradación o ausencia de juntas entre edificios en fachadas
	Riesgo de desprendimiento de elementos adosados a las fachadas
	Degradación o ausencia de aislamiento térmico en fachadas y medianerías
	Otras deficiencias en los muros de cerramiento
Acabados de Fachada	Fisuras y/o grietas en revoco de las fachadas exteriores
	Fisuras y/o grietas en revoco de fachadas de patios
	Abombamiento del revoco en muros de cerramiento
	Humedades en revoco de muros de cerramiento
	Presencia de vegetación y de microorganismos (moho, musgo, bacterias ...) en revoco de muros de cerramiento
	Abombamiento, degradación, erosión de los materiales y/o riesgo de desprendimiento del revoco de Fachadas
	Degradación de los paneles, placas y elementos prefabricados de cerramiento en fachadas
	Degradación de los anclajes de sujeción de aplacados, paneles y placas de cerramiento
	Otras deficiencias en los acabados de fachada: Deterioro de revestimiento de pintura
Carpintería Exterior y Acristalamiento	Deformación y/o rotura de carpinterías exteriores
	Presencia de microorganismos en carpintería Exterior (moho, musgo, bacterias ...) o de xilófagos en carpintería exterior de madera
	Erosión de los materiales en carpintería Exterior y/o corrosión de elementos metálicos en carpintería exterior
	Ausencia de acristalamientos o vidrios rotos y/o desprendidos

Elementos Adosados a Fachada	Mal estado y/o riesgo de desprendimiento de los Elementos Adosados a Fachada como: bajantes, chimeneas, farolas, antenas, marquesinas, tendederos, toldos, cableados, equipos de climatización, etc.
Otros Elementos de Fachada	Mal estado y/o riesgo de desprendimiento de Elementos de fachada como: aleros, cornisas, voladizos, miradores, etc.
	Mal estado y/o riesgo de desprendimiento de Defensas como: barandillas, antepechos, petos, balaustradas, vallas, rejas, cierres de seguridad, etc.
Otras Deficiencias	Otras deficiencias en cerramientos verticales
DEFICIENCIAS EN AZOTEAS Y CUBIERTAS	
Azoteas y Cubiertas Planas	Ausencia, deformación y/o rotura de las membranas impermeabilizantes en azoteas
	Ausencia, deformación y/o roturas del pavimento en azoteas
	Ausencia, deformación y/o roturas de Juntas de dilatación en azoteas
	Manifestación de filtraciones y/o goteras procedentes de azoteas
	Manifestación de condensaciones en el interior derivadas de las azoteas
	Presencia de vegetación y/o de microorganismos (moho, musgo, bacterias...) en azoteas
	Anidamiento de aves en azoteas
	Rotura, obstrucciones u otras deficiencias en sumideros, cazoletas y elementos de desagüe en azoteas
	Otras deficiencias en Azoteas (incluyendo ausencia de aislamiento térmico):
Cubiertas Inclinadas	Deformación y/o rotura de los faldones de cubierta
	Desprendimiento y/o roturas de las piezas de cobertura: tejas, placas, etc.
	Deformación y/o roturas de juntas de dilatación en cubiertas
	Manifestación de filtraciones y/o goteras derivadas de la cubierta

	Manifestación de condensaciones en el interior de la cubierta
	Presencia de vegetación y/o de microorganismos (moho, musgo, bacterias...) en la cubierta
	Anidamiento de aves en cubierta
	Rotura, obstrucciones u otras deficiencias de los canalones en cubierta
	Otras deficiencias en Cubiertas Inclinadas (incluyendo ausencia de aislamiento térmico):
Otros Elementos de Cubierta	Mal estado y/o riesgo de desprendimiento de Otros Elementos de Cubierta, como: lucernarios, claraboyas y ventanas, chimeneas y shunts, antenas, casetón del ascensor, etc.
DEFICIENCIAS EN INSTALACIONES COMUNES DEL EDIFICIO	
Instalación de Abastecimiento de Agua	Humedades y/o Filtraciones derivadas de fugas en las conducciones y tuberías de abastecimiento y distribución de agua
	Otras deficiencias en la instalación de Abastecimiento de agua: Corrosión electrolítica
Instalación de Saneamiento	Humedades y/o Filtraciones derivadas de fugas en las conducciones y tuberías de saneamiento
	Problemas de pocería y atascos en las conducciones de saneamiento
	Otras deficiencias en la instalación de Saneamiento

Los balcones se integran dentro del concepto de cubierta al igual que lo considera el Código Técnico de la Edificación, y además por la importancia que tiene en la conservación de forjados, la correcta estanqueidad del agua y la evacuación de la misma.

2.2. Inmuebles Analizados.

En la siguiente tabla se enumera el total de inmuebles utilizados para el estudio estadístico. Siendo el cómputo total de ellos de 211 inmuebles.

Tabla 2. Listado de inmuebles estudiados.

Fuente: Elaboración propia.

ID	POBLACION	DIRECCION
1	ALAQUAS	ESTE, 4
2	ALAQUAS	FONDO, 3
3	ALAQUAS	MEDITERRANEO, 1
4	ALBAL	SAN CARLO, 26
5	ALBORAYA	DIVINO MAESTRO, 5
6	ALBORAYA	MAYOR 8, 9, 10, 11 Y 12, PORT SAPLAYA
7	ALDAYA	CONSTITUCION, 21
8	ALDAYA	SAN JUAN DE RIVERA, 34
9	ALDAYA	TEODORO LLORENTE, 46
10	ALDAYA	VALENCIA, 31
11	ALFAFAR	SOL, 44
12	BENIDORM	EDIF. BUENOS AIRES
13	BURJASSOT	MARIA ROS, 5
14	CANALS	BOTANIC CAVANILLES, 2 Y 4
15	CATARROJA	PRINCIPE DE ASTURIAS, 1
16	MANISES	BLAS DE OTERO, 7
17	MISLATA	SUR, 9
18	PATERNA	PROL VICENTE CARDONA, S/N
19	PICASSENT	SAN JUAN DE RIBERA, 11
20	QUART DE POBLET	ANTIGUO REINO DE VALENCIA, 57 Y 59
21	QUART DE POBLET	UNION, 5
22	SEDAVI	JAIME I, 14
23	SUECA	NORTE ED. SAGITARIO DE MARENY BLAU
24	TORRENTE	HUESCA, 24
25	TORRENTE	JESUS, 1
26	TORRENTE	PADRE FEIJOO, 21
27	TORRENTE	PADRE FEIJOO, 23

28	TORRENTE	PADRE FEIJOO, 25
29	TORRENTE	PADRE FEIJOO, 27
30	TORRENTE	PICANYA, 18
31	TORRENTE	PICANYA, 20
32	TORRENTE	PRIMADO PLACITO Y DANIEL, 12
33	VALENCIA	ABEN AL ABBAR, 16
34	VALENCIA	ALAMEDA, 46
35	VALENCIA	ALBERIC, 19
36	VALENCIA	ALCOY, 8
37	VALENCIA	ALMIRANTE CADARSO, 30
38	VALENCIA	ALZIRA, 14
39	VALENCIA	ALZIRA, 17
40	VALENCIA	ARCHIDUQUE CARLOS, 72
41	VALENCIA	AUSIAS MARCH, 18
42	VALENCIA	AYUNTAMIENTO, 05
43	VALENCIA	AYUNTAMIENTO, 07
44	VALENCIA	AYUNTAMIENTO, 09
45	VALENCIA	AYUNTAMIENTO, 10
46	VALENCIA	AYUNTAMIENTO, 27
47	VALENCIA	AYUNTAMIENTO, 29
48	VALENCIA	BAILEN, 44
49	VALENCIA	BALMES, 36
50	VALENCIA	BATXILLER, 31
51	VALENCIA	BELCHITE, 4
52	VALENCIA	BENEFICIENCIA, 3
53	VALENCIA	BENEFICIENCIA, 9
54	VALENCIA	BONAIRE, 17
55	VALENCIA	BORULL, 15
56	VALENCIA	BORULL, 27
57	VALENCIA	BORULL, 35
58	VALENCIA	CADIZ, 71
59	VALENCIA	CAJEROS, 2
60	VALENCIA	CARNICEROS, 11
61	VALENCIA	CEDRO, 13
62	VALENCIA	CID, 76
63	VALENCIA	CIRILO AMOROS, 7
64	VALENCIA	COLON, 18

65	VALENCIA	COLON, 20
66	VALENCIA	COLON, 58
67	VALENCIA	CONDE DE ALTEA, 20
68	VALENCIA	CONDE DE ALTEA, 32
69	VALENCIA	CONDE DE TRENOR, 15
70	VALENCIA	CONDE SALVATIERRA DE ALAVA, 04
71	VALENCIA	CONDE SALVATIERRA DE ALAVA, 11
72	VALENCIA	CONDE SALVATIERRA DE ALAVA, 41
73	VALENCIA	CONSTITUCION, 35
74	VALENCIA	CUBA, 16
75	VALENCIA	CUENCA, 31
76	VALENCIA	CURA FEMENIA, 22
77	VALENCIA	DOCTOR BELTRAN BIGORRA, 13
78	VALENCIA	DOCTOR GOMEZ FERRER, 11
79	VALENCIA	DOCTOR SUMSI, 12
80	VALENCIA	DOCTOR VILA BARBERÁ, 20
81	VALENCIA	DON JUAN DE AUSTRIA, 36
82	VALENCIA	DR ZAMENHOF, 22
83	VALENCIA	DR ZAMENHOF, 28
84	VALENCIA	DRETS, 29
85	VALENCIA	EDITOR MANUEL AGUILAR, 2
86	VALENCIA	EN LLOP, 4
87	VALENCIA	ENCARNACION, 2
88	VALENCIA	ERCILLA, 13
89	VALENCIA	ERNEST FERRER, 12
90	VALENCIA	ESPINOSA, 24
91	VALENCIA	FERNANDO EL CATOLICO, 40
92	VALENCIA	FRANCIA, 15
93	VALENCIA	GARRIGUES, 1
94	VALENCIA	GENERAL URRUTIA, 67
95	VALENCIA	GERMANIAS, 39
96	VALENCIA	GIL Y MORTE, 2
97	VALENCIA	GIORGETA, 46
98	VALENCIA	GOBERNADOR VIEJO, 32
99	VALENCIA	HISTORIADOR DIAGO, 14
100	VALENCIA	HISTORIADOR DIAGO, 18
101	VALENCIA	HISTORIADOR DIAGO, 22

102	VALENCIA	HISTORIADOR DIAGO, 26
103	VALENCIA	HISTORIADOR MARTINEZ FERRANDO, 1
104	VALENCIA	ISLAS CANARIAS, 36
105	VALENCIA	JACINTO BENAVENTE, 26
106	VALENCIA	JACINTO BENAVENTE, 27
107	VALENCIA	JERONIMO DE MONSORIU, 29
108	VALENCIA	JESUS, 20
109	VALENCIA	JESUS, 79
110	VALENCIA	JORGE JUAN, 22
111	VALENCIA	JUAN LLORENS, 07
112	VALENCIA	JUAN LLORENS, 45
113	VALENCIA	JUAN LLORENS, 53
114	VALENCIA	LAS COMEDIAS, 11
115	VALENCIA	LITERATO AZORIN, 25
116	VALENCIA	LOPE DE VEGA, 8
117	VALENCIA	LOS LEONES, 52
118	VALENCIA	LUIS LAMARCA, 10
119	VALENCIA	MAESTRO CLAVE, 1
120	VALENCIA	MANUEL CANDELA, 2
121	VALENCIA	MANUEL CANDELA, 32
122	VALENCIA	MANUEL CANDELA, 38
123	VALENCIA	MARE DE DEU DE LA CABEZA, 10
124	VALENCIA	MARIANO DE CAVIA, 23
125	VALENCIA	MARINO ALBESA, 25
126	VALENCIA	MARQUES DE SOTELO, 7
127	VALENCIA	MARQUES DEL TURIA, 03
128	VALENCIA	MARQUES DEL TURIA, 71
129	VALENCIA	MATIAS PERELLO, 09
130	VALENCIA	MATIAS PERELLO, 17
131	VALENCIA	MATIAS PERELLO, 29
132	VALENCIA	MESTRE JOSEP SERRANO, 6
133	VALENCIA	MORATIN, 6
134	VALENCIA	MUSICO BARBIERI, 5
135	VALENCIA	NADOR, 7
136	VALENCIA	NAVARRA, 11
137	VALENCIA	NOGUERA, 24
138	VALENCIA	NORTE, 18

139	VALENCIA	OLTA, 51
140	VALENCIA	OLTA, 55
141	VALENCIA	ORIHUELA, 01
142	VALENCIA	ORIHUELA, 33
143	VALENCIA	PALAU, 5
144	VALENCIA	PALOMINOS, 14
145	VALENCIA	PASCUAL CAPUZ, 24
146	VALENCIA	PEREZ GALDOS, 99
147	VALENCIA	PEREZ GALDOS, 107
148	VALENCIA	PERIODISTA AZZATI, 4
149	VALENCIA	PERIS BRELL, 17
150	VALENCIA	PIANISTA AMPARO ITURBI, 32
151	VALENCIA	PINTOR BENEDITO, 3
152	VALENCIA	PINTOR DOMINGO, 40
153	VALENCIA	PINTOR NAVARRO LLORENS, 3
154	VALENCIA	PINTOR SALVADOR ABRIL, 40
155	VALENCIA	PINTOR SOROLLA, 24
156	VALENCIA	POETA LIERN, 10
157	VALENCIA	POETA MAS Y ROS, 5
158	VALENCIA	POETA QUEROL, 07
159	VALENCIA	POETA QUEROL, 10
160	VALENCIA	PRIMADO REIG, 57
161	VALENCIA	PRIMER DE MAIG, 72, 74 Y 76
162	VALENCIA	PUERTO, 056
163	VALENCIA	PUERTO, 272
164	VALENCIA	PUERTO, 280
165	VALENCIA	PUERTO, 286
166	VALENCIA	PUERTO, 290
167	VALENCIA	PUERTO RICO, 17
168	VALENCIA	QUART, 060
169	VALENCIA	QUART, 123
170	VALENCIA	RAFAEL BARTUAL, DE 16 A 24
171	VALENCIA	RAMILLETES, 1
172	VALENCIA	RAMON Y CAJAL, 5
173	VALENCIA	ROGER DE LAURIA, 3
174	VALENCIA	ROJAS CLEMENTE, 1
175	VALENCIA	RUAYA, 33

176	VALENCIA	RUZAFÁ, 04
177	VALENCIA	RUZAFÁ, 12
178	VALENCIA	RUZAFÁ, 20
179	VALENCIA	SAGUNTO, 36
180	VALENCIA	SALAMANCA, 5
181	VALENCIA	SALAMANCA, 9
182	VALENCIA	SALVADOR PAU, 37
183	VALENCIA	SALVADOR SASTRE, 10
184	VALENCIA	SAN FRANCISCO DE BORJA, 13
185	VALENCIA	SAN FRANCISCO DE BORJA, 18
186	VALENCIA	SAN JOSE DE CALASANZ, 22
187	VALENCIA	SAN VICENTE MARTIR, 010
188	VALENCIA	SAN VICENTE MARTIR, 016
189	VALENCIA	SAN VICENTE MARTIR, 044
190	VALENCIA	SAN VICENTE MARTIR, 060
191	VALENCIA	SAN VICENTE MARTIR, 156
192	VALENCIA	SAN VICENTE MARTIR, 166
193	VALENCIA	SANCHIS BERGON, 15
194	VALENCIA	SANT MIQUEL, 3
195	VALENCIA	SANTA ISABEL, 06
196	VALENCIA	SANTA ISABEL, 10
197	VALENCIA	SANTA ISABEL, 14
198	VALENCIA	SANTA TERESA, 7
199	VALENCIA	SANTO DOMINGO SABIO, 43
200	VALENCIA	SANTOS JUSTO Y PASTOR, 39
201	VALENCIA	SORNI, 22
202	VALENCIA	SORNI, 38
203	VALENCIA	SUECA, 03
204	VALENCIA	SUECA, 47
205	VALENCIA	SUECA, 70
206	VALENCIA	TEMPLE, 1
207	VALENCIA	TORN DE L'HOSPITAL, 49
208	VALENCIA	TORRES, 14
209	VALENCIA	TRAFALGAR, 46
210	VALENCIA	TURIA, 9
211	XIRIVELLA	REYES CATOLICOS, 8

2.3. Resultados.

Los resultados obtenidos de los 211 inmuebles se muestran a continuación.

Los resultados de la aplicación de la tabla de deficiencias de conservación se evalúan en porcentajes de aparición de la deficiencia.

Como se puede observar en la Figura 1, entre el 90% y el 100% de los edificios analizados en el presente estudio presentan deficiencias en los capítulos de Estructura, Cerramientos Verticales, Azoteas y Cubiertas.

Las deficiencias en instalaciones comunes del edificio se manifiestan en un 26% de dichos edificios y muy en menor medida se presentan deficiencias en cimentaciones.

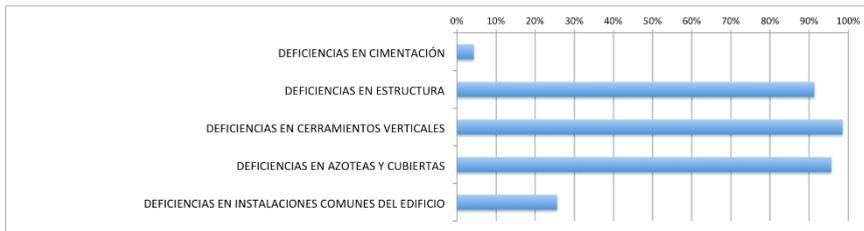


Figura 1. Gráfica de porcentajes por grupos de deficiencias.

Fuente: elaboración propia.

Pasamos a analizar en profundidad cada grupo.

2.3.1. Deficiencias en Cimentación.

De los resultados del análisis estadístico, previamente realizado, se desprende que tan solo el 4% de los inmuebles observados presenta síntomas evidentes de deficiencias en los elementos de cimentación (Fig. 1).

Al tratarse de elementos ocultos, no se podrá inspeccionar directamente la cimentación, sino que tendrá que basarse en indicios indirectos que puedan indicar lesiones o defectos. Los principales indicios son la aparición de fisuras y grietas en cerramientos y estructuras, asientos de pilares, asiento de soleras, deformación y/o rotura de pavimentos, etc... (Fig. 2).

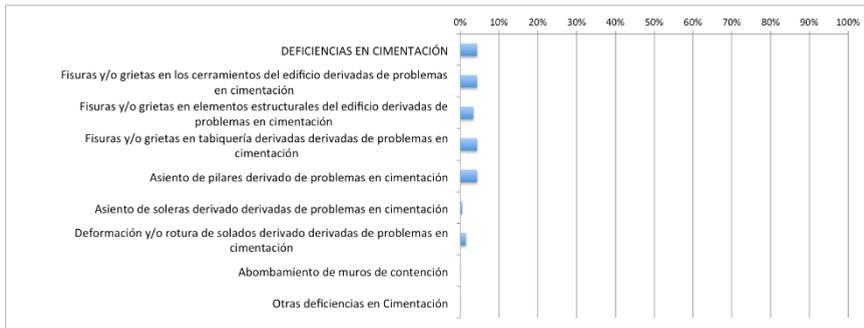


Figura 2. Gráfica de porcentajes en grupo de Deficiencias en Cimentación.

Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Deficiencias en Estructura.

Cabe resaltar, que en el 91% de los casos, existen daños estructurales de mayor o menor grado (Fig. 1). Se han considerado daños en la estructura que, si bien quizás no pueden llegar a considerarse de riesgo alto de colapso total o parcial de la estructura, sí que pueden ocasionar colapsos o desprendimientos menores, daños graves a personas y/o costes elevados de mantenimiento.

2.3.2.1. Deficiencias en Estructura: Estructura Vertical.

La mayoría de casos donde se presentan daños en la estructura vertical del edificio se debe a las consecuencias del hormigón carbonatado unido a una presencia de humedad ya sea por capilaridad y/o por filtraciones. Estos casos aparecen aproximadamente en un 10% de los casos estudiados (Fig. 3).

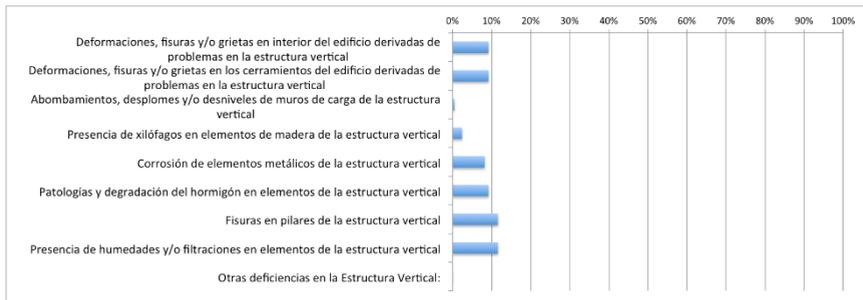


Figura 3. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Estructura Vertical.

Fuente: elaboración propia.

No obstante, en el momento aparecen estos efectos, el proceso de deterioro aumenta de forma logarítmica. Motivado por varios factores como el estado latente de la patología, la amplitud de la zona afectada, el desconocimiento por parte de los usuarios de los factores que provocan el empeoramiento del cuadro patológico, las intervenciones de rehabilitación poco afortunadas, la selección de procesos de intervención de escasa durabilidad motivados tanto por el desconocimiento de los técnicos de otras tecnologías como por las limitaciones económicas de los clientes y la falta de concienciación al respecto.

Estas intervenciones suelen conllevar unos costes de intervención bastante elevados puesto que es necesario en muchas ocasiones renovar la red horizontal de saneamiento, impermeabilizar en la medida de lo posibles pilares y cimientos, requiere de excavaciones, reposiciones de revestimientos, reparar fugas en las acometidas y redes de distribución de aguas, en ocasiones empresillados de pilares, etc. Estos altos costes también conllevan una desidia por parte de la propiedad a la hora de acometer la intervención y un empeoramiento que en ocasiones superan un punto, por llamarlo de no retorno, en el que la estructura llega a un estado que requerirá intervenciones periódicas durante el resto de su vida útil. Todo esto convierten a esta patología, a pesar de su aparente bajo porcentaje de aparición, en un proceso en estado “latente” que en un periodo relativamente corto supondrá un aumento bastante importante de casos similares y consecuencias altamente negativas para los propietarios.

2.3.2.2. Deficiencias en Estructura: Estructura Horizontal.

Analizando las deficiencias de la estructura horizontal, forjados y vigas, nos encontramos que, concretamente en forjados, tenemos de un 80% a un 90% de casos que presentan algún tipo de deficiencia o patología (Fig. 4).

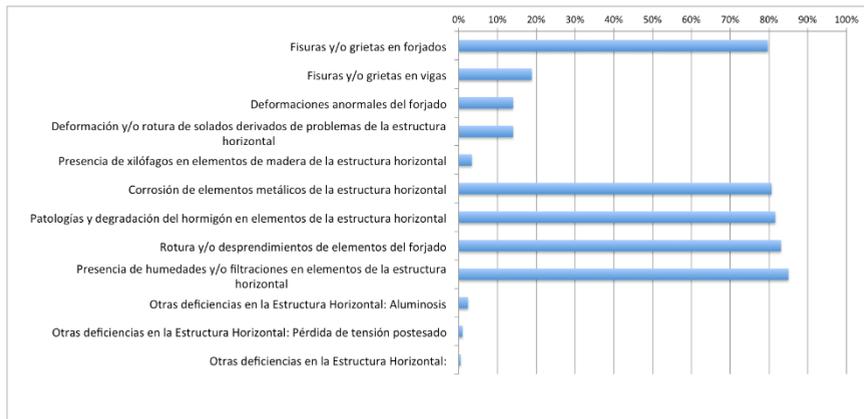


Figura 4. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Estructura Horizontal.

Fuente: elaboración propia.

En lo referente a las vigas y zunchos nos atenemos a lo dicho en los pilares con la salvedad que en este caso la aportación de agua mayoritariamente proviene de filtraciones por deficiencias en la impermeabilización de cubiertas, azoteas, balcones y voladizos. Y con la importante indicación de que existe un porcentaje elevadísimo del 83% de los casos en los que aparecen estas afecciones en fachadas con el consiguiente riesgo de daños a vidas humanas derivados del desprendimiento de cascotes o incluso balcones en fachada.

En este apartado, tanto de la estructura horizontal como de la estructura de cubierta (que posteriormente analizaremos), vendría englobada la aluminosis que tanta literatura ha dado a lo largo de estos últimos años y sobre la cual no vamos a incidir en gran medida. Su porcentaje de aparición es sorprendentemente bajo, debido fundamentalmente, al tipo de inspección, organoléptica, ya que en la mayoría de casos no se ha tenido acceso a realizar ni tan siquiera una cata para poder visualizar en detalle y de cerca el estado de las viguetas. Por lo que consideramos que en realidad es un dato erróneamente bajo, y que la realidad es que su porcentaje de aparición, en caso de que se hubiesen realizado los ensayos oportunos de confirmación, sería bastante más alto.

Otras de las patologías relacionadas con este elemento estructural es la pérdida de la tensión del pretensado en las viguetas pretensadas de los forjados unidireccionales ocasionada por la pérdida de la adherencia entre el acero de la armadura activa y el hormigón, habitualmente por una patología del hormigón propio de la vigueta (ya sea aluminosis, ataque de cloruros, carbonatación, etc.). Son pocos los casos en los que aparentemente se ha presentado, un 1% de los casos, pero no por ello deja de ser preocupante. Preocupante por la inconsciencia del estado de numerosas estructuras, por el coste de su reparación y por el peligro en vidas humanas de sus colapsos. Una de las mayores desventajas de los elementos pretensados es la mayor sensibilidad de las armaduras activas a la corrosión y la cualidad de que su fallo origina un colapso frágil. Este colapso, por el efecto dominó, origina el colapso de todos los forjados inmediatamente inferiores.

Quedan englobados también aquí los forjados unidireccionales mixtos de acero y hormigón muy ampliamente utilizados en edificios de la primera mitad del siglo XX, con presencia de filtraciones de agua a través de

balcones que producen en sus viguetas la corrosión con la consiguiente pérdida de la adherencia al hormigón, pérdidas de sección, aumento de las cargas permanentes debido a reformas y, en última instancia, aumento excesivo de la flecha y las consecuencias sobre los elementos que apoyan sobre ellos.

También quedan englobados en este capítulo los forjados unidireccionales de viguetas de madera, con presencia de ataques por xilófagos, infiltraciones de agua por los mismos motivos anteriormente expuestos y las consiguientes consecuencias de pudrición de la madera originando una pérdida notable de la sección resistente, flechas excesivas y daños sobre los elementos sustentados.

2.3.2.3. Deficiencias en Estructura: Estructura de Cubierta.

Analizando las deficiencias de la estructura de cubierta, nos encontramos que tenemos de un 30% a un 40% de casos que presentan algún tipo de patología (Fig. 5). Dichas deficiencias se observan en la siguiente figura:

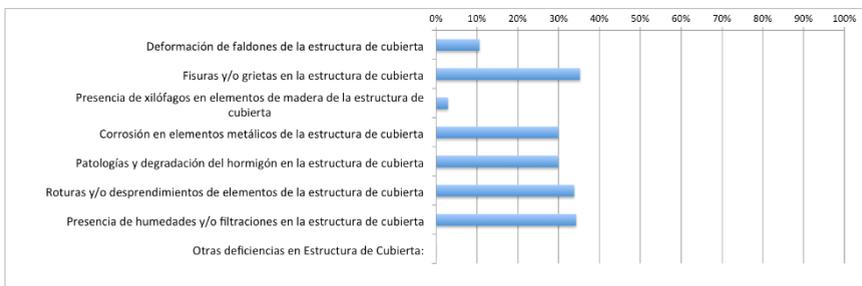


Figura 5. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Estructura Cubierta.

Fuente: elaboración propia.

2.3.2.4. Deficiencias en Estructura: Estructura de Escaleras.

Las deficiencias en este tipo de estructuras son de muy poca entidad, entre un 0% y un 5% (Fig. 6).

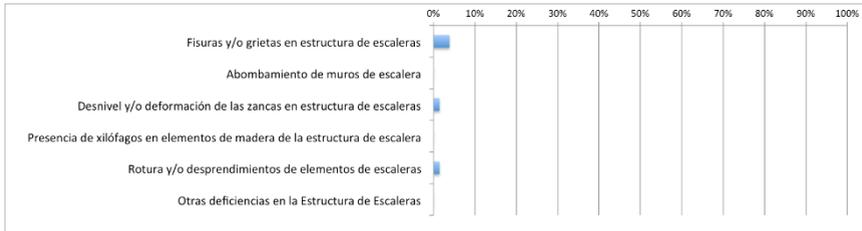


Figura 6. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Estructura Escaleras.

Fuente: elaboración propia.

2.3.3. Deficiencias en Cerramientos Verticales.

No sorprende ver como las deficiencias en cerramientos verticales se encuentran prácticamente en el 100% de los casos (Fig. 1), puesto que la mayoría de procesos patológicos primarios desencadenan un proceso de deterioro secundario o derivado manifestado de una u otra forma en los cerramientos verticales del edificio.

2.3.3.1. Deficiencias en Cerramientos Verticales: Fachadas, Medianeras y Huecos.

Tal y como acabamos de indicar, la gran mayoría de las deficiencias encontradas en este apartado derivan de procesos patológicos primarios, pero cabe destacar la degradación o ausencia de juntas entre fachadas de edificios presentada en el 88% de los casos estudiados. Así

mismo, destacar que en el 84% de los casos estudiados presentan degradación o ausencia de aislamiento térmico en fachadas y medianeras (Fig. 7).

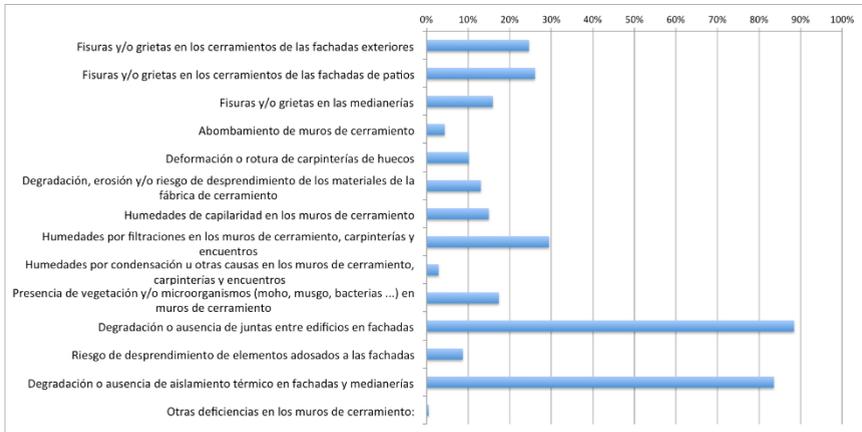


Figura 7. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Cerramientos Verticales: Fachadas, Medianerías y Huecos.

Fuente: elaboración propia.

2.3.3.2. Deficiencias en Cerramientos Verticales: Acabados de Fachada.

Consideramos por su asiduidad de aparición en torno al 85% (Fig. 8), por sus también relativos costes elevados de reparación (sobre todo motivados por los medios auxiliares necesarios) y las habituales deficientes intervenciones de reparación, las deficiencias en revestimientos continuos tanto enfoscados y revocos, como pinturas y similares.

Otra de las deficiencias que consideramos interesante tratar son las referentes a revestimientos de fachada con aplacados, es decir, aquellos cuyo deterioro proviene de sus elementos prefabricados y del fallo de los anclajes o sistemas de sujeción que los sustentan, ya sean pétreos naturales o alicatados. Se pone especial atención en ellos tanto por su asiduidad, aproximadamente en el 20% de los casos estudiados, como por su importancia en la seguridad de las personas.

Se detallan todas las deficiencias en acabados de fachada en la siguiente figura:

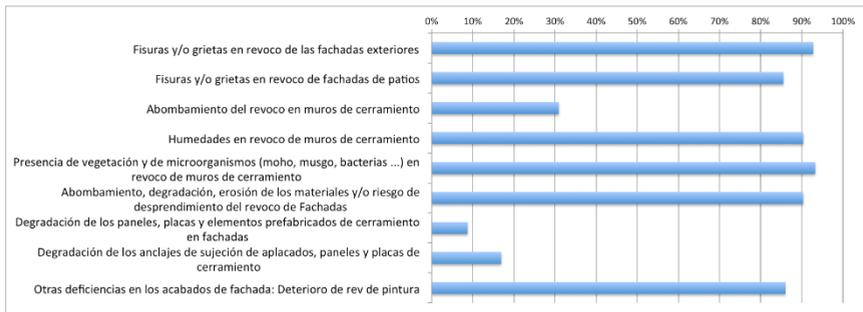


Figura 8. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Acabados de Fachada.

Fuente: elaboración propia.

2.3.3.3. Deficiencias en Cerramientos Verticales: Carpintería Exterior y Acristalamiento.

Otra de las deficiencias recurrentes y con unos costes de intervención elevados, son las derivadas de los procesos de oxidación en elementos de cerrajería de fachada con un 33% de aparición (Fig. 9). Estos procesos originan patologías derivadas como explosión de sus anclajes originadas por la oxidación de anclajes empotrados y/o por la ausencia de juntas de dilatación. Así mismo, la práctica habitual del anclaje de las mismas sobre

la superficie horizontal del forjado, origina interferencias con la impermeabilización de estos y las consecuencias sobre los forjados.

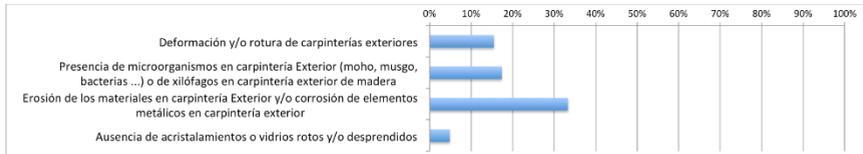


Figura 9. Gráfica de porcentajes de Deficiencias Carpintería Exterior y Acristalamiento.
Fuente: elaboración propia.

2.3.3.4. Deficiencias en Cerramientos Verticales: Elementos Adosados a Fachada y Otros Elementos de Fachada.

Cabe destacar el elevado porcentaje de los casos estudiados que presentan patologías de mal estado o riesgo de desprendimiento de sus elementos de fachada como son aleros, cornisas, voladizos, miradores, etc...

Se pone especial atención en ellos tanto por su asiduidad siendo del 84% (Fig. 10), como por su importancia en la seguridad de las personas.

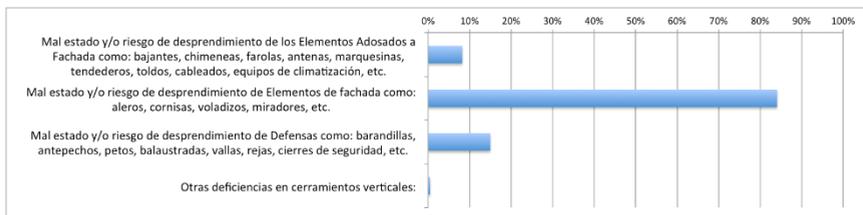


Figura 10. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Elementos Adosados a Fachada, Otros Elementos de Fachada y Otras Deficiencias.
Fuente: elaboración propia.

2.3.4. Deficiencias en Azoteas y Cubiertas.

Por el contrario, sí que es más destacable el número de casos en los que existen algún problema de uno u otro tipo en elementos de cubierta y azoteas, siendo un porcentaje superior al 90% (Fig. 1). Si bien, era de esperar un porcentaje alto originado por la desidia en el mantenimiento usual por los usuarios y los habituales elevados costes de mantenimiento y dificultades de acceso, dicho porcentaje tan elevado está motivado por la consideración como cubiertas de los elementos voladizos y balcones. Habitualmente estos elementos han sido menospreciados en su consideración de cubierta relegándolos a un segundo plano y por consiguiente descuidando su diseño en primer lugar, su ejecución en segundo y su mantenimiento y conservación en última instancia. Se ha menospreciado la influencia que una adecuada concepción de los mismos tiene en el posterior adecuado mantenimiento de los edificios y por consiguiente en el coste de su mantenimiento.

Estas deficiencias descritas se resumen y se cuantifican en las siguientes figuras:

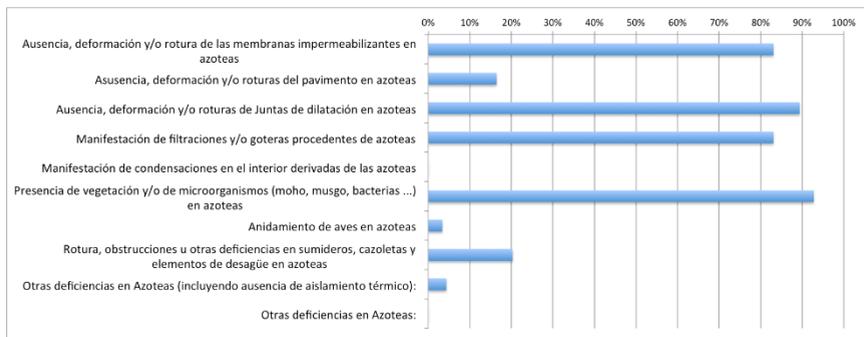


Figura 11. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Azoteas y Cubiertas Planas.
Fuente: elaboración propia.

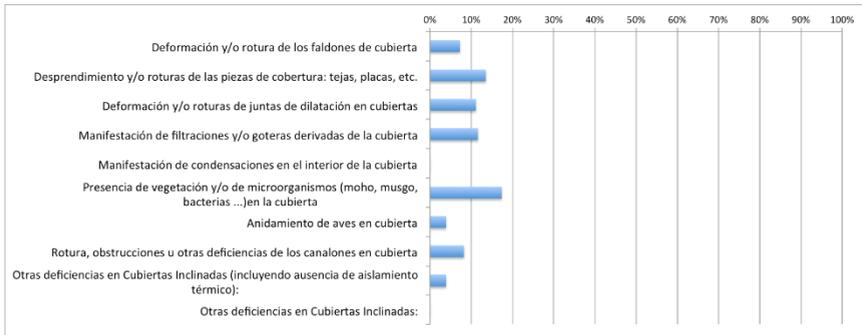


Figura 12. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Cubiertas Inclinadas.

Fuente: elaboración propia.



Figura 13. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Otros Elementos de Cubierta.

Fuente: elaboración propia.

2.3.5. Deficiencias en Instalaciones Comunes del Edificio.

El 26% de los inmuebles estudiados presentan este tipo de deficiencias. Las más frecuentes en este apartado son la aparición de humedades y/o filtraciones derivadas de fugas en las conducciones y tuberías de abastecimiento de agua y las propias de la red de saneamiento. En general, como hemos visto, la acción del agua es la principal causante de muchos de los daños que puede sufrir un edificio.

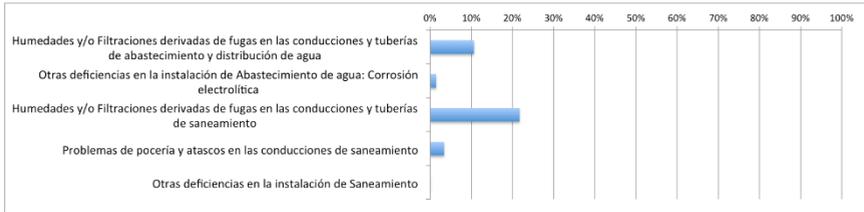


Figura 14. Gráfica de porcentajes en grupo de Deficiencias en Instalaciones Comunes del Edificio.

Fuente: elaboración propia.

Capítulo 3.

Catálogo de Deficiencias.

3. CATÁLOGO DE DEFICIENCIAS REITERATIVAS.

Es complicado establecer o seleccionar que deficiencias/patologías son las más representativas de los casos estudiados ya que, no solo podemos fijarnos en la asiduidad con la que aparecen, sino que también hay que valorar otros aspectos muy importantes e influyentes como son el coste de su reparación y/o el coste de su mantenimiento a lo largo de la vida útil del edificio, la extensión de la afección, el riesgo estructural al que expone al edificio y/o el riesgo al que expone a terceras personas, su carácter latente, el cual aun aparentando un bajo nivel actual de recurrencia, es susceptible de presentarse en un futuro no muy lejano como mucho más habitual. Todos estos factores, que difícilmente pueden ser cuantificables en un estudio como el presente, se han tratado de tener en cuenta a la hora de realizar la selección de los procesos que consideramos más representativos. Por tales motivos, queremos destacar, que en la siguiente clasificación no solo se ha tenido en cuenta la asiduidad con la que se presentan.

Teniendo en cuenta lo todo lo anterior y por los factores que más adelante se expondrán consideramos que una de las mayores deficiencias o patologías que se presentan en el ámbito analizado es la que afecta a los frentes de forjado en las fachadas. Podemos considerarlo más que como una patología en sí, un conjunto de patologías y deficiencias de construcción que confluyen habitualmente en las mismas zonas. Los balcones de los edificios son unos de los elementos sobre los que más habitualmente se interviene y más quebraderos de cabeza traen a las comunidades de vecinos.

Con todo ello, pasamos a relacionar las deficiencias más reiterativas clasificadas según los capítulos de nuestro estudio estadístico:

3.1. Deficiencias en Cimentaciones y Estructura.

- 3.1.1. Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado: Implica descenso de pH del hormigón con la consecuente corrosión de las armaduras y pérdida de su sección resistente, así como de la adherencia al hormigón.
- 3.1.1. Carbonatación en viguetas de forjados unidireccionales: Tanto en un proceso como en el otro conlleva la corrosión de sus armaduras y pérdida de su sección resistente, así como de la adherencia al hormigón.
- 3.1.2. Aluminosis en viguetas de forjados unidireccionales: Tanto en un proceso como en el otro conlleva la corrosión de sus armaduras y pérdida de su sección resistente, así como de la adherencia al hormigón.
- 3.1.3. Corrosión de armaduras en zunchos de forjado: Conlleva la “explosión” lenta del hormigón que los recubre con desprendimientos de cascotes y pérdida total o parcial de su función estructural. Implica también el desfalcado de elementos falcados a ellos como habituales aplacados de piedra artificial.
- 3.1.4. Corrosión de armaduras de viguetas de hormigón armado o pretensado: Conlleva la “explosión” lenta del hormigón que los recubre con desprendimientos de cascotes y pérdida total o parcial de su función estructural.
- 3.1.5. Corrosión de viguetas metálicas en forjados unidireccionales mixtos: Conlleva la “explosión” lenta del hormigón que los recubre con desprendimientos de cascotes y pérdida total o parcial de su función estructural.
- 3.1.6. Carbonatación del hormigón en estructura vertical. Corrosión de sus armaduras.

- 3.1.7. Colapsos frágiles de forjados por pérdida de adherencia de armaduras activas en viguetas pretensadas de forjados unidireccionales.

3.2. Deficiencias en Cerramientos Verticales.

- 3.2.1. Ausencia o deficiencia de tratamiento de protección adecuado frente a la corrosión de barandillas. Conlleva a parte de consecuencias estéticas y funcionales, la “explosión” lenta de sus anclajes empotrados con la consiguiente apertura de vías de agua hacia los forjados y rotura de sus posibles impermeabilizaciones.
- 3.2.2. Carbonatación del hormigón elementos de piedra artificial: Implica descenso de pH del hormigón con la consecuente corrosión de las armaduras y pérdida de su adherencia al hormigón.
- 3.2.3. Corrosión de armaduras en elementos de piedra artificial: Conlleva la “explosión” lenta del hormigón que los recubre con desprendimientos de cascotes.
- 3.2.4. Desprendimiento de elementos de revestimiento de piedra artificial, natural o cerámicos: Como consecuencia mayormente de la oxidación de sus armaduras.
- 3.2.5. Patología de revestimientos continuos conglomerados (excep. Pinturas).
- 3.2.6. Patologías en pinturas y conglomerados acrílicos.

3.3. Deficiencias en Azoteas y Cubiertas.

- 3.3.1. Ausencia y/o deficiencia de impermeabilización del balcón: Implica la filtración de agua a los forjados facilitando su carbonatación.
- 3.3.2. Empotramientos de barandillas atravesando impermeabilización de balcones: Conlleva las filtraciones de agua hacia los forjados.
- 3.3.3. Humedades por capilaridad en elementos constructivos en contacto con el terreno.

3.4. Deficiencias en Instalaciones.

- 3.1.2. Pérdidas de las redes de saneamiento enterradas.

3.1. Deficiencias en Cimentaciones y Estructura.

3.1.1. Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado.

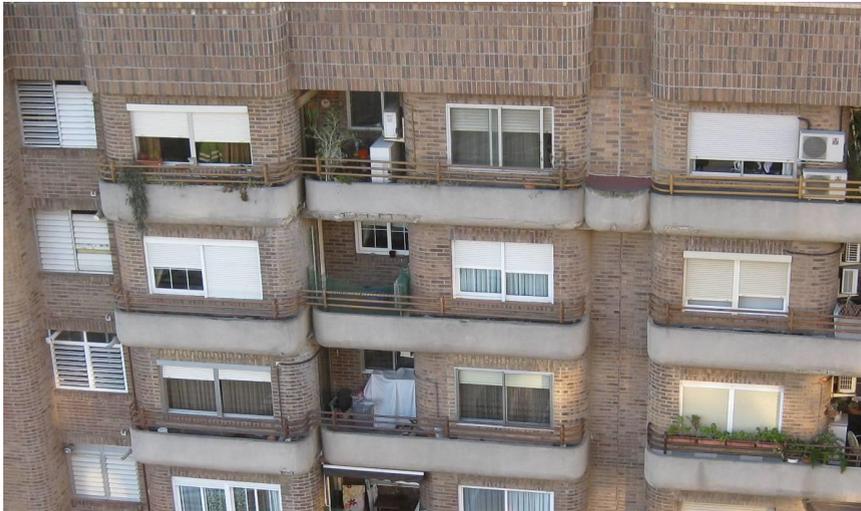


Figura 15. Fotografía de Mancomunidad Amparo Iturbi 32 (Valencia). Zunchos de forjado y petos de hormigón armado en voladizos carbonatados.

Descripción:

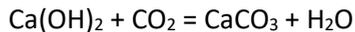
La carbonatación del hormigón de los zunchos del forjado ha provocado en estos voladizos la corrosión de sus armaduras y el desprendimiento de cascotes a la vía pública. Este fenómeno se ve altamente agravado por un error grave de ejecución en obra no habiendo respetado revestimientos mínimos de armaduras en la confección de los elementos de hormigón armado, siendo en algunos casos el revestimiento nulo.

Posibles causas:

- Reacción química entre el anhídrico carbónico del aire y el hidróxido cálcico del hormigón.
- Ambientes agresivos.
- Alto contenido de humedad ambiental.
- Infiltraciones de agua de balcones y jardineras inadecuadamente impermeabilizados.
- Reiteración de la patología por intervenciones tan solo a nivel estético.

Diagnóstico:

El anhídrico carbónico contenido en el aire penetra en las aberturas capilares del hormigón y se combina con el hidróxido de calcio alcalino disuelto en los poros del gel para formar carbonato de calcio neutro



Por consiguiente, el nivel de saturación de la solución alcalina que al principio correspondía a un valor de pH de 12 a 14, se reduce poco a poco.

Si el valor del pH del líquido contenido en los poros es inferior a 9'5, la alcalinidad ya no es suficiente para mantener pasiva la capa de óxido de las armaduras que protege. Por tanto, bajo la acción de la humedad y del oxígeno, el efecto de corrosión puede comenzar. Cuando el valor del pH del agua contenida en sus poros es inferior a 9'5 el hormigón en cuestión se conoce con el nombre de hormigón carbonatado.

La carbonatación progresa desde el exterior hacia el interior y su velocidad de penetración depende entre otras cosas de los siguientes factores:

- Humedad relativa del aire.
- Contenido de CO₂ del aire.
- Calidad del hormigón.

La experiencia ha demostrado que, en condiciones favorables, la carbonatación sólo alcanza una profundidad de 3mm al cabo de 30 años: en cambio en condiciones adversas la carbonatación puede alcanzar 20mm o más a los 10 años.

Estudios complementarios:

- Ensayos de Laboratorio. Resistencia a compresión
- Ensayo de laboratorio. Resistencia a flexotracción
- Ensayo de laboratorio. Análisis de cloruros.
- Ensayo de laboratorio. Análisis de sulfatos.
- Ensayo de laboratorio. Módulo de elasticidad.
- Ensayo de laboratorio. Porosidad.
- Ensayo de laboratorio. Densidad aparente.
- Ensayos de campo. Extracción de testigos. Correlación mediante interpolación con esclerómetro para la estimación de la resistencia a compresión.
- Ensayos de campo. Resistencia a compresión. Esclerómetro.
- Ensayos de campo. Cohesión superficial. Ensayo Sattec o extractómetro.
- Ensayos de campo. Espesor de recubrimiento. Covermeter, Profometer y/o Pachómetro.

- Ensayos de campo. Profundidad de carbonatación. Fenolftaleína (color rosa pH > 8,2). Timolftaleína (color azul pH > 9'3).
- Ensayos de campo. Predicción de la resistencia del hormigón y la velocidad de corrosión de las armaduras. Ensayo de resistividad.
- Ensayos de campo. Ultrasonidos. Pundit. Distribución y profundidad fisuras.
- Ensayos de campo. Análisis de cloruros. Test del Nitrato de Plata + diacromato potásico.

Principios de intervención:

Existe una idea generalizada de intervención en la edificación residencial bastante errónea ante este tipo de circunstancias ya que de forma generalizada vienen enfocadas a subsanar las consecuencias de las patologías y no inciden en el origen de la misma. Tradicionalmente las intervenciones en este tipo de patologías han venido encaminadas básicamente y en líneas muy generales en una regeneración tanto de la armadura dañada y pérdida como del hormigón en mal estado. No obstante, no se interviene para tratar de frenar de alguna forma la velocidad de corrosión de las armaduras. Esto implica que, tras un breve periodo de tiempo, las patologías reaparecen.

En el apartado correspondiente a la patología de *corrosión de armaduras en zunchos de forjado*, se explica los procesos de intervención recomendados para incidir de forma directa en la ralentización del proceso de corrosión de las armaduras. Aquí procedemos a detallar el proceso de intervención en la reparación de los zunchos y también hablaremos algo sobre el tratamiento de las armaduras más allá de lo

indicado en su apartado. Sin embargo, hay que considerar la intervención en estos elementos como la conjunción de ambas especificaciones. El proceso de intervención sería el siguiente:

- Picado manual de material degradado hasta llegar a material sano (tanto armaduras como hormigón). Se picará tanto hormigón como para poder dejar todas las armaduras descubiertas en todo su perímetro y poder ser tratadas en todo su perímetro, aun encontrándose el hormigón sano. Así mismo las armaduras se descubrirán longitudinalmente lo necesario como para poder realizar el solape de las nuevas a reponer.
- Saneado de armaduras con cepilladora manual, para eliminación de óxidos, incluso limpieza con disolución de tricloroetileno para eliminar grasas y aceites y pasivación de las mismas mediante aplicación concentrada de ácido tánico.
- Soplado a presión de toda la superficie a reparar.
- Protección de armaduras descubiertas con revestimiento anticorrosión y formación de capa de adherencia entre el hormigón nuevo y el hormigón viejo con un producto a base de resinas epoxi modificadas tipo “Sika Top Armatec 110 Epocem” con un rendimiento no inferior al especificado en la ficha técnica del producto.
- Las armaduras longitudinales o transversales a reponer que no dispongan de longitud de solape suficiente serán ancladas mediante resina epoxi.
- Reconstrucción de volúmenes perdidos con mortero de reparación estructural clase R4 tipo Sika Monotop 412S con el espesor necesario para la total reconstrucción del zuncho de forjado, aplicado en capas no superiores a 40mm. Es muy importante respetar los tiempos de fraguado entre unas capas y otras.

- Acabado cosmético de frente de elemento estructural reconstruido mediante tratamiento tapaporos y de sellado superficial mediante mortero de reparación estructural clase R3 tipo Sika Monotop 620 en un espesor de capa de 5mm.
- Tratamiento de aplicación superficial y actuación en profundidad de protección de armaduras de elemento de hormigón armado consistente en aplicación en superficie de Sika Ferrogard o similar con un rendimiento no inferior al especificado en su ficha técnica.
- Después de esta capa se aplicarán los revestimientos que correspondan siendo altamente recomendable la aplicación de revestimientos de alta impermeabilidad al agua de lluvia y alta transpirabilidad a los vapores de agua del interior del elemento.

Caso de ejemplo: C/ Pianista Amparo Iturbi 32 (Valencia)



Figura 16. Fotografía de C/Pianista Amparo Iturbi 32 (Valencia). Fachada norte.



Figura 17. Fotografía de C/Pianista Amparo Iturbi 32 (Valencia). Fachada sur.



Figura 18. Fotografía de C/Pianista Amparo Iturbi 32 (Valencia). A vista de pájaro.

En el presente caso nos encontramos con un edificio también con estructura de hormigón armado. Los petos de los balcones están contruidos con muro de hormigón armado y en muchos lugares dispone de jardineras con una estanqueidad deficiente. La impermeabilización, así como la evacuación de las aguas interiores a través de gárgolas de los balcones también es deficiente.

Los frentes de forjado y petos se encuentran revestidos con enfoscados aparentemente de cemento y un revestimiento de “granulite” (conglomerado de triturado de mármol con aglutinante en base a resina acrílica de escasa permeabilidad al vapor de agua).

Como comentábamos antes también se aprecia una descuidada ejecución de los elementos de hormigón ya que en multitud de puntos no se han dejado los recubrimientos necesarios.

La deficiente impermeabilización de balcones unido a la existencia de un revestimiento exterior de un espesor elevado (2-3mm) y muy poca permeabilidad al vapor de agua ha propiciado la permanencia del agua en el interior de los elementos de hormigón, propiciando con ello a su vez la carbonatación del hormigón debido a la mayor presencia de agua en su red capilar. No obstante, la existencia de un elemento no permeable como al granulite a su vez impide la entrada de CO_2 y con ello por consiguiente también la carbonatación, por lo que el efecto de este elemento ha sido en parte beneficioso. A nivel global no existen datos para valorar el efecto del granulite sobre el elemento del hormigón, pero con bastante probabilidad ha sido globalmente favorable por su efecto anti-carbonatación. Durante el tiempo en el que se encontrase en buen estado este revestimiento, así como la impermeabilización de los balcones, el granulite habrá estado impidiendo en parte la carbonatación

del hormigón. No obstante, en el momento el granulite ha comenzado a fisurarse por efecto de la desecación y deterioro por exposición a los agentes atmosféricos, el CO_2 ha penetrado con mayor facilidad en los elementos de hormigón y unido al fallo de la impermeabilización de balcones y jardineras y al consiguiente aumento del contenido de humedad de la red capilar del hormigón, ha aumentado con bastante velocidad la carbonatación del mismo.

La patología afecta al 100% de las fachadas tanto interiores como exteriores.

3.1.2. Carbonatación en viguetas de forjados unidireccionales.



Figura 19. Fotografía C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals). Armadura corroída en vigueta con recubrimientos carbonatados.

Descripción:

La carbonatación cuando afecta a viguetas de forjados unidireccionales tiene un riesgo especial originado por las posibles consecuencias derivadas de un fallo estructural de la misma originado por la posterior corrosión de las armaduras.

Posibles causas:

- Las definidas para la patología *Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado*.

Diagnóstico:

El mismo que para la patología *Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado*. No obstante, los orígenes de infiltraciones de agua en este caso habitualmente son debidos, aparte de los fallos descritos de la impermeabilización de balcones, los producidos por fallos en las impermeabilizaciones de cubiertas, falta de estanqueidad de la red de saneamiento, humedades por condensación en forjados sanitarios, humedades de condensación por aislamiento térmico insuficiente, falta de estanqueidad en elementos sanitarios de cuartos húmedos, etc.

Las consecuencias son las mismas que las descritas para la patología *Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado*, no obstante, aquí agravadas por la mayor relevancia estructural del elemento vigueta. La carbonatación activará el proceso de corrosión de las armaduras.

Estudios complementarios:

- Los descritos para la patología *Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado*.
- Detección de sulfatos (mediante Cloruro de bario) + test BRE o de la oxina, para la desestimación de posible aluminosis.
- Difractometría de rayos X para determinación de compuestos principales y desestimación de posible aluminosis.

Principios de intervención:

De forma genérica los descritos para *Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado*. No obstante, la peculiaridad del elemento estructural hace que deba de recibir un trato diferenciado en determinadas circunstancias. Se puede seguir el tratamiento anterior en fases primarias de avance del proceso patológico. Pero cuando el avance se encuentra en fase media o avanzada requiere de una intervención más contundente orientada a una sustitución completa del elemento estructural forjado o a una sustitución tan solo a nivel funcional relegando esta al nuevo elemento adicionado, siendo esta última la más habitual por ser más compatible con la continuidad de uso de la vivienda durante los trabajos de intervención y menor coste total. Este sistema de sustitución funcional se explicará en el apartado de la patología *Aluminosis en viguetas de forjados unidireccionales*.

Caso de ejemplo: C/ Botánico Cavanilles 2 y 4 (Canals)



Figura 20. Fotografía C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals). Fachada

Si bien en el presente caso su mayor problema no era la carbonatación, sí que ésta se encontraba presente dejando expuestas las armaduras que, debajo de locales húmedos con problemas de estanqueidad, sufrían de corrosión de las mismas y posterior estallido de sus recubrimientos de hormigón como muestra la figura 19.

El principal problema del presente caso fue el colapso frágil de uno de sus forjados con afección a dos alturas (el cual se tratará más adelante). No obstante, ninguna de las viguetas presentes en el cúmulo de escombros presentaba armaduras corroídas u hormigones parudzcos, altamente porosos o de escasa consistencia. Las roturas de las viguetas eran limpias cortando áridos y no pulverulentas. Y las armaduras se encontraban sin síntoma alguno de corrosión.

3.1.3 Aluminosis en viguetas de forjados unidireccionales.

Descripción:

En sus fases terminales las viguetas afectadas por aluminosis con el hormigón "convertido" y normalmente en presencia de humedad presentan una desintegración del hormigón de las mismas y un nivel de corrosión muy elevado de las armaduras. Si bien, bajo determinadas circunstancias, las viguetas pueden permanecer en estado estable y no presentar síntoma aparente alguno. El hormigón aluminoso suele tener un tono más parduzco que el cemento Portland, tanto más cuanto más "convertido" se encuentre.



Figura 21. Fotografía C/ Prolongación Vicente Cardona s/n (Paterna), Vigueta de cemento aluminoso "convertido" y armaduras corroídas con recubrimientos de las mismas desaparecidos en su mayor parte.

Posibles causas:

- Aumento de la porosidad del hormigón constituyente originado por la aparición y evaporación de agua tras la “conversión” del cemento aluminoso.
- Alta humedad ambiental.
- Filtraciones de agua a los forjados.
- Altas temperaturas ambientales.
- Alto contenido de CO₂ en el ambiente.
- Utilizaciones de relación a/c > 0'4 en el amasado.
- Aguas de amasado superiores a 25°C.

Diagnóstico:

El cemento aluminoso está formado por una mezcla de piedra caliza y bauxita pulverizadas. La mezcla se calcina hasta su fusión alrededor de los 1.600°C. En la mezcla no son añadidos yesos. Se diferencia mayoritariamente del cemento Portland en su alto contenido en óxido de alúmina (Al₂O₃, alúmina) en torno al 37'18% y su menor contenido en óxido cálcico (CaO, cal).

El mineral cuantitativamente más abundante constituyente del Clinker del cemento aluminoso es el Aluminato Monocálcico CaO.Al₂O₃.

La hidratación del cemento aluminoso da origen a una serie de aluminatos de calcio hidratados cristalizados en placas, láminas, laminillas y cúbicas. Siendo este último el único estable a temperaturas ordinarias. El resto de aluminatos cálcicos hidratados en forma de placas, láminas y laminillas metaestables tienden a transformarse más pronto o más tarde en la fase estable cúbica (cristal) con liberación simultánea de hidróxido de aluminio Al(OH)₃ y agua.

Estas transformaciones originan una disminución del volumen del sólido cementante de un 40%, lo que da lugar a una elevación importante de la porosidad que va acompañada de una disminución notable de la resistencia mecánica (del orden del 75% en el hormigón) y de resistencia frente a la corrosión, disminuida aún más si cabe por la menor protección alcalina que presenta el cemento aluminoso con respecto al Portland.

La degradación del cemento aluminoso es favorecida y llevada a su etapa final por el proceso de “carbonatación” del cemento aluminoso a través del anhídrido carbónico en medio húmedo. Esta fase comporta la destrucción de la propia fase cúbica.

Estudios complementarios:

- Ensayos de Laboratorio. Resistencia a compresión
- Ensayo de laboratorio. Resistencia a flexotracción
- Ensayo de laboratorio. Análisis de cloruros.
- Ensayo de laboratorio. Análisis de sulfatos.
- Ensayo de laboratorio. Módulo de elasticidad.
- Ensayo de laboratorio. Porosidad.
- Ensayo de laboratorio. Densidad aparente.
- Ensayos de campo. Extracción de testigos. Correlación mediante interpolación con esclerómetro para la estimación de la resistencia a compresión.
- Ensayos de campo. Resistencia a compresión. Esclerómetro.
- Ensayos de campo. Cohesión superficial. Ensayo Sattec o extractómetro.
- Ensayos de campo. Espesor de recubrimiento. Covermeter, Profometer y/o Pachómetro.
- Ensayos de campo. Predicción de la resistencia del hormigón y la velocidad de corrosión de las armaduras. Ensayo de resistividad.

- Ensayos de campo. Análisis de cloruros. Test del Nitrato de Plata + diacromato potásico.
- Detección de sulfatos (mediante Cloruro de bario) + test BRE o de la oxina.
- Difractometría de rayos X para determinación de compuestos principales.

Principios de intervención:

Habitualmente, la intervención en este tipo de estructuras suele conllevar un elevadísimo coste asociado, por lo que, salvo que la patología se encuentre en una fase terminal y sea imprescindible una intervención integral, se deberá realizar un estudio pormenorizado de cada vigueta del edificio y valorar su intervención de forma pormenorizada.

Así mismo, y con el claro propósito de proteger y vigilar aquellas viguetas en las que no se actúe, se deberá proveer de registros en todos los falsos techos de todas las estancias del edificio. Así mismo se deberá intervenir en todas las instalaciones de agua (suministro y saneamiento) para garantizar su completa estanqueidad. También se valorará la posibilidad de impermeabilización de cuartos húmedos como medida precautoria.

De forma generalizada se adopta una actuación en estas viguetas de sustitución funcional por la cara inferior de los forjados mediante la adición de un elemento estructural retacado a la vigueta a reforzar.

Existen multitud de sistemas de sustitución funcional de viguetas tanto sistemas tradicionales mediante perfilaría de acero como sistemas patentados. Estos últimos nos ofrecen unas mayores garantías a una relación calidad-precio equilibrada. Ya que suelen ser sistemas en los

que se ha estudiado en detalle el mayor aprovechamiento útil del kg de acero por kN de refuerzo adoptando además el sistema una protección en modo de tratamiento galvanizado que ofrece una elevadísima resistencia frente a la corrosión.

Dentro de estos sistemas tenemos el comercializado por Mecanoviga, el cual consta básicamente y de forma genérica del siguiente proceso:

- Apuntalamiento, con desapuntalamiento puntual de la vigueta a actuar.
- Demolición de entrevigado.
- Saneado de viguetas afectadas demoliendo todo el material que no se encuentre en buen estado.
- Colocación de placas de anclaje a puntos de anclaje mediante anclaje químico (vigas descolgadas, muros).
- Montaje de la viga MVH Mecanoviga a contraflecha y atornillado controlando los pares de apriete.
- Puesta en carga de la Mecanoviga.
- Retacado de la Mecanoviga a la vigueta reforzada mediante mortero específico de la patente.
- Tras los tiempos de fraguado y endurecimiento, desapuntalamiento.

Caso de ejemplo: C/ Divino Maestro 5 (Alboraya)

El edificio en cuestión presenta una afección en sus forjados por aluminosis estando afectados la totalidad de los mismos. A esta patología se le añade también un avanzado proceso de carbonatación en pilares de planta baja y en zunchos de balcones. Una deficiente impermeabilización de cubierta y de balcones a acelerado de una forma notable el proceso

de deterioro tanto de las viguetas afectadas por aluminosis como de los zunchos de balcones afectados por carbonatación.



Figura 22. Fotografía C/Divino Maestro 5 (Alboraya).



Figura 23. Fotografía C/Divino Maestro 5 (Alboraya). En primer plano vigueta de borde de voladizo completamente desintegrada con armaduras "volando al viento". Al fondo niños jugando en la guardería inmediata inferior.

Tanto en esta patología como cuando aparece *Carbonatación en viguetas de forjados unidireccionales*, *Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado*, *Corrosión de viguetas metálicas en forjados unidireccionales mixtos* y *Carbonatación del hormigón en estructura vertical*, *corrosión de sus armaduras* es altamente recomendable valorar la opción de impermeabilización de cuartos húmedos (cocinas, aseos, baños).

3.1.4. Corrosión de armaduras en zunchos de forjado.

Descripción:

Manifestación de grietas coincidentes con armaduras originadas por el estallido del recubrimiento por acumulación de óxidos en la superficie de las armaduras con pérdida total o parcial de la sección resistente de la misma y la adherencia con el hormigón. En ocasiones nos encontramos con desprendimientos o incluso destrucción completa del elemento resistente.



Figura 24. Fotografía C/ Picaña 20 (Torrente). Fisuraciones en zuncho de forjado de cubierta en patio interior por estallido de recubrimientos provocados por la corrosión de sus armaduras.



Figura 25. Fotografía C/ Picaña 20 (Torrente). Niño jugando en la misma vertical y a cota cero donde se encontraba la cornisa con riesgo inminente de desprendimiento de la figura 24.

Posibles causas:

- Carbonatación del hormigón de recubrimiento.
- Pila electroquímica.
- Ambientes agresivos.
- Alto contenido de humedad ambiental.
- Infiltraciones de agua de balcones y jardineras inadecuadamente impermeabilizados.
- Reiteración de la patología por intervenciones tan solo a nivel estético.
- Adiciones agresivas en el agua de infiltración.
- Ataque por cloruros.

- Ataque de sulfatos.
- Infiltraciones de aguas muy puras.
- Infiltraciones de aguas ácidas.

Diagnóstico:

Las barras de acero de las estructuras de hormigón, normalmente no se corroen, por la formación de una capa de óxido estable que pasiva la superficie del acero, que se forma tras un breve proceso inicial de corrosión. Durante el proceso de fraguado del hormigón, se desarrolla una alta alcalinidad que, en presencia de oxígeno, favorece la consolidación de esta capa de óxido “protectora”, y que se mantendrá, mientras el electrolito conserve su alcalinidad. En condiciones normales el hormigón tiene un pH de 12 aproximadamente, por la presencia de hidróxidos de calcio, potasio y sodio; mientras, la presencia de esta capa de óxido aísla al acero del medio en el que se encuentra. Sin embargo, la carbonatación y la contaminación por cloruros son procesos que alteran la alcalinidad del medio y la estabilidad de la capa de óxido y en consecuencia la pasividad del acero.

El proceso de corrosión dará como origen óxidos en las superficies de las armaduras los cuales ejercerán presión sobre el recubrimiento de hormigón provocando su estallido. El proceso de corrosión se expande por todas las barras a mayor velocidad en tanto y en cuanto más carbonatado se encuentre el hormigón. Una vez agrietada la capa externa de la estructura exponen al acero a agentes atmosféricos agresivos (cloruros, oxígeno, polvo) que aceleran la corrosión.

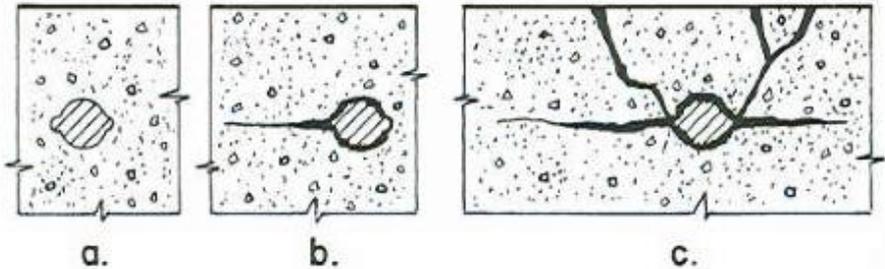
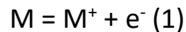


Figura 26. Dilatación del acero promovida por la humedad ambiente infiltrada a través de los poros o fisuras del hormigón. Oxidación

El proceso de corrosión es un proceso de destrucción de metales y aleaciones que ocurre, de forma espontánea, sobre la superficie de los mismos. Podemos decir que, exceptuando los procesos de corrosión a alta temperatura, todos los demás se producen en presencia de agua, mediante un mecanismo electroquímico de intercambio de electrones. Este mecanismo se puede explicar con la siguiente expresión:



En la que M representa el metal en estado inmune que, al perder uno o varios electrones, pasa a ión metálico M^{+} capaz de reaccionar con el medio acuoso que lo rodea. La presencia de agua, no solo sucede alrededor de un metal sumergido, sino también en los enterrados, por la humedad de la tierra, y en la superficie de los metales que se encuentran en el aire por condensación y salpicaduras.

Cualquiera de estos medios que rodean a un metal, actuará como electrolito de las innumerables pilas que se forman sobre la superficie del metal.

La diferencia de potencial que genera el electrolito entre las zonas del mismo metal, produce una circulación de corriente que, saliendo del ánodo, llega al cátodo a través del electrolito, cerrándose el circuito a través de la masa metálica.

La zona por donde sale la corriente hacia el electrolito (ánodo), al ceder electrones se corroe y la zona que recibe la corriente desde el electrolito (cátodo), queda inmune a la corrosión. Los electrones libres, procedentes de la zona anódica, circulan por la masa metálica, acumulándose en la zona catódica. Al circular corriente por el electrolito acuoso, se producirá disociación del agua en iones H^+ e hidroxilos OH^- , los cuales reaccionaran de la siguiente forma.

En las inmediaciones del ánodo, los hidroxilos se combinan con los iones metálicos, para formar hidróxido metálico (MOH) que precipita formando productos de corrosión, al mismo tiempo, los iones H^+ acidifican el electrolito próximo al ánodo.

En las inmediaciones del cátodo, los electrones (e^-) acumulados en exceso, se combinan con los iones H^+ para formar hidrógeno atómico que pasa a molecular, en forma de gas, que se deposita en la superficie del cátodo, para terminar desprendiéndose. Esta desaparición de iones H^+ , creará una concentración de hidroxilos (OH^-) que alcalinizará el electrolito en contacto con el cátodo.

Las pilas que se forman sobre la superficie del metal, tendrán un determinado potencial, que será diferente para cada metal y en cada electrolito (agua dulce, agua de mar, tierra, etc.).

Estudios complementarios:

- Ensayo metalográfico con microscopio óptico de luz reflejada. Determinación del tipo de corrosión.
- Ensayo de microscopio electrónico de barrido con determinación de componentes por medio de rayos x. Determinación del tipo de corrosión y naturaleza de los constituyentes afectados.
- Ensayos de campo. Potencial de corrosión mediante el potencióstato. Medida de la velocidad de corrosión de las armaduras.

Principios de intervención:

Tradicionalmente las intervenciones de rehabilitación en las armaduras han venido encaminadas a la limpieza de los óxidos, su pasivación y su protección final mediante un recubrimiento rico en zinc (así como la reposición de las armaduras con pérdidas importantes de su sección resistente). No obstante, este tipo de intervención deja de lado la evidencia de que el elemento protegido (aun suponiendo una perfecta intervención, que no es habitual) sigue en contacto eléctrico con el resto de armadura embebida en el hormigón, dentro de electrolito y por consiguiente con la pila electroquímica activa y el proceso de corrosión en marcha. Motivo por el cual no sirve de nada la protección dada ya que el elemento no ha sido aislado por completo de su entorno, tan solo de forma muy parcial.

De hecho, además, es muy habitual que cuando se interviene sobre las armaduras no se haga en todo su perímetro, sino tan solo hasta donde el hormigón se encuentra deteriorado. Si la armadura no se protege en todo su perímetro ocasionará que la parte no protegida interior actúe como ánodo, frente al resto de la superficie metálica recubierta, dando lugar a un proceso de corrosión muy rápido concentrado en estas pequeñas zonas. Los depósitos de herrumbre creados en la parte interior de la armadura no tratada crearán tensiones que empujarán el recubrimiento nuevo creado en forma de estallido, acusándose la ruptura de los hormigones en la interfase entre hormigón viejo y mortero estructural nuevo por ser este un punto delicado en lo que se refiere a la adherencia entre ambos materiales.

Es por ello que se hace necesaria la utilización de otros procesos que traten de reducir el potencial eléctrico formado en la pila. Para ello se debe conseguir que toda la superficie trabaje como cátodo de una pila, de esta forma el metal no cederá electrones y, por lo tanto, permanecerá inmune a la corrosión. A esto se le conoce como **protección catódica**.

Podemos distinguir dos métodos de protección catódica; protección catódica por ánodo de sacrificio y protección catódica por corriente impresa.

Protección catódica por ánodo de sacrificio: Al unir eléctricamente dos metales de distinto potencial electroquímico, estando ambos en el mismo electrolito (tierra, agua de mar, agua dulce, etc.) se establecerá entre ellos, una pila galvánica en la que el metal más electronegativo (ánodo) cederá electrones al más electropositivo (cátodo), protegiéndose este a expensas de la corrosión del primero. En la serie electroquímica de los metales podemos ver que el hierro y el acero

podrán ser protegidos conectándose a piezas de aluminio, zinc y magnesio. A estas piezas se les conoce como ánodos de sacrificio ya que se irán disolviendo, para mantener el acero en estado de inmunidad. La marca comercial Corpro tiene desarrollada un revestimiento exterior para el hormigón consistente en una aleación de Aluminio-Zinc-Indio que es proyectado sobre la superficie externa del hormigón y conectado a las armaduras de forma que actúa como ánodo de sacrificio.



Figura 27. Fotografía de detalle de conexión de ánodo en forma de revestimiento exterior de aleación de Aluminio-Zinc-Indio.



Figura 28. Fotografía de aplicación de ánodo de sacrificio Aluminio-Zinc-Indio.

Protección catódica por corriente impresa: El suministro constante de electrones al cátodo, puede hacerse también desde una fuente de corriente eléctrica continua, la cual tendrá su polo negativo conectado a un conductor eléctrico, sumergido en el mismo medio, a distancia conveniente de la estructura. Con esta disposición, la corriente eléctrica continua pasará, desde el conductor (ánodo) a la estructura, a través del electrolito, estableciéndose así la misma pila de protección que en el caso anterior. El principal sistema de protección catódica en estructuras de hormigón consiste en la instalación de malla/cinta de titanio. Es la técnica más duradera y adecuada para la mayoría de casos. La utilización de la malla/cinta de titanio cubriendo el exterior de la estructura de hormigón, proporciona un reparto de corriente uniforme. Una vez instalada la malla o cinta se aplicará una capa de mortero para dejar la

mallas anódicas integradas en el mismo electrolito en el que se encuentran las barras de acero.

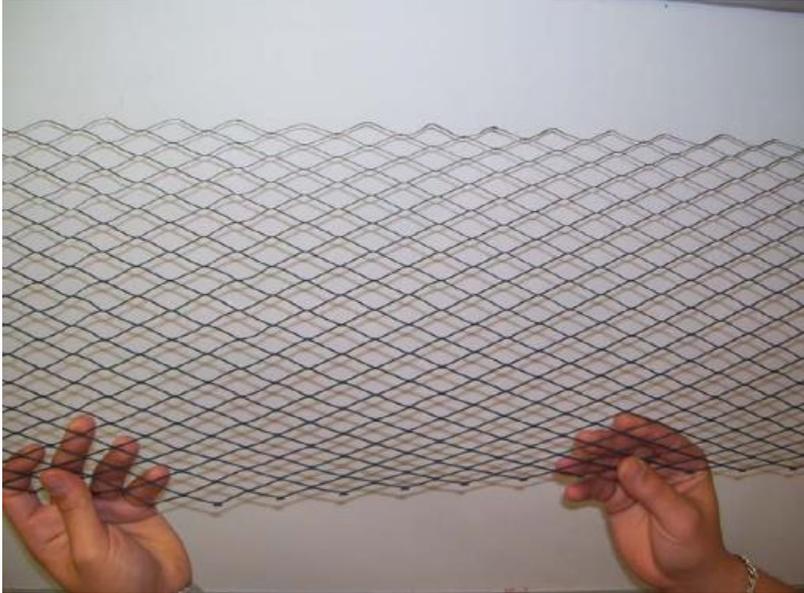


Figura 29. Fotografía de malla de titanio activado MMO ELGARD de CORRPRO.



Figura 30. Fotografía de ánodo de malla de Titanio para corriente impresa encapsulado con hormigón proyectado.

Caso de ejemplo: Comunidad de Propietarios C/ Mediterráneo 1 (Alaquas)

En este edificio, también de estructura de hormigón armado, nos encontramos con una muy deficiente impermeabilización de balcones, muchos de ellos además con vertido constante de sobrantes de agua de riego de macetas. Así mismo los frentes de voladizos no disponen de goterón lo que facilita que el agua escurra de forma laminar por la cara inferior de las losas de los balcones.

Las barandillas de los balcones se encuentran ancladas en la cara superior de los balcones lo que facilita la entrada de agua a través de estos anclajes.

Así mismo ha sufrido intervenciones muy poco afortunadas. Se han repavimentado la gran mayoría de los balcones sin modificar la barandilla. El hueco preexistente entre el pavimento anterior y la barra inferior de las barandillas era bastante reducido por lo que con la colocación del nuevo pavimento se ha taponado la salida natural de agua por escorrentía con lo que se queda acumulada en el interior y poco a poco se filtra hacia el forjado. Para compensar esto, los propietarios han visto conveniente la realización de aliviaderos que atraviesan el forjado de forma diagonal y salen por el canto del forjado en forma de gárgola. No obstante, esa solución no es suficiente puesto que las pendientes del balcón no dirigen el agua hacia estos puntos. Así mismo, no existe unión entre la impermeabilización de los balcones (en caso de existir) y estos elementos de desagüe.

Además, las bovedillas de estos voladizos son yeso y actúan como retenedores de la humedad y el agua que se introduce en los forjados.

La gran facilidad con la que el agua, junto con otras adiciones agresivas se introducen y permanecen en el forjado, han conllevado una carbonatación del hormigón acelerada, así como la oxidación de las armaduras y el estallido de los recubrimientos.

Se tiene constancia de intervenciones de reparación de estas patologías con fechas no superiores a 2 años anteriores a la visita realizada. Ello prueba como, tanto por las condiciones favorables para desarrollar la patología como por la escasa competencia y diligencia a la hora de realizar las intervenciones de reparación, nos encontramos ante una patología con una periodicidad de aparición de aproximadamente tan solo un año.

El cuadro fisurativo nos indica un estado avanzado del proceso que no solo afecta a los zunchos del forjado sino también a las viguetas del mismo. Este nivel tan avanzado de afección nos indica un punto de avance de la misma de no retorno, en el que se va a hacer necesario una periodicidad de intervenciones en plazos relativamente cortos salvo que, en algún momento se pueda realizar una intervención contundente, pero con unos costes bastante elevados.



Figura 31. Fotografía de C/ Mediterráneo 1 (Alaquas), vista inferior de balcones. Vista general de concentraciones de sales solubles cristalizadas en la interfase entre encofrado y pintura.



Figura 32. Fotografía de C/ Mediterráneo 1 (Alaquas), vista de detalle de las manchas de humedades por filtraciones y la concentración cristalina.



Figura 33. Fotografía de C/ Mediterráneo 1 (Alaquas), vista general de manchas por filtraciones con adiciones de aguas sobrantes de riego. Contenidos de material biológico con consiguientes infestaciones de microorganismos.

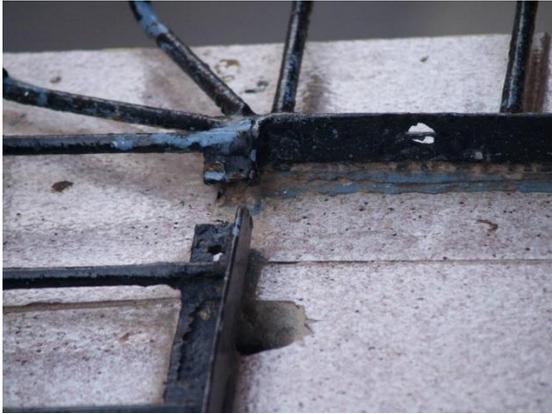


Figura 34. Fotografía de C/ Mediterráneo 1 (Alaquas), detalle del pavimento recreado del balcón que ha supuesto el taponamiento de la libre escorrentía del agua de lluvia. Detalle de las medidas adoptadas por la propiedad para minimizar los efectos.



Figura 35. Fotografía de C/ Mediterráneo 1 (Alaquas). Fisuraciones en zuncho de forjado. Aparentemente coincidentes con la interfase entre hormigón viejo y nuevo de la reciente reparación.

3.1.5. Corrosión de armaduras de viguetas de hormigón armado o pretensado.

Descripción:

Manifestación de grietas coincidentes con armaduras originadas por el estallido del recubrimiento por acumulación de óxidos en la superficie de las armaduras con pérdida total o parcial de la sección resistente de la misma y la adherencia con el hormigón. En ocasiones nos encontramos con desprendimientos o incluso destrucción completa del elemento resistente.

Posibles causas:

- Ídem *Corrosión de armaduras en zunchos de forjado*.
- Baja alcalinidad en hormigón de cemento aluminoso.
- Mayor sensibilidad en armaduras activas de viguetas pretensadas.

Diagnóstico:

Ídem *Corrosión de armaduras en zunchos de forjado*. Destacar que en las viguetas aluminosas estas son menos alcalinas tras la hidratación del hormigón que las realizadas con cemento Portland, por lo que se encuentran menos protegidas frente a la corrosión y su proceso de corrosión puede ser más prematuro y a mayor velocidad.

Así mismo, en las armaduras activas existe una mayor sensibilidad a la corrosión ya que en esas últimas pueden aparecer grietas microscópicas (originadas por la propia heterogeneidad del material o por la absorción

de hidrógeno) que, tras su propagación consecuencia del estado tensional, provoque una rotura frágil del elemento estructural.

Estudios complementarios:

- Ídem *Corrosión de armaduras en zunchos de forjado*.

Principios de intervención:

Los descritos en *Carbonatación en viguetas de forjados unidireccionales* y en *Aluminosis en viguetas de forjados unidireccionales*.

No permitida por normativa la protección catódica preventiva de armaduras activas por la posibilidad de provocar fragilización por absorción de hidrógeno y rotura frágil. No obstante, existen estudios que demuestran la no aparición de fragilidad por absorción de hidrógeno en protección catódica correctiva.

Caso de ejemplo:

Los descritos en *Carbonatación en viguetas de forjados unidireccionales* y en *Aluminosis en viguetas de forjados unidireccionales*.

3.1.6. Corrosión de viguetas metálicas en forjados unidireccionales mixtos.



Figura 36. Fotografía de C/ Matías Perello 17, (Valencia). Estallidos de voladizos por corrosión de viguetas metálicas.

Descripción:

La corrosión de las viguetas metálicas provoca fisuras, grietas y desprendimientos de los elementos que las recubren, así como pérdida de su capacidad portante.

Posibles causas:

- Ídem *Corrosión de armaduras en zunchos de forjado*. En este aspecto influirá en la velocidad de corrosión la alcalinidad del mortero y hormigón que las recubre (portland, cal, etc.)
- Deficiente calidad del sistema de protección frente a la corrosión por barrera. Ya sea, insuficiente espesor de película seca, escasa adherencia y/o baja calidad del revestimiento protector.

Diagnóstico:

El proceso de corrosión es principalmente el electroquímico descrito en la patología *Corrosión de armaduras en zunchos de forjado*. En determinadas circunstancias también nos podemos encontrar con corrosión puramente química, especialmente en las partes expuestas de las viguetas, no obstante, este tipo de corrosión afecta principalmente a zonas superficiales. Esporádicamente los procesos de corrosión electroquímicos se pueden ver acentuados por los efectos de corrientes erráticas y corrientes de Foucault.

Cuanto menor sea la calidad del sistema de protección en modo barrera de los perfiles metálicos tanto más alta será la velocidad de corrosión. En esta calidad del revestimiento de los perfiles metálicos influyen básicamente tres factores que son; la calidad del tipo de revestimiento elegido, el espesor de película seca de este y la adherencia de este al soporte.

Los perfiles metálicos pueden llegar a multiplicar por diez su sección por efecto de la corrosión, lo que nos puede hacer una idea del efecto que puede tener tanto para la pérdida de sus capacidades portantes como

para las afecciones a los elementos y materiales en los que se encuentran embebidos.

Así mismo, en pocos años, pueden llegar a perder por completo toda su sección resistente en un punto determinado del perfil, lo que también nos puede llegar a hacer una idea de la gravedad de esta consecuencia en un elemento estructural (vigüeta, viga o soporte)

Estudios complementarios:

- Ídem *Corrosión de armaduras en zunchos de forjado*.

Principios de intervención:

Ante este tipo de patología nos encontramos con la misma problemática existente en la patología *Corrosión de armaduras en zunchos de forjado*. Y es que, si tan solo se interviene en una zona determinada del elemento metálico, aun presuponiendo una perfecta intervención en la zona actuada, la corrosión electroquímica seguirá su proceso en el resto de perfil no intervenido y por consiguiente habremos conseguido una intervención mediocre.

Por ese mismo motivo se hace necesario apoyar la intervención con un sistema de protección catódica. El sistema, al igual que en el descrito en páginas anteriores, puede ser tanto de ánodo de sacrificio como de corriente impresa. Con la salvedad que, habitualmente en este tipo de protección catódica por ánodo de sacrificio, los ánodos suelen tratarse de “lingotes” realizados en el material elegido, conectados eléctricamente tanto a los elementos a proteger como a las estaciones

de control y medición. La utilización de pinturas ricas en zinc es en sí una protección catódica por ánodo de sacrificio.

Con todo ello el proceso a seguir sería el siguiente, de forma genérica:

- Apuntalamiento en caso necesario.
- Deberemos determinar en primer lugar el sistema de protección frente a la oxidación mediante pinturas conforme a la norma UNE-EN ISO 12944-1:1999 / 12944-2:1999 / 12944-3:1999 / 12944-4:1999 / 12944-5:2008 / 12944-6:1999 / 12944-7:1999 / 12944-8:1999 Pinturas y barnices – Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. El sistema a elegir vendrá determinado por el nivel de agresividad del entorno donde se encuentre la estructura y por los años de durabilidad que queremos conseguir entendiéndose estos como el número de años en los que necesitará de un nuevo repintado. El sistema de pintado resultante nos determinará tanto la naturaleza de las pinturas como el espesor de película seca a conseguir.
- Demolición y picado de elementos cubrientes ya sean revestimientos u otros hasta dejar completamente expuesto el elemento metálico.
- Eliminación de salpicaduras de soldaduras, sales no hidrosolubles, cementos u otros contaminantes mediante herramientas mecánicas manuales (cepillos, raspadores, etc.)
- Eliminación de grasas, aceites, sales hidrosolubles mediante chorro de agua (y detergente, si es necesario), con vapor, con emulsiones o con disolventes orgánicos. En caso de utilizar detergente, aclarado posterior con agua.

- Redondeado de esquinas, aristas y cordones de soldadura para facilitar su revestimiento (diámetro mínimo recomendado de 2mm).
- Decapado mediante proyección de chorro de abrasivo seco todas las superficies al grado Sa 2 ½ conforme a norma UNE-EN ISO 8501-1:2008 / 8501-2:2002 / 8501-3:2008 / 8501-4:2008: Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. La selección del agente abrasivo debe realizarse de forma que garantice un perfil de rugosidad medio entre 25 µm y 50 µm, determinado con Testex Tape o mediante el uso de comparadores (G, S) según norma UNE-EN ISO 8503-1:2012 / 8503-2:2012 / 8503-3:2012 / 8503-4:2012 / 8503-5:2006 / : Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos afines. Características de rugosidad de los sustratos de acero chorreados.
- Reparación de posibles defectos del acero (descamación u otros) aparecidos con posterioridad al decapado mediante masillas epoxídicas y decapado posterior de estos para conseguir el nivel de rugosidad exigido.
- Limpieza final post-decapado mediante aspirado potente de polvo y restos de abrasivos. Comprobación de limpieza del soporte mediante cinta adhesiva, tras su colocación y despegue sobre el soporte, la misma debe conservar sus propiedades adhesivas por completo.
- El tiempo máximo transcurrido entre el decapado y la primera mano de pintura debe de ser de 4 a 6 horas, dependiendo de las condiciones ambientales) para garantizar el grado de preparación y limpieza de las superficies.

- Siempre que exista corrosión en la superficie antes de pintar, se debe volver a decapar para obtener el nivel de preparación y limpieza exigido.
- Aplicación de las capas de protección según el sistema elegido y controlando los espesores de película seca mediante regla calibrada a tal efecto y ensayos posteriores de medición de espesor de película seca. En este aspecto es recomendable la elección de capas de imprimación e intermedias ricas en Zinc con la finalidad de que este actúe como protección catódica mediante ánodo de sacrificio. Así mismo en los elementos metálicos exteriores es recomendable la utilización como capas de acabado pinturas en base poliuretano tan solo por razones estéticas para evitar el efecto caleo de las pinturas en base epoxi. Así mismo se realizarán también los ensayos oportunos de adherencia y de calidad de soldaduras. En caso de pretender realizar refuerzos de los perfiles por considerarlos necesarios en función de las capacidades resistentes perdidas, se dejarán sin pintar los puntos donde se estimen se realizarán las soldaduras para una vez colocados los refuerzos proceder a su tratamiento con el mismo procedimiento. Respecto de los elementos metálicos adicionados para realizar los refuerzos se estará a lo aquí dispuesto de forma íntegra.
- Una vez recuperada la capacidad portante del elemento metálico y protegido este frente a la corrosión. Se instalarán, en caso de que así se decida, los sistemas de protección catódica.
- En caso de que el elemento metálico deba ser soporte de algún tipo de enfoscado o monocapa, a la última capa de protección del mismo se le deberá proyectar árido de cuarzo para mejorar sus cualidades de rugosidad y por consiguiente

adherencia mecánica del revestimiento. Así mismo el revestimiento a colocar se deberá armar con malla de fibra de vidrio.

- Reconstrucción posterior de elementos dañados, previamente demolidos o desprendidos.

Caso de ejemplo: C/ Matías Perelló 17 (Valencia)

En el caso presentado nos encontramos un edificio con forjados unidireccionales de viguetas metálicas que han provocado el estallido de sus recubrimientos como consecuencia de la corrosión de las viguetas. Con mucha probabilidad; no exista impermeabilización adecuada o esta sea muy deficiente; las barandillas se encuentren empotradas en la cara superior de la losa de balcón; y la protección de las viguetas metálicas frente a la corrosión sea deficiente o nula. Dicha situación provoca un peligro inminente de caída de cascotes a la vía pública, así como, a medio largo plazo, riesgo de colapso de los mismos (aunque en el momento de la visita no presentaba ninguna grieta que hiciese pensar en un aumento de la flecha del voladizo y una consiguiente ruptura dúctil del mismo).

Por la importancia de los daños observados derivados del estallido de los recubrimientos se estima un estado de corrosión avanzado por lo que difícilmente pueda ser detenido con tan solo un adecuado sistema de protección en base a barrera de pintura.

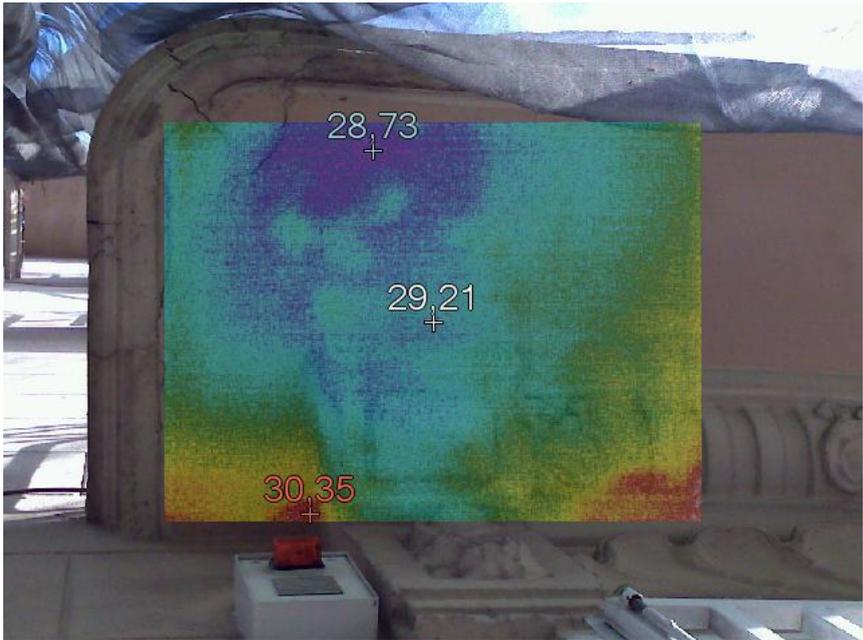


Figura 37. Fotografía de C/ Matías Perelló 17 (Valencia). Termografía de infrarrojos con fusión sobre espectro visible, zonas claramente diferenciadas de menor temperatura que pueden indicar filtraciones de agua a través de fisuras y grietas en la impermeabilización del balcón.

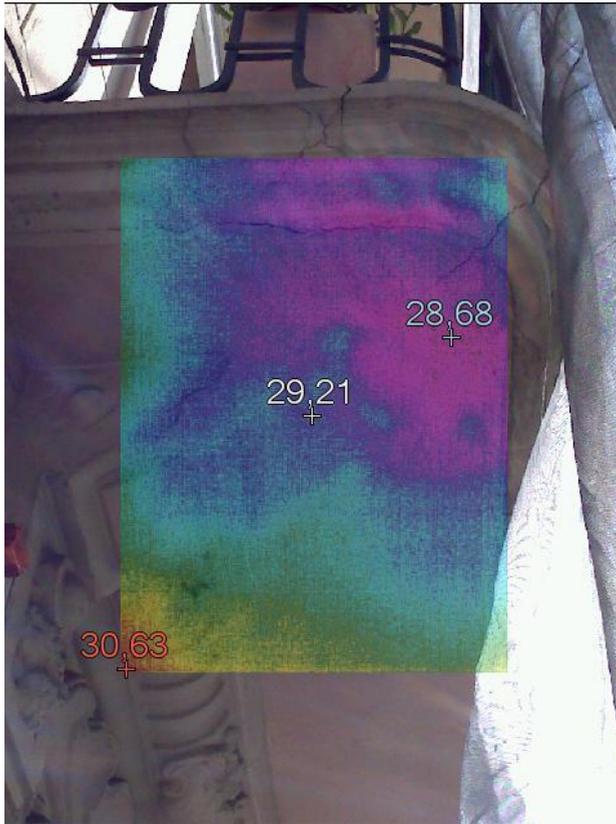


Figura 38. Fotografía de C/ Matías Perelló 17 (Valencia). Termografía de infrarrojos con fusión sobre espectro visible, zonas claramente diferenciadas de menor temperatura que pueden indicar filtraciones de agua a través de fisuras y grietas en la impermeabilización del balcón.

3.1.7. Carbonatación del hormigón en estructura vertical. Corrosión de sus armaduras.



Figura 39. Fotografía de Mancomunidad Amparo Iturbi 32 (Valencia). Pilar de planta anexo a zona de riego continuo y expuesto a la lluvia por azote lateral. Armaduras tanto transversales como verticales seccionadas. Grietas de estallido superiores a 10mm de espesor.



Figura 40. Fotografía de Mancomunidad Amparo Iturbi 32 (Valencia). Detalle de la grieta de la figura 39. Áridos seccionados limpiamente por la grieta, labios de la misma angulosos y superficies de despeje no pulvulentas, todo lo cual indica una resistencia alta del hormigón y unas tensiones importantes de tracción para llegar al estado actual.

Descripción:

El proceso de desarrollo de la presente patología ha sido ampliamente tratado en el apartado de la patología *Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado y Corrosión de armaduras en zunchos de forjado*. No obstante, la particularización sobre los elementos estructurales verticales requiere de un tratamiento específico. Esto es debido, entre otras cosas, a su mayor relevancia estructural que los elementos anteriormente descritos, lo que puede conllevar implícita en la intervención un posible necesario refuerzo estructural para compensar las pérdidas de capacidad resistente ocasionadas por la patología.

Así mismo en estos elementos aparecen nuevas circunstancias de ataque que no se encuentran presentes en los anteriores.

Esta patología, que aunque realmente en si afecta a la totalidad de la estructura de hormigón armado, se acusa más tanto en sí misma como en sus consecuencias en los pilares de planta baja (debido a pérdidas de las redes de saneamiento, las cualidades químicas agresivas de las mismas, aguas subterráneas demasiado puras o demasiado agresivas, etc.) y en las vigas y pilares de casetones y pérgolas de cubiertas (por falta de estanqueidad de los elementos de impermeabilización y exposición al CO₂ en ambientes urbanos)

Las consecuencias principales, como hemos visto anteriormente, son la corrosión de las armaduras interiores con explosión de los recubrimientos hasta llegar incluso en determinadas circunstancias en ambientes extremos al seccionamiento completo del elemento estructural. Las consecuencias en circunstancias extremas pueden provocar desajustes importantes en los equilibrios estructurales del conjunto e incluso el colapso parcial de la estructura. No obstante,

debido a la naturaleza del deterioro, avisa con bastante tiempo de antelación como para adoptar las medidas oportunas. Así mismo, la imagen alarmante que para el usuario significa la visión de los pilares de planta baja del edificio donde reside es un condimento que ayuda en gran medida a su concienciación y actuación consecuente.

Posibles causas:

- Para la carbonatación las descritas en la patología *Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado*.
- Para la corrosión las descritas en la patología *Corrosión de armaduras en zunchos de forjado*.
- Estructuras expuestas a la intemperie.
- Estructuras sometidas a humedades por capilaridad.
- Falta de estanqueidad de redes de saneamiento horizontal (presencia de nitratos).

Diagnóstico:

Con carácter genérico el indicado para las patologías de *Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado* y *Corrosión de armaduras en zunchos de forjado*.

Particularmente las estructuras a nivel de planta baja suelen ser muy sensibles a los efectos de la carbonatación por la conjunción en ese punto de posibles faltas de estanqueidad tanto de las redes de saneamiento como de las de suministro de agua.

Las redes de saneamiento enterradas como portadoras de las aguas fecales del edificio pueden aportar un alto contenido en sulfatos y nitratos los cuales pueden afectar a la alcalinidad de la capa protectora de las armaduras y promover de forma acelerada la corrosión tanto

química como electroquímica. La presencia de una humedad constante por el efecto de capilaridad ascendente implica la existencia de un abundante y constante electrolito.

Así mismo la existencia en el terreno de aguas ácidas o muy puras también puede promover la corrosión acelerada de las armaduras.

En el ejemplo de las imágenes anteriores vemos como el deterioro de los pilares se debe fundamentalmente a las presiones ejercidas por el crecimiento de los depósitos de óxido en las superficies de las armaduras, puesto que se observa que el hormigón continúa manteniendo unas altas cualidades resistentes.

Habitualmente las vigas y pilares de casetones de cubierta suelen presentar también síntomas similares. Ello es debido a que son zonas que habitualmente se encuentra muy descuidado su mantenimiento y existe una vía rápida de acceso a la estructura tanto del agua como del CO₂ del ambiente.

Estudios complementarios:

- Los indicados para las patologías *Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado* y *Corrosión de armaduras en zunchos de forjado*.
- Catas para la inspección e identificación de sistemas de impermeabilización de cimientos y pilares.
- Determinación de la naturaleza de las aguas subterráneas.
- Monitorización de estados tensionales.

Principios de intervención:

De forma genérica los procesos de recuperación de las estructuras verticales se corresponden con los prescritos en las patologías

Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado y Corrosión de armaduras en zunchos de forjado.

Cabe destacar y recordar la importancia a ser posible de la implantación de alguno de los sistemas descritos de protección catódica para actuar disminuyendo la velocidad de corrosión de las mismas.

A la par se deben de aislar, de la mejor forma posible, las estructuras tanto de las humedades de ascensión capilar (a ser posible mediante impermeabilizaciones) propias del contacto con el terreno y a las derivadas de una exposición a la intemperie (impermeabilizando adecuadamente las superficies horizontales y manteniendo un adecuado revestimiento de pintura en los elementos exteriores).

Este tipo de patologías pueden llegar a provocar importantes pérdidas tanto de la sección resistente de hormigón como de la sección resistente de las armaduras tanto transversales como longitudinales. Incluso llegando de forma bastante habitual al seccionamiento completo. Los sistemas de injerto de armaduras no se pueden considerar en si una solución aceptable como íntegra de reintegración de armaduras puesto que, la armadura adicionada al elemento estructural se encontrará, en el momento de la adición, fraguado y endurecido de los morteros reconstituyentes, en un estado tensional inactivo. Mientras que el resto de armaduras del pilar se encontraran en un estado tensional por encima de sus hipótesis de cálculo motivado por la pérdida de armaduras del pilar. Todo ello implica que, para que las armaduras nuevas adicionadas empiecen a ponerse en tensión, se debe producir un aumento considerable del estado de cargas lo que a su vez conllevará, un estado tensional extremo de las armaduras pre-existentes. La conclusión de todo ello es que, las nuevas armaduras adicionadas, puesto que solo

empezarán a trabajar en estados tensionales extremos de las pre-existentes, en realidad no colaborarán mucho en la capacidad resistente del elemento estructural. Por todo ello, y de forma genérica en estados moderados de corrosión de las armaduras será imprescindible un refuerzo estructural del elemento que pudiese considerarse substitutivo del total de las armaduras del elemento estructural para que ante cualquier pequeño incremento de cargas comience a trabajar y reste carga de trabajo a las armaduras pre-existentes. No obstante, todo lo cual, todos los sistemas de refuerzo de la estructura vertical “convencionales” parten de un estado tensional cero, por lo que requieren de un aumento o modificación del estado de cargas para que se pueda considerar que comienzan a “ofrecer sus servicios”. No obstante, a nivel informativo, indicar que existen sistemas de refuerzo de estructuras capaces de ponerse en carga desde el momento cero de su ejecución consistentes en la disposición de cables postesados con la ayuda de gatos hidráulicos. Estos sistemas son utilizados en casos muy concretos y especiales en obra civil.

Habitualmente en la rehabilitación residencial el sistema más extendido de refuerzo de pilares y vigas se basa en encamisados o empresillados, metálicos o de fibra de carbono o vidrio. Tales sistemas deben ser diseñados específicamente para cada circunstancia y elemento.

Las ventajas de los sistemas de fibra de carbono y fibra de vidrio son tanto su rápida y limpia ejecución, como sus excelentes cualidades al paso del tiempo puesto que evita el inconveniente de la corrosión del acero. No obstante, el precio de estos sistemas es bastante elevado para una aplicación masiva en rehabilitación residencial.

Los sistemas de encamisado o empresillado metálicos tienen la ventaja frente a los anteriores de no requerir de una mano de obra tan especializada como esta última y ser más económicos. Como inconvenientes los conocidos para todos los elementos metálicos, la corrosión.

Idealmente estos refuerzos deberían realizarse siempre mediante perfiles pre-galvanizados en caliente. Puesto que son refuerzos realizados “in situ” no podemos galvanizarlos de forma íntegra por lo que los cortes, perforaciones, soldaduras, etc... realizados en obra, deberemos protegerlos según los sistemas de protección de pintura líquida descritos en el proceso de intervención de la patología *Corrosión de viguetas metálicas en forjados unidireccionales mixtos* añadiendo la precaución de que nos encontramos pintando elementos galvanizados por lo que deberemos conseguir previamente los perfiles de rugosidad adecuados para garantizar la adherencia mecánica y deberemos utilizar productos específicamente indicados para acero galvanizado para garantizar la adherencia química. Así mismos estas pinturas deberán ser ricas en zinc para actuar como protección catódica de ánodo de sacrificio al igual que el propio galvanizado. La normativa actual al respecto tan solo regula sistemas de este tipo de pinturas para una vida útil como máximo superior a 15 años. No obstante, la mayoría de sistemas de protección mediante galvanizado están muy por encima de este periodo a igualdad de agresividad ambiental. La conclusión de todo ello es que la parte galvanizada del sistema de refuerzo tendrá una vida útil muy superior a las soldaduras que los mantienen unidos. Esto nos obliga a realizar los revestimientos de protección con pintura líquida en estos puntos a ser posible con espesores de película seca muy elevados (superiores a ser posible a 200 μm) para conseguir una protección del refuerzo lo más homogénea posible. Y a establecer un

calendario de inspección y mantenimiento para garantizar su durabilidad en el tiempo. A la hora de realizar las correspondientes soldaduras en este tipo de perfiles se deberán desbastar previamente las partes a soldar para garantizar una soldadura óptima.

El encamisado del elemento consiste en la cubrición completa del elemento estructural y es utilizado tan solo para casos muy extremos de deterioro y de estabilidad estructural comprometida.

El empresillado consiste básicamente en la colocación de un angular de la sección de cálculo dada en cada vértice de la sección del pilar abrazando a estos y unidos mediante platabandas en las cuatro caras del pilar separadas periódicamente según la distancia de cálculo exigida. Estos empresillados deben de ser continuos en toda la altura del pilar por lo que deben atravesar forjados en caso de pilares y en las vigas deben de unirse a los empresillados de los pilares (o en caso de empresillado de viga asilada abrazarse a los pilares sobre los que apoya).

Para garantizar la puesta en carga del refuerzo ante la más mínima sollicitación adicional del pilar, este debe de retacarse con mortero estructural sin retracción en toda la interfase entre el empresillado y la superficie del pilar/viga una vez recompuesto este último.

Caso de ejemplo: C/ Pianista Amparo Iturbi 32 (Valencia)

Tomaremos como ejemplo el mismo que el adoptado para la patología *Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado* por sus consecuencias más evidentes y llamativas.

Como puede observarse en figura 41, existe una marquesina interior que recorre los bloques en forma de “U”. Esta marquesina linda con una zona ajardinada. Sus pilares, especialmente los que lindan con la zona ajardinada están expuestos a las inclemencias del tiempo. Son pilares de gran sección y estriados. Existen dos sótanos por debajo de dicha marquesina y de toda la zona ajardinada por lo que estas zonas ajardinadas son en realidad cubiertas ajardinadas. No obstante, y si bien quizás no puede considerarse en este caso muy influyente la zona ajardinada por ser esta en realidad una cubierta ajardinada a la cual se le presupone estanqueidad, sí que crea un ambiente de mayor humedad a la par que se encuentran expuestos al azote de la lluvia. Esta patología no se observa en los pilares del sótano (lo cual hace pensar en un adecuado funcionamiento de los sistemas de estanqueidad de las zonas ajardinadas), así como probablemente también se deba a un menor contenido de humedad ambiental en los sótanos (aparte de la protección frente a la lluvia por tratarse de una zona cubierta).

Si bien, los daños presentes en los pilares son muy relevantes, estos se encuentran bastante sobredimensionados puesto que con las secciones de las imágenes tan solo tienen que soportar el peso de la pérgola de hormigón. Son pocos los pilares existentes con un daño de tal envergadura que recorran toda la altura del edificio. Puesto que estos pilares se encuentran en zonas interiores y gracias a la existencia de sótanos no se encuentran expuestos a humedades por capilaridad y/o infiltraciones de pérdidas de redes de saneamiento y distribución de agua.



Figura 41. Fotografía de Mancomunidad Amparo Iturbi 32 (Valencia). Marquesina calada en patio interior. Se observa como los pilares de apoyo externos se encuentran expuestos por completo a los agentes atmosféricos y carecen de ningún tipo de protección frente a la carbonatación y penetración de la humedad.

Otro factor que ha influido en el rápido deterioro de estos pilares ha sido la ausencia de ningún tipo de pintura por convencional que fuese. Una pintura, incluso siendo de las gamas más básicas, le hubiese proporcionado una más que interesante protección frente a la penetración del CO_2 y la humedad ambiental. El hormigón se encuentra totalmente en estado natural de desencofrado, habiendo con mucha probabilidad aumentado su porosidad por efecto de los agentes atmosféricos en sus capas más externas y por consiguiente habiendo aumentado con ello sus capacidades de absorción y retención de la humedad. Hubiese sido muy recomendable, en caso de querer mantener

la estética de la textura, brillo y tono del hormigón natural el haber aplicado un tratamiento hidrofugante que lo hiciese estanco al agua de lluvia y que hubiese permitido la evaporación del vapor de agua interior y por consiguiente su desecación.



Figura 42. Fotografía Mancomunidad Amparo Iturbi 32 (Valencia). Muestra de armadura de pilar.

El estado de corrosión de las armaduras tanto longitudinales como transversales en estos puntos es extremo habiendo perdido toda su sección resistente. Ya que, aun existiendo aun sección material esta está constituida íntegramente por óxidos sin ninguna capacidad resistente y capaces de ser desprendidos sin ninguna dificultad con la mano según muestra la Fig. 42.



Figura 43. Fotografía Mancomunidad Amparo Iturbi 32 (Valencia). Estado de armadura longitudinal y transversal.

Se podría decir que el caso presentado representa con bastante fidelidad la gran mayoría de los casos que sufren dicha patología, esta suele verse manifestada sobre todo en pilares de planta baja y vigas y pilares de casetones de cubierta (aparte de lo ya mencionado de zunchos de losas de balcones). Incluso, el caso presentado podría considerarse afortunado por afectar esta en su gran mayoría a pilares de la marquesina los cuales no tienen una gran responsabilidad estructural y pueden incluso ser substituidos por completo con relativa facilidad, por tratarse de pilares finales. No obstante, en otros casos tratados por el que suscribe, se han encontrado problemas de carbonatación y corrosión de armaduras que afectan prácticamente a la integridad de pilares y vigas de fachadas tanto principales como fachadas de patio. Evidentemente, la gravedad en este último caso, es muy superior, tanto por los costes de reparación y mantenimiento como por la responsabilidad estructural de los elementos afectados y el número de ellos.

3.1.8. Colapsos frágiles de forjados por pérdida de adherencia de armaduras activas en viguetas pretensadas de forjados unidireccionales.



Figura 44. Fotografía de C/Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals), colapso de forjado de viguetas pretensadas (año de construcción 1.971) concatenando el colapso del forjado inmediatamente inferior.

Descripción:

Las consecuencias de esta patología, habitualmente son el colapso frágil del forjado por rotura en los apoyos a esfuerzo cortante. El colapso del forjado debido al efecto domino ocasiona el colapso encadenado de los forjados inmediatamente inferiores. El riesgo para las vidas humanas es altamente elevado. Su extensión, en mayor o menor grado, se puede

considerar en el 100% de los forjados unidireccionales de viguetas pretensadas por tratarse de un efecto intrínseco en la naturaleza del elemento y tenido en cuenta en su diseño, no obstante, otros factores mayoritariamente extrínsecos al elemento pueden ocasionar una aparición más temprana. Así mismo, posibles defectos en materiales o en su fabricación también pueden conllevar la aparición de estos efectos de forma más temprana.

Posibles causas:

- Relajación del acero.
- Fluencia del hormigón.
- Retracción del fraguado del hormigón.
- Carbonatación del hormigón.
- Aluminosis del hormigón.
- Corrosión de las armaduras.
- Ausencia de capa de compresión.
- Ausencia de armaduras de negativos.
- Ausencia de continuidad de las viguetas.

Diagnóstico:

Cuando nos referimos a pérdida de la tensión de las armaduras activas del pretensado nos referimos fundamentalmente a las pérdidas diferidas producidas tras el proceso de pretensado (sin entrar a valorar las previas e instantáneas).

Las pérdidas de tensión diferidas por así decirlo esperadas son las debidas fundamentalmente a la relajación del acero (depende de la calidad del material y la tensión de trabajo), fluencia lenta del hormigón (depende de las condiciones higrométricas del ambiente, de la dimensión de la pieza, de su composición granulométrica, de su edad y

de la magnitud y duración de las cargas) y retracción del fraguado del hormigón (depende de las condiciones higrométricas del ambiente donde se fabricaron, de las dimensiones de la pieza y de la composición del hormigón).

Cabe reseñar que lo apuntado se refiere a motivos de pérdida de tensión que quedan relacionados con su diseño y cálculo. A su vez, pueden existir factores extrínsecos a la propia naturaleza del pretensado que pongan en peligro la adherencia entre el acero y el hormigón y por consiguiente sus cualidades resistentes (carbonatación del hormigón, aluminosis, corrosión de armaduras).

Las viguetas pretensadas comenzaron a utilizarse en España aproximadamente en 1948 a partir de la publicación monográfica de Lahuerta “Viguetas pretensadas AYSA, Madrid”. No obstante, no apareció una normativa que regulase su fabricación, uso y puesta en obra hasta la aparición en 1977 de la *EP-77-Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón Pretensado*. Con anterioridad a esta publicación tan solo existía la *EH-73-Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa y Armado* (y sus sucesivas anteriores), que daba instrucciones muy escuetas acerca de la regulación de los forjados pretensados. Por consiguiente, desde el comienzo de su utilización hasta la aparición de la EP-77, era usual, pero NO OBLIGATORIO, solicitar de la Dirección General de Arquitectura la autorización de uso del sistema mediante una Memoria Técnica de Cálculo y Tablas de uso, así como el ensayo de una losa. Los métodos de cálculo provenían de literatura extranjera ya que no existían normas.

Esa carencia de regulación en el comienzo de su implantación implicaba un cierto vacío legal en cuanto a su diseño, fabricación, proyecto y puesta

en obra. Las pérdidas de tensión diferidas por ejemplo no se encuentran contempladas en la EP-77 para su consideración en el cálculo.

Así mismo, las sucesivas normativas han ido incluyendo mayores garantías tanto en el cálculo de los forjados, como en la calidad y protección de los materiales utilizados. Todo ello se indica porque no podemos mirar los forjados ejecutados hace 30-40 años (que constituyen un porcentaje muy elevado de nuestro parque inmobiliario residencial) con los prismas de la normativa vigente actual.

Estas pérdidas de tensión tienen mayores riesgos de causar colapsos en los forjados más antiguos por los aspectos anteriores, encontrándose estos más expuestos a la acción de la carbonatación, ataques ácidos, aluminosis y corrosión de las armaduras

Así mismo, la ausencia de normativa de obligado cumplimiento que regulase el proyecto y ejecución de este tipo de elementos ha llevado a la construcción de los mismos con importantes carencias en materia de seguridad estructural como pueden ser las capas de compresión superiores con su correspondiente armados, la armadura de continuidad de negativos y la continuidad lineal de las viguetas. La ausencia de estos elementos, y especialmente el de la capa de compresión, implica que la totalidad de las garantías estructurales de un forjado construido con estas características se deposite sobre la adherencia entre el acero y el hormigón de la vigueta pretensada. Adherencia la cual se encuentra bastante comprometida como bien sabemos con el paso del tiempo y envejecimiento del hormigón y el acero. Estructuras en estas condiciones pueden sufrir colapsos frágiles de forma espontánea y ocasionar graves consecuencias en vidas humanas potenciado por el efecto domino en colapsos de forjados superpuestos en vertical. Además, las

intervenciones sobre este tipo de estructuras suponen la actuación sobre el total de los forjados y por consiguiente un coste muy elevado.

Estudios complementarios:

- Catas para identificación de viguetas y composición del forjado.
- Los descritos para la patología *Carbonatación en viguetas de forjados unidireccionales*.
- Los descritos para la patología *Aluminosis en viguetas de forjados unidireccionales*.
- Los descritos para la patología *Corrosión de armaduras de viguetas de hormigón armado o pretensado*.

Principios de intervención:

De forma mayoritario el principio de intervención ante estas circunstancias, y salvo casos particulares, conllevará la substitución funcional de las viguetas del forjado. Estos principios de intervención quedan recogidos en la patología *Aluminosis en viguetas de forjados unidireccionales*.

Es encarecidamente recomendable la actuación en el 100% de la estructura en la que la garantía estructural del forjado se delegue en exclusiva prácticamente a la adherencia entre el acero de las armaduras activas y el hormigón de las viguetas pretensadas.

Caso de ejemplo: C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals)

Tomaremos como ejemplo el ya presentado para la patología *Carbonatación en viguetas de forjados unidireccionales*.

El edificio sufrió un colapso frágil de una superficie de aproximadamente 4x6 metros cuadrados en su nivel 2 coincidente con la zona de cocinas y baños. El forjado en su desplome arrastró el forjado de nivel 1 dejando los escombros de ambos forjados y los elementos sustentados a nivel de cota cero. El accidente no se cobró ninguna vida humana ni ningún herido. No obstante, tras el incidente todos los forjados del edificio se encontraban en entredicho y el edificio fue desalojado por completo. Según testimonios de los usuarios no habían existido indicios de evolución de fisuras o grietas en tabiques y no habían observado indicio alguno que pueda ser achacado a un fallo estructural.

Tras la visita al inmueble se observan los siguientes aspectos.

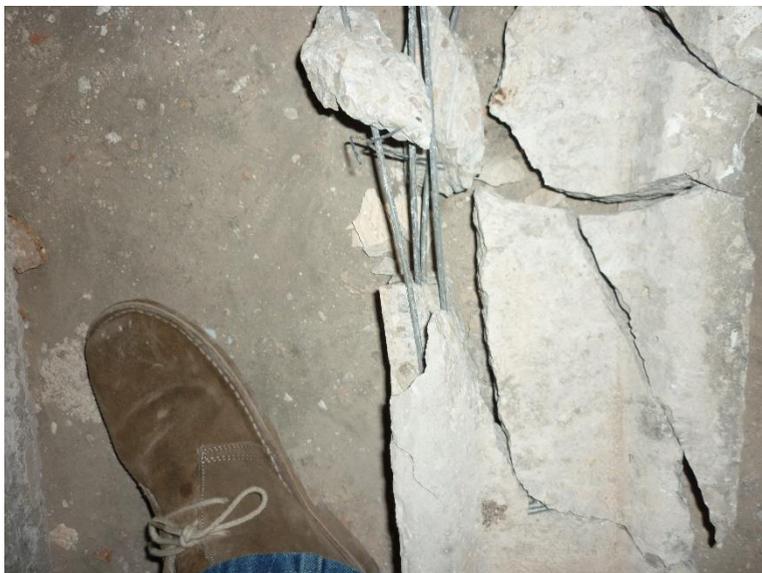


Figura 45. Fotografía de C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals). Detalle de vigueta de los forjados colapsados.

En los restos de las viguetas de los forjados colapsados mayoritariamente se observa un buen estado de las armaduras frente a la corrosión, apreciándose está tan solo en algunas y de forma puntual. Las roturas de las viguetas presentan roturas de sus áridos lo que nos indica una resistencia del hormigón buena.

A pesar de las indicaciones de los usuarios, se observa que los forjados adyacentes presentan una importante flecha (conforme se aprecia en la figura 46 en el nivelado del pavimento) existiendo rellenos de cama de arena de hasta 15cm en la parte de máxima flecha de la vigueta. Esto implica a su vez una sobrecarga considerable.



Figura 46. Fotografía de C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals). Flecha de viguetas.

Se observa un gran número de fisuras en la zapatilla de las viguetas de los forjados existentes por rotura del hormigón traccionado (Fig. 47).



Figura 47. Fotografía de C/Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals), Fisura por rotura de hormigón traccionado.

Según se muestra en la figura 48, no existe linealidad en la disposición de las viguetas. Tampoco existen armaduras de negativo. La entrega de las viguetas en la viga de carga es muy pequeña (no habiéndose podido cuantificar en la visita). Sobre la viga de carga y en la zona de continuidad de las viguetas existe un relleno heterogéneo de materiales no estructurales (ladrillos, cascotes) mezclados con el hormigón constituyente de la “capa de compresión”.



Figura 48. Fotografía de C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals). Vista general apoyo del forjado.

En su ejecución se hormigonaron los riñones de las bovedillas, pero la capa de compresión sobre las viguetas apenas alcanza los 2 centímetros y sin ningún tipo de armadura. Así mismo el hormigón utilizado es de muy baja calidad. Se observan pérdidas evidentes en los desagües en ocasiones con una proximidad muy alta a las viguetas y sin ningún tipo de protección.



Figura 49. Fotografía de C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals). Detalle capa de compresión.



Figura 50. Fotografía de C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals). Desagüe bañera con pérdidas sobre vigueta.



Figura 51. Fotografía de C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals). Detalle rotura de forjado. Áridos sin rotura en la fractura del relleno de los riñones. No existe ningún tipo de armadura en la capa de compresión.

Se puede considerar, por lo expuesto anteriormente, que se trata de un forjado ausente de capa de compresión, sin armaduras de continuidad de viguetas, sin linealidad de las viguetas, con longitud de entrega de viguetas sobre vigas aparentemente escasa, con rellenos amorfos en zonas críticas del forjado como son la zona de apoyo de las viguetas y bastante sobrecargado para el estado de cargas de diseño. No presenta síntomas de aluminosis y aun estimando que el hormigón sí que se encuentra carbonatado, el mismo conserva sus cualidades resistentes y mayoritariamente las armaduras de las viguetas no se encuentran corroídas. De todo lo anterior se deduce que, en el caso presentado, la capacidad portante del forjado queda delegada por completo a la adherencia del acero de las armaduras y el hormigón de las viguetas

pretensadas ya que no dispone de otro elemento que pueda compensar el fallo de este último. Todo ello, salvo nuevos datos aportados por ensayos o pruebas de diagnóstico, parece indicar que la natural pérdida de tensión diferida del pretensado de las viguetas (en este caso mayoritariamente propia) sumado a los factores antes expuestos han sobrevenido en el colapso frágil del forjado.

3.2. Deficiencias en Cerramientos Verticales.

3.2.1. Ausencia o deficiencia de tratamiento de protección adecuado frente a la corrosión de barandillas.



Figura 52. Fotografía de C/Poeta Más Y Ros 5 (Valencia), Detalle de corrosión en barandilla de fachada en su unión con el montante. Rotura de anclaje por pérdida de sección resistente. Posible influencia en las tensiones de rotura por las dilataciones térmicas importantes por ausencia de juntas de dilatación.

Descripción:

Las patologías por corrosión referentes a las barandillas conllevan posibles daños a la estructura en los casos en los que esta se encuentra

empotrada en los zunchos. Así mismo, y aparte de los perjuicios a nivel de decoro que pueden ocasionar, pueden ocasionar también unas pérdidas de resistencia importantes que, si bien en principio no suelen causar daños importantes a las personas por desprendimiento de la barandilla, sí que causan una sensación importante de inseguridad por la alta flecha que estas pueden llegar a sufrir.

Posibles causas:

- Las definidas para la patología *Corrosión de viguetas metálicas en forjados unidireccionales mixtos*.

Diagnóstico:

Los definidos en la patología *Corrosión de viguetas metálicas en forjados unidireccionales mixtos*.

Estudios complementarios:

- Los definidos en la patología *Corrosión de viguetas metálicas en forjados unidireccionales mixtos*.

Principios de intervención:

Ante un estado de corrosión leve o leve-moderado y aunque lo ideal sería optar por lo indicado en el principio de intervención de la patología *Corrosión de viguetas metálicas en forjados unidireccionales mixtos*, normalmente su elevado coste (comparado con el coste de reposición de la barandilla) hace tender a una actuación de mantenimiento limitada a una limpieza de óxidos, grasas y aceites y la aplicación de un esmalte sintético ordinario.

En los estados moderados y graves, es desaconsejado por completo otra intervención que no pase por su completa substitución. Esto es así porque, analizando los costes de intervención y costes de mantenimiento a medio y largo plazo, estos son considerablemente menores con una adecuada y completa substitución.

Las actuaciones de substitución vendrán acompañadas como es lógico de la extracción de todos y cada uno de los elementos metálicos empotrados de la antigua barandilla, especialmente en los elementos estructurales. También requerirá la reparación de las impermeabilizaciones que susceptiblemente puedan haber atravesado sus anclajes. Contemplará también la reparación de los zunchos sobre los que se anclaban conforme a lo indicado en el apartado de principios de intervención de la patología *Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado*. En lo referente a los calibres a utilizar se estará a lo indicado en el Código Técnico de la Edificación, deberá ser capaz de soportar una carga horizontal y uniformemente repartida sobre el barandal de 80 kg/ml. En lo referente al diseño de sus anclajes estos trataran de ser siempre en vertical para tratar de evitar perforar la impermeabilización. Y, los mismos se realizarán con anclaje químico con camisa tamiz retenedor de la resina.

Es habitual la utilización de aluminio especialmente en zonas costeras. Esto es debido a que en el cociente “precio/riesgo de corrosión” es la más rentable. No obstante, este material, debido a su baja resistencia a flexión, resulta problemático su diseño para que cumpla con las especificaciones de flecha en mitad de vano de 1/250 veces la luz del vano. Lo cual puede requerir la disposición de un mayor número de puntos de anclaje a forjado e incluso otros elementos adicionales que limiten la flecha de los montantes principales de apoyo.

Por este motivo es más recomendable la utilización de acero como material constituyente de las mismas.

En cuanto a lo referente a su protección sin duda alguna, el sistema que más garantías nos ofrece a una relación calidad/precio aceptable es el sistema Dúplex regulado conforme a la norma UNE-EN ISO 13438:2007: Pinturas y Barnices. Recubrimientos orgánicos en polvo para productos de acero galvanizado o sherardizados, empleados en la construcción. El sistema consiste en la aplicación de un primer galvanizado en caliente por proceso discontinuo de cada una de las piezas para aplicarle posteriormente un tratamiento de adherencia consistente en un desengrasado y un fosfatado amorfo, para finalmente revestirlo mediante un acabado superficial de pintura en polvo de aplicación al horno.

“Sistema Dúplex” es un término adoptado por J.F.H. Van Eijnsbergen, experto holandés en corrosión, a comienzos de los años 50. El término describe la protección del acero por un revestimiento de cinc que a su vez está cubierto por un revestimiento no metálico. El propósito es conferir una resistencia adicional contra la corrosión cuando se necesita, o cuando se requiere conseguir un aspecto atractivo.

La duración que proporcionan los sistemas dúplex es normalmente mucho más prolongada que la que podría calcularse por la suma de las duraciones previsibles de cada sistema por separado. Se puede decir que se produce un efecto sinérgico, que en forma matemática podríamos expresar mediante la siguiente fórmula:

$$D_T = K (D_{zn} + D_p), \text{ donde}$$

D_T = Duración total del sistema dúplex.

D_{zn} = Duración del recubrimiento de galvanizado.

D_p = Duración de la pintura.

K = Un constante ($1'3 < k < 1'6$ en agua salada, $1'8 < k < 2'0$ en clima bastante agresivo, $2'0 < k < 2'7$ en clima no agresivo)

La norma UNE-EN ISO 1460:1992 Recubrimientos metálicos, recubrimientos de galvanización en caliente sobre metales ferrosos. Determinación de la masa por unidad de superficie y UNE-EN ISO 1461:2010 Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero, especificaciones y métodos de ensayo, regula los recubrimientos mínimos que se pueden conseguir en determinadas piezas metálicas según su espesor (que van desde 45 μm en espesores inferiores a 1'5mm hasta más de 200 μm en espesores superiores a 6mm) así como las directrices en materia de fabricación.

Mediante la norma UNE-EN ISO 14713-1:2011 / 14713-2:2011 / 14713-3:2011: Directrices y recomendaciones para la protección frente a la corrosión de las estructuras de hierro y acero. Recubrimientos de cinc, podemos obtener la categoría de corrosividad del ambiente (C1, C2, C3, C4 y C5) y con ello conocer la velocidad de corrosión del Zinc en $\mu\text{m}/\text{año}$ (desde $<0'1 \mu\text{m}/\text{año}$ en ambientes interiores secos hasta 8 $\mu\text{m}/\text{año}$ en ambientes exteriores industriales muy húmedos o costeros de elevada salinidad) para poder proyectar el espesor del conjunto según la vida útil exigida. A efectos del cómputo del espesor de película seca se contempla cada una de las tres capas que se crean en el proceso.

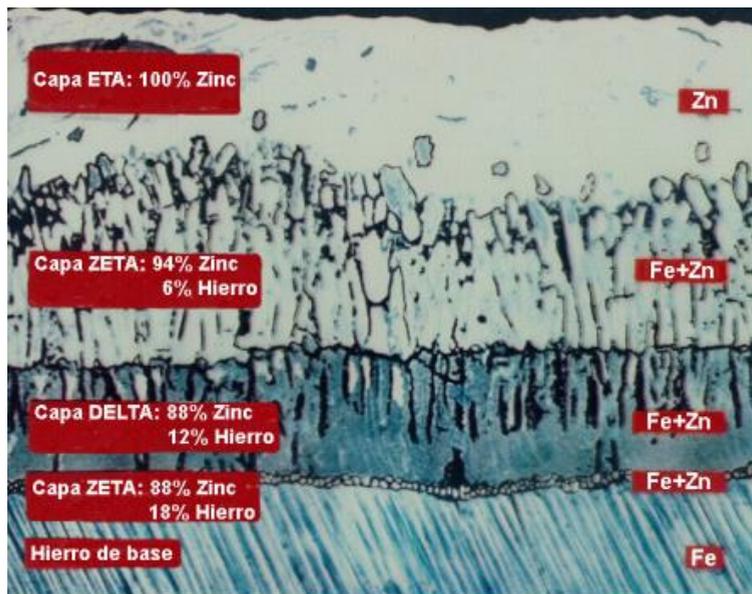


Figura 53. Metalografía del corte de un recubrimiento obtenido por galvanización en caliente por procedimiento discontinuo.

Fuente: Asociación para la Promoción Técnica del Acero.

La velocidad de corrosión del Zinc en $\mu\text{m}/\text{año}$ también se puede obtener, gracias a los años de experiencia en su utilización, de publicaciones especializadas como puede observarse en los siguientes mapas.

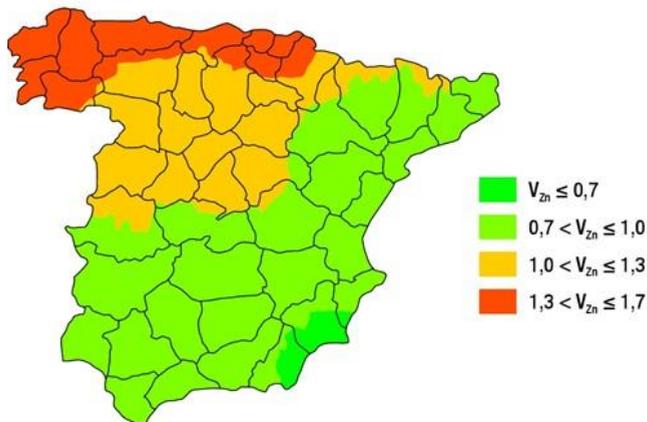


Figura 54. Mapa de España de velocidad de corrosión anual de zinc (V_{zn} en $\mu\text{m/año}$).
Fuente: Revista Metalurgia.

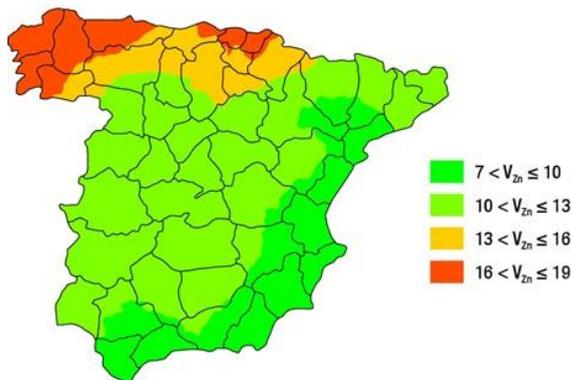


Figura 55. Mapa de España de velocidad de corrosión a largo plazo (15 años) de zinc (V_{zn} en μm).
Fuente: Revista Metalurgia.

El sistema dúplex en sí, no requiere que el sistema de pintado final sea al horno. No obstante, en la actualidad existen pocas garantías de durabilidad en lo que a adherencia sobretodo se refiere, en pinturas líquidas. Por lo que se recomienda el tratamiento con pintura en polvo al horno, la cual da unas garantías excelentes en lo referente a adherencia, durabilidad y calidad del acabado final.

En la elección del tipo de pintura en polvo se estará a lo dispuesto al uso final. En el caso en cuestión de barandilla de edificio sería suficiente con un poliéster.

Caso de ejemplo: C/ Mas y Ros 3, 5 y 7 (Valencia)

En este caso nos encontramos con tres bloques de viviendas de planta baja más seis plantas altas con barandilla recta corrida en todas sus plantas tanto en fachada principal como posterior. En total, cerca de 700ml de barandilla.

La barandilla original del edificio ha perdurado desde 1971, fecha de construcción del edificio. No obstante, su vida útil finalizo ya hace muchos años. Y muchos años más aun la vida útil del revestimiento protector. Como podemos comprobar se encuentra en un estado terminal y de alto riesgo para las personas usuarias.

Se observa un escaso mantenimiento por los usuarios por las aparentes escasas capas de pintura observadas a simple vista. Se observa la

actuación tanto de la corrosión electroquímica como de la química especialmente concentrada en las zonas inferiores de apoyo de macetas.

En la barandilla existen varios anclajes quebrados por pérdida de sección resistente del anclaje. Así mismo se observa la existencia de anclajes intermedios empotrados en la cara superior que están siendo motivo, con mucha probabilidad, de filtraciones de agua al interior del forjado e incluso manifestándose en la cara inferior de la losa del balcón.

Todos los anclajes de las barandillas se encuentran empotrados con las consiguientes consecuencias de estallidos de los mismos por corrosión.



Figura 56. Fotografía de C/Poeta Más Y Ros 5 (Valencia), Detalle de corrosión en barandilla de fachada, doblado de barandal por escasa sección resistente residual.



Figura 57. Fotografía de C/ Poeta Más Y Ros 5 (Valencia). Infiltraciones en la cara inferior de la losa de balcón por anclajes empotrados en la cara superior.

3.2.2. Carbonatación del hormigón elementos de piedra artificial.

Descripción:

El proceso de carbonatación del hormigón queda perfectamente explicado en la patología *Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado*. En lo que concierne a las piezas prefabricadas utilizadas para aplacar frentes de forjado (y en ocasiones otros elementos a modo de aplacado), la carbonatación de su hormigón provoca daños con manifestaciones en forma de fisuras, grietas y desprendimientos de partes de las piezas por corrosión de sus armaduras.

Posibles causas:

- Las descritas en la patología *Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado*.

Diagnóstico:

El descrito para la patología *Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado*.

Estudios complementarios:

- Ensayos de campo. Espesor de recubrimiento. Covermeter, Profometer y/o Pachómetro.
- Ensayos de campo. Profundidad de carbonatación. Fenolftaleína (color rosa pH > 8,2). Timolftaleína (color azul pH > 9'3).

Principios de intervención:

Debido a la habitual baja calidad del hormigón constituyente de estos prefabricados de forma tradicional, las actuaciones tendentes a su recuperación conforme a lo descrito en el proceso de intervención para la patología *Carbonatación del hormigón del zuncho del forjado* suelen tener poco éxito a corto plazo a parte de un elevado coste en comparación con el coste de reposición. Así mismo, no se puede plantear la protección catódica, por ser su coste desproporcionado en comparación con su reposición.

Por todo ello, y salvo limitaciones manifiestas económicas que impidan lo contrario, se recomienda su sustitución. Se deberá analizar cada caso en particular, puesto que si se existen un gran número de piezas a substituir se puede plantear tan solo una substitución parcial replicando con molde los existentes y posteriormente protegiendo en la medida de los posible los no substituidos.

A la hora de la elección del material de substitución se recomiendan básicamente dos opciones siendo la segunda de ellas la que se considera más interesante en relación calidad/precio. La primera de ellas, mediante el mismo tipo de pieza replicándolas mediante moldes, pero esta vez utilizando armaduras galvanizadas en caliente según indicaciones de los principios de intervención de la patología *Ausencia o deficiencia de tratamiento de protección adecuado frente a la corrosión de barandillas* pero tan solo a nivel del galvanizado, no siendo en este caso necesario el sistema dúplex. El segundo sistema es mediante la utilización de piezas de hormigón polímero. El hormigón polímero es un material compuesto de distintos tipos de áridos seleccionados ligados mediante resinas de poliéster. Es un material altamente ligero y flexible

por lo que no necesita de armaduras con lo que se elimina por completo el riesgo de su corrosión y posterior estallido de recubrimientos. Su porcentaje de absorción de agua es prácticamente nulo por lo que es altamente estanco al paso del agua. Posee también una altísima resistencia a los ciclos hielo-deshielo considerándolo prácticamente inalterable a los mismos. Posee también una alta resistencia a un gran número de productos químicos, al choque y a la abrasión. Como inconveniente decir que posee un alto coeficiente de dilatación térmica por lo que las juntas no pueden ser a hueso y estas deben ser selladas con una masilla de poliuretano altamente flexible y adherente al soporte. El anclaje al soporte se materializa mediante la disposición de esperas embebidas en las piezas consistentes en dos tuercas de acero galvanizado en donde se enrosca una varilla roscada de acero galvanizado posteriormente anclada al soporte mediante resina epoxi.

Caso de ejemplo: Avda. Del Norte, Edificio Sagitario, Mareny Blau (Sueca)



Figura 58. Fotografía de Avda. del Norte, Edificio Sagitario, Mareny Blau (Sueca). Vista general.



Figura 59. Fotografía de Avda. del Norte, Edificio Sagitario, Mareny Blau (Sueca). Detalle de aplacados de piedra artificial.

El edificio en cuestión se trata de un edificio de segunda residencia cerca de la costa levantina. Consta de planta baja más once alturas. Todos sus frentes de forjado y petos bajos se encuentran aplacados con unas piezas enterizas de piedra prefabricada. Por la edad del edificio y la aparente escasa calidad del hormigón constituyente se presupone un proceso de carbonatación muy avanzado por no decir integral de toda la sección de la pieza. En este caso en particular, además existe el hándicap de que como se puede observar en la figura 59, la disposición de las armaduras interiores es bastante descuidada y no solo en lo referente a sus recubrimientos (que en algunos lugares es casi nulo) sino en su disposición, cuantía, etc. La deficiencia se encuentra generalizada por toda la fachada. Como habitualmente sucede las armaduras se han

corroído (con mayor velocidad si cabe por el ambiente agresivo donde se encuentran) y han hecho estallar los escasos recubrimientos de hormigón de los que disponen.

3.2.3. Corrosión de armaduras en elementos de piedra artificial.

Descripción:

La misma que la correspondiente a la patología *Corrosión de armaduras en zunchos de forjado* con la particularidad de una habitual diseño y ejecución de las piezas más descuidada (disposición, número, cuantía, calidad del acero, recubrimientos de armaduras, calidad de los hormigones) lo que conlleva un deterioro más rápido y más irreversible.

Posibles causas:

- Las mismas que las correspondiente a la patología *Corrosión de armaduras en zunchos de forjado*.
- Diseños de piezas descuidados.
- Baja calidad en su ejecución.
- Baja calidad de los materiales constituyentes.

Diagnóstico:

El mismo que el correspondiente a la patología *Corrosión de armaduras en zunchos de forjado*.

Estudios complementarios:

- Los mismos que los correspondientes a la patología *Corrosión de armaduras en zunchos de forjado*.

Principios de intervención:

Los mismos que los correspondientes a la patología *Carbonatación del hormigón elementos de piedra artificial*.

Caso de ejemplo: Avda. Del Norte, Edificio Sagitario, Mareny Blau (Sueca)

Lo especificado en el ejemplo de la patología *Carbonatación del hormigón elementos de piedra artificial*.

3.2.4. Desprendimiento de elementos de revestimiento de piedra artificial, natural o cerámicos.



Figura 60. Fotografía de Edificio Buenos Aires (Benidorm). Deterioro avanzado de zuncho de losa de balcón con riesgo inminente de desprendimiento de aplacados sobre la vía pública.

Descripción:

Debido a la heterogeneidad de posibles revestimientos discontinuos y sistemas de anclaje a fachada, trataremos a limitar el análisis a los que

consideramos más habituales encontrados en los edificios analizados los cuales son:

- Sistemas adheridos.
- Sistemas anclados por puntos.

La consecuencia habitual en este tipo de patología es su desprendimiento con los riesgos que conlleva para las vidas humanas. En la figura 60, vemos una situación de alto riesgo de desprendimiento situado a una altura de quince pisos y sin protección de contención alguna ni en el propio elemento ni a nivel de planta baja.

Posibles causas:

- Sistemas adheridos. Dilataciones y contracciones térmicas del acabado (esfuerzos rasantes)
- Sistemas adheridos. Movimientos elásticos del soporte (esfuerzos rasantes).
- Sistemas adheridos. Ciclo de hielo-deshielo en los morteros de agarre, aumento del volumen del agua de hasta el 9% (esfuerzos a tracción).
- Sistemas adheridos. Cristalización de sales en los morteros de agarre, aumento del volumen de las sales de hasta el 35% (esfuerzos de tracción).
- Sistemas adheridos. Falta o pérdida de adherencia mecánica (p.e. soportes sucios, falta de rugosidad del soporte).
- Sistemas adheridos. Falta o pérdida de adherencia química (p.e. soportes sucios)
- Sistemas adheridos. Falta o pérdida de integridad del mortero o cola de agarre. (p.e. insuficiente humectado del soporte en chapados con mortero de cemento)
- Sistemas anclados por puntos. Rotura por punzonamiento del elemento de acabado en el punto de anclaje ante

- acciones extrínsecas o de dilataciones o contracciones del elemento de acabado o movimientos elásticos del soporte.
- Sistemas anclados por puntos. Corrosión del elemento de anclaje y rotura ante acciones extrínsecas o de dilataciones o contracciones del elemento de acabado o movimientos elásticos del soporte.
 - Sistemas anclados por puntos. Fallo por superación de su capacidad mecánica a esfuerzo cortante o tracción ante acciones extrínsecas o de dilataciones o contracciones del elemento de acabado o movimientos elásticos del soporte.
 - Sistemas anclados por puntos. Arrancamiento por deficiencias en anclajes ante acciones extrínsecas o de dilataciones o contracciones del elemento de acabado o movimientos elásticos del soporte.
 - Sistemas anclados por puntos. Rotura del elemento de acabado por falta o pérdida de capacidades portantes.
 - Ambos sistemas. Deterioro y pérdida de consistencia y resistencia del soporte sobre el que se anclan.

Diagnóstico:

El diagnóstico es muy variado debido a la variedad tanto de materiales y tipos de acabado como de sistemas de anclajes, morteros, cementos-cola y soportes. No obstante, y en líneas generales, las causas directas habituales de fallo son las expuestas anteriormente. Existen también causas indirectas originadas como errores de proyecto, ejecución o mantenimiento.

Los esfuerzos a los que se encuentran sometidos habitualmente son, a parte de su propio peso, a los esfuerzos de dilataciones y contracciones térmicas de los elementos de acabado (de ahí que los sistemas con juntas abiertas se comporten mejor por aportar las juntas un grado de

absorción de las dilataciones) y a los movimientos elásticos del soporte (flechas de forjados, etc.).

Estudios complementarios:

- Catas.

Principios de intervención:

En la gran mayoría de ocasiones las patologías aquí mostradas afectan a la totalidad del revestimiento por lo que el planteamiento de la intervención afectará a todo él.

Cada sistema requiere de un análisis en particular, pero en líneas generales sería los siguientes.

En los alicatados, aun a pesar de que existen formas de aminorar los efectos de las dilataciones y contracciones en alicatados con escasa junta, no es muy recomendable su mantenimiento por el daño que se ha podido producir en el elemento de agarre durante el paso del tiempo. Por lo que se aconseja su substitución completa. En caso de substitución por un nuevo alicatado tomando las precauciones oportunas en cuanto a la disposición de juntas de dilatación, juntas abiertas, cementos-cola flexibles y altamente adherentes y rejuntados flexibles y estancos al agua.

En el caso de los aplacados (ya sean pétreos naturales, artificiales o de cualquier otro tipo) adheridos al soporte la intervención recomendada pasa por el anclaje particular de cada uno de ellos mediante dos anclajes tipo anclaje universal Hilti de cabeza avellanada en acero inoxidable con resistencia a la corrosión II (A-2) HRD-CR2 10x120mm con taco de poliamida PA6, cabeza Torx T40 y capuchón de cubierta HKO. La perforación nunca se deberá realizar con percutor para garantizar una adecuada perforación. Así mismo el inicio de la perforación en la pieza de acabado deberá estar avellanado para que el tornillo se quede embebido en la pieza para posteriormente masillarlo (masilla de marmolista) y disimular estéticamente su presencia. Para cada tipo de revestimiento deberá calcularse el peso propio de la pieza a sostener, así como la longitud de anclaje para con ello calcular con precisión el calibre del anclaje y la longitud de empotramiento necesaria. No obstante, si se sospecha la presencia de esfuerzos importantes por dilatación y contracción será necesario reconstruir determinadas hiladas para la formación de las juntas de dilatación. También se



Figura 61. Fotografía de Edificio Buenos Aires (Benidorm). Vista general

deberá proceder a la renovación del sellado entre piezas realizando este con materiales altamente flexibles y adherentes.

En el caso de sistemas adheridos por puntos habrá que investigar acerca de la causa del deterioro del o de los anclajes. En caso de sea un fallo puntual la intervención, tras las comprobaciones oportunas, puede limitarse a subsanar solo ese punto. No obstante, si el fallo es generalizado en todos los anclajes, la intervención pasará por la sustitución de la totalidad del revestimiento.

La pérdida de integridad tanto del soporte como de los elementos de acabado conllevarán también la sustitución íntegra de todo el revestimiento. Requiriendo la primera de ellas además encontrar la causa de deterioro del soporte, subsanarla y reparar el soporte.

Caso de ejemplo: Edificio Buenos Aires (Benidorm):

El edificio Buenos Aires de Benidorm es un edificio de uso residencial vacacional localizado en la costa levantina muy cerca de la playa y en lo alto de un montículo cercano a la costa. Es un edificio expuesto tanto al clima agresivo del mar como a fuertes rachas de viento tanto por su propia altura como por la altura a la que está construido.



Figura 62. Fotografía de Edificio Buenos Aires (Benidorm). Vista de pájaro, se trata del edificio más esbelto de los cuatro que aparecen. Se aprecia la cercanía al mar y su disposición con respecto al entorno geográfico.

El edificio consta de un total de 21 alturas. Es de estructura de hormigón armado con forjados unidireccionales. Los frentes de forjado y petos bajos de balcones se encuentran revestidos con un chapado de piedra artificial anclado por puntos y adherido al soporte.



Figura 63. Fotografía de Edificio Buenos Aires (Benidorm). Detalle del chapado.

En la figura 63 se puede observar como el chapado ya ha sufrido una intervención consistente en la disposición de un perfil metálico de sustentación inferior y de forma no generalizada la disposición de otro superior.

En la figura 64, se puede apreciar como en las caras inferiores de las losas de los balcones existen manchas importantes de filtraciones de agua por fallo de la impermeabilización de los balcones. Este hecho está provocando, aparte de la propia aceleración del proceso de carbonatación del hormigón de los zunchos de las losas de los balcones,

la acelerada corrosión de sus armaduras y el consiguiente estallido de sus recubrimientos que a su vez tiene dos efectos más añadidos. El primero de ellos es la propia desintegración del soporte sobre el que se anclan los aplacados. El segundo efecto es el empuje hacia el exterior del aplacado como origen del estallido del recubrimiento de las armaduras de los zunchos.



Figura 64. Fotografía de Edificio Buenos Aires (Benidorm). Cara inferior de una losa de balcón. Manchas evidentes de humedades por filtraciones. Se aprecian también los anclajes del perfil metálico dispuesto para contener la caída de las piezas prefabricadas.

3.2.5. Patología de revestimientos continuos conglomerados (excep. Pinturas).



Figura 65. Fotografía de San Juan de Rivera 34 (Aldaya). Patología de espectro de juntas junto con infestación de microorganismos por concentración y permanencia de la humedad.

Descripción:

Las patologías en revestimientos es una de las patologías de mayor concurrencia pero su reparación, salvo en casos de patologías generalizadas, no supone un costo elevado. No obstante, las patologías en los revestimientos provocan una mala adherencia de los

revestimientos de pintura y especialmente en fachada, una desprotección de las fábricas frente a la lluvia. Esta agua penetra en los cerramientos potenciando los procesos patológicos tanto en estos como en otros elementos adyacentes.

Posibles causas:

- Patologías estructurales o de cerramientos.
- Heterogeneidades de los soportes.
- Espesor reducido -> Espectro de juntas.
- Ausencia de armadura.
- Dosificaciones diferentes o juntas inadecuadas entre maestras y cajones y entre diferentes tajos.
- Despegue por suciedad en soportes.
- Diferente coeficiente de dilatación térmica o húmedica entre soporte y revestimiento.
- Diferente coeficiente de dilatación térmica o húmedica entre diferentes capas del revestimiento.
- Ataque químico. Presencia de yesos en contacto húmedo con morteros de cemento (estringita altamente higroexpansiva)
- Retracción por desecación hidráulica (exceso de agua de amasado, insuficiente humectación de soportes) (interna-externa)
- Despegue o laminación presión hidrostática negativa.
- Meteorización por criptoeflorescencias.
- Despegue o laminación por criptoeflorescencias.
- Capas externas del revestimiento poco flexibles, fisuras en tela de araña por impacto o presión exterior.
- Despegue por movimientos cíclicos de dilatación térmica o húmedica.
- Materias primas contaminadas.
- Erosiones antrópicas, rayones.

- Erosiones hídricas (surcos). Disolución de los revestimientos por corriente de agua.
- Manchas de humedades capilares o infiltraciones de agua en forma de coloraciones oscuras.
- Infestaciones de hongos en forma de manchas marrones o negras.

Diagnóstico:

La gran casuística de posibilidades y procesos patológicos que se engloban dentro de los revestimientos continuos conglomerados limita su tratabilidad de forma pormenorizada en este trabajo. Es por ese motivo que nos limitaremos a tratar aquellas que con mayor asiduidad nos encontramos.

Sin duda alguna, las patologías más habituales en los revestimientos continuos conglomerados son las meteorizaciones, desprendimientos, fisuraciones en forma de mapa, fisuraciones de origen estructural, eflorescencias y criptoeflorescencias, manchas de humedad e infestaciones de microorganismos.

Generalmente las fisuras o grietas provenientes de causas estructurales son fácilmente diferenciables de aquellas que se deben a motivos más relacionados con el propio revestimiento. Suelen presentar una longitud más o menos considerables y con una cierta linealidad salvo cuando se hacen coincidir con las juntas de fábrica (que entonces tienen formas escalonadas) o cuando se corresponden con esfuerzos rasantes (juntas entre fábricas y elementos estructurales).

Otro tipo de fisuras habituales son las motivadas por las diferencias de comportamiento de dilatación térmica o hídrica entre el soporte y el revestimiento o entre varias capas del propio revestimiento. En el primer

caso suelen deberse a heterogeneidades en los materiales soportes que provocan movimientos diferenciados del soporte que a su vez originan tensiones en los revestimientos que acaban convirtiéndose en fisuras. Habitualmente suelen presentarse como fisuras coincidentes con el cambio de material. Diferencias notables de dicho comportamiento entre el soporte y el revestimiento pueden provocar tensiones rasantes en la interfase de ambos que finalmente conlleve la separación del revestimiento del soporte, suelen manifestarse también mediante fisuras ramificadas (estas fisuras ramificadas también pueden deberse a una diferenciada adherencia entre diferentes zonas de la interfase entre ambos elementos). El diferente comportamiento térmico e hídrico entre las diferentes capas del revestimiento puede provocar tensiones rasantes entre las interfaces de estos que originen la laminación del revestimiento.

Una utilización excesiva de agua de amasado suele provocar una retracción por desecación hidráulica temprana manifestada en forma de fisuras de cuarteo. La insuficiente humectación del soporte suele suponer una desecación por retracción hidráulica interna del revestimiento provocando también el desprendimiento de este.



Figura 66. Fotografía de C/ La Unión 5 (Quart de Poblet). Meteorización de la capa más externa del enfoscado base por ausencia de permeabilidad del revestimiento posterior conglomerado acrílico con triturado de mármol (granulite) y formación de criptoeflorescencias.

Habitualmente la buena práctica constructiva aconseja la utilización de capas de mayor flexibilidad cuanto más externa es la capa de revestimiento. Una excesiva rigidez de la capa externa de revestimiento puede suponer una fragilidad del mismo que ante pequeños impactos provoca fisuras en forma de tela de araña.

Como se ha comentado antes, existen varios motivos por los que se puede producir el desprendimiento de los revestimientos. Básicamente se deben a tres defectos o patologías elementales básicos; la ausencia o pérdida de consistencia del soporte, la ausencia o pérdida de adherencia

entre soporte y revestimiento o entre capas intermedias de revestimiento, y la ausencia o pérdida de consistencia del revestimiento.

La ausencia de consistencia suficiente del soporte es, como tal, una mala práctica constructiva para proceder con los revestimientos ya que la adherencia queda completamente comprometida. No obstante, en determinadas ocasiones en las que sea necesario proceder de tal manera habrá que, en la medida de lo posible consolidar el soporte y disponer de elementos adicionales que puedan garantizar o mejorar el anclaje mecánico. La pérdida de consistencia del soporte se puede deber a un ataque de carácter ácido, de origen higr expansivo o más habitualmente originado por la aparición de criptoflorescencia que como consecuencia del aumento de su volumen originan la meteorización del soporte.

La ausencia de adherencia se produce habitualmente por una falta de limpieza del soporte o una falta de humectación suficiente del soporte que provoca una deshidratación de la capa de revestimiento en contacto con el soporte previo al fraguado del conglomerante. La pérdida de adherencia entre ambos elementos habitualmente es debida a las comentadas criptoflorescencias, a los efectos de las dilataciones térmicas diferenciadas entre soporte y revestimiento o a un excesivo espesor del revestimiento que por su propio peso provoca el despegue.

La ausencia de la consistencia del revestimiento puede ser originada por una inadecuada dosificación del mortero o pasta o a una baja calidad de sus constituyentes. La pérdida de consistencia del revestimiento mayoritariamente se produce por las criptoflorescencias, también conocido como meteorización del revestimiento. La retracción por desecación hidráulica tardía puede conllevar también la desintegración del revestimiento. Las infestaciones de microorganismos son promotores

también de la meteorización de los revestimientos por el efecto destructivo de su crecimiento. Así mismo, estos promueven la contención del agua dentro de la red capilar con los consiguientes efectos perjudiciales de la misma. Determinados ataques ácidos también pueden conllevar la disolución de los conglomerantes de los revestimientos.

La conocida como patología de espectro de juntas (o viguetas en forjados), como muestra la figura 65, se origina por una falta de espesor del revestimiento (el cual también puede provocar una mayor aparición de fisuras y vías de entrada de agua a la fábrica). Esta falta de espesor implica una mayor permeabilidad a la humedad lo que origina que se manifieste la diferente capacidad de absorción de los elementos de la fábrica en la superficie del revestimiento. Lo más habitual es que esta patología haga acto de presencia tras las lluvias apareciendo el espectro de juntas por la diferente absorción de agua que tiene los ladrillos respecto del mortero de juntas (el ladrillo absorbe el agua de lluvia y conforme el revestimiento se va secando comienza a expulsarla al revestimiento, el mortero de las juntas absorbe mucho menos el agua de la lluvia por lo que deja de ceder agua al revestimiento mucho antes que el ladrillo). En concreto, en la figura 65, este efecto ha quedado marcado de forma permanente sin la necesidad de la presencia del agua de lluvia. Esto es debido a que la contención por parte de los ladrillos del agua de lluvia (unido a que se trata de una orientación norte y que por consiguiente ralentiza el desecado del revestimiento) ha provocado la proliferación de microorganismos en estas zonas. Estos microorganismos permanecen incluso en ausencia del agua de lluvia por lo que se queda manifestado el espectro de juntas en forma de manchas negras coincidentes con la forma de los ladrillos. Se observa como en las zonas

protegidas frente al agua de escorrentía de la fachada este efecto no es tan acusado.

La ausencia de permeabilidad al vapor de agua del revestimiento puede provocar presiones hidrostáticas negativas que originen el despegue del revestimiento. Así mismo, esta misma ausencia de permeabilidad en el revestimiento de pintura del conglomerado continuo puede provocar, aparte de la acción de esta misma presión sobre la pintura, la aparición de criptoeflorescencias en la interfase entre enfoscado o enlucido y la pintura, ocasionando con ello la pérdida de adherencia y la meteorización de la capa del enfoscado en contacto con la pintura.

Estudios complementarios:

- Ensayo de composición de los morteros.
- Ensayo de compuestos cristalinos existentes en los morteros por difracción de rayos X.
- Ensayo de adherencia.
- Microscopia electrónica de barrido.
- Ensayo de permeabilidad al vapor de agua y al agua.
- Ensayo de identificación de sales.

Principios de intervención:

Las intervenciones sobre las patologías de los enfoscados, en los casos de confirmación de ausencia de adherencia o consistencia del mismo son tendentes a su completa sustitución desde el soporte base, ya sea de forma generalizada o tan solo a nivel puntual en las zonas deterioradas.

Evidentemente, ante la presencia de elementos tendentes a provocar patologías en los revestimientos conglomerados se deberá tratar de solucionar la patología originaria (humedades por capilaridad,

infiltraciones, corrosión armaduras en zunchos, corrosión de anclajes, movimientos estructurales, etc.) puesto que de lo contrario la intervención sobre el revestimiento continuo reaparecerá en un breve periodo.

Ante la presencia de fisuras muertas o provenientes de retracciones por desecación hídrica en las que no hayan afectado a la consistencia o adherencia del revestimiento de forma considerable se puede optar por su conservación procediendo tan solo a un sellado de sus fisuras, a ser posible con morteros de similares características a los existentes armados con fibra de vidrio ya sea en forma de malla o fibras y aditivados para mejorar su adherencia, permeabilidad al vapor de agua, trabajabilidad y mínima o nula retracción. En caso de haber utilizado morteros armados con fibras en masa se deberá con posterioridad dar una capa de acabado sin ese armado.

En caso de que se opte por la sustitución parcial de revestimientos continuos conglomerados habrá que tener en cuenta la naturaleza del mismo para estimar su comportamiento frente al parcheo. En determinados revestimientos continuos conglomerados resultará muy difícil por no decir imposible mimetizar los nuevos parches con los antiguos (revocos tintados en masa de cal, determinados monocapas, determinados enfoscados). Se ha de tener en cuenta que en su mimetización no solamente influirá el color, sino que también influirá su textura, homogeneidad cromática, granulometría, acabado superficial, reflexividad, etc.). No obstante, en enlucidos de yeso, enfoscados de cemento tradicionales o en monocapas predosificados en fábrica con código de color conocido, suele ser habitual conseguir dicha mimetización.

Así mismo, en determinadas circunstancias puede no ser relevante conseguir dicha mimetización y por consiguiente no ser un problema (patios interiores).

Como norma general, en las reintegraciones se tratará de utilizar morteros de las mismas características que los existentes. No obstante, si existe dudas razonables acerca del comportamiento de dicho material en el soporte en cuestión habrá que plantearse su sustitución tratando de confeccionar juntas de dilatación en los cambios de material. En el caso de optar por un cambio en los materiales se tratará de optar de forma genérica por materiales de bajo peso específico, alta impermeabilidad al agua de lluvia, alta permeabilidad al vapor de agua, alta adherencia, alta flexibilidad y trabajabilidad, y a ser posible con propiedades inhibitorias de la formación de sales y microorganismos.

En el caso de la sustitución completa se optará siempre a ser posible con materiales de características semejantes a los antes descritos.

En todos los casos, se recomienda el armado integral con malla de fibra de vidrio (la adecuada para cada conglomerante), no solo en los puntos conflictivos. Esta determinación viene influenciada por el bajo coste que esto supone en comparación con el coste que puede suponer la reparación del revestimiento una vez colocado y de la más que habitual problemática de desprendimientos de este tipo de revestimientos en construcciones de reciente construcción (menos de 10 años). En caso de que podamos aplicar el revestimiento en varias capas se recomienda aún más si cabe el armado de fibra de vidrio en masa ya que su función de armado actúa en las tres dimensiones del revestimiento y no solo en dos como actúa la malla. En todos los casos siempre se deberá garantizar la consistencia del soporte y en caso de no poder garantizarse se deberá

consolidar con el producto adecuado conforme a la naturaleza del mismo. Si resultase altamente complicado la consolidación adecuada del soporte, esta se realizaría dentro de las posibilidades y como medida compensatoria se deberían de disponer de elementos anclados al soporte que embebidos en la masa del revestimiento actúen como anclajes mecánicos puntuales.

Una vez se disponga de un soporte adecuado y para garantizar la adherencia del revestimiento al soporte se debe de utilizar un puente de unión, ya sea en forma de resina o en forma de enfoscado base, respetando siempre las prescripciones de limpieza del soporte, humectación suficiente y condiciones ambientales de aplicación. En el caso de las resinas de puente de unión se deberán de respetar los márgenes de tiempo disponibles de aplicación del revestimiento con posterioridad a la aplicación del puente de unión.

Caso de ejemplo: C/ Francia 15 (Valencia)



Figura 67. Fotografía de Av. Francia 15 (Valencia). Desprendimientos de enfoscado en fachada.



Figura 68. Fotografía de Av. Francia 15 (Valencia). Detalle de desprendimiento.

El edificio mostrado tiene su fachada totalmente revestida por un monocapa pigmentado en masa. Sufre un desprendimiento de sus enfoscados en forma de abolsamientos de forma generalizada por sus tres fachadas (aprox. 3.400 m²).

El monocapa se encuentra armado tan solo en sus puntos conflictivos. En la huella dejada por sus desprendimientos se observa una heterogeneidad de la mancha dejada por el revestimiento preexistente que indica una diferenciación en el anclado de la pasta al soporte. Esta diferenciación en la adherencia del enfoscado al soporte se puede deber con muchas probabilidades a la existencia de suciedad del soporte en el

momento de su ejecución (hecho además confirmado por supuestos testigos de su ejecución). Esta diferenciación de adherencia pudo provocar además la aparición de tensiones diferenciadas por dilatación diferencial térmica e hídrica originando finalmente la fisuraciones ramificadas (de las cuales se tiene constancia). La reparación en esta patología pasa por la sustitución completa del revestimiento.

3.2.6. Patologías en pinturas y conglomerados acrílicos.



Figura 69. Fotografía de Pza. Mayor 8, 9, 10, 11 y 12, Port Saplaya (Alboraya). Exfoliación de pinturas en fachada.

Descripción:

Al igual que en la patología anterior, la alta heterogeneidad y tipologías de pinturas hacen complicado su tratado en tan solo unas páginas. No obstante, habitualmente las más utilizadas en obras de fábrica suelen ser en base acrílicas, silicato de potasio, a la cal y al pliolite. En elementos

metálicos o de madera suele ser habitual la utilización de esmaltes sintéticos, al poliuretano o epoxi.

Es por ello que trataremos en el presente apartado realizar una síntesis de aquellas patologías que consideramos más recurrentes.

Posibles causas:

- Preparación inadecuada o pintura en malas condiciones.
- Insuficiente espesor de película seca.
- Condiciones inadecuadas durante la aplicación.
 - o Temperatura insuficiente o excesiva, ideal entre 15°-30°.
 - o Temperatura por debajo del punto de rocío.
- Condiciones de exposición, ambientes agresivos.
- Incompatibilidades entre pinturas viejas soporte y pinturas nuevas.
- Soportes húmedos.
- Empleo de disolventes inadecuados.
- Ataques ácidos.
- Presión hidrostática negativa.
- Meteorización por criptoeflorescencias.

Diagnóstico:

No entrando en las patologías que puedan concurrir en los sistemas de pintado originados por errores de aplicación (ya que es muy variable en función de la tipología de la pintura) las patologías más concurrentes en las pinturas suelen ser su desprendimiento ya sea en forma de escamas, exfoliación o pulverización.

La descamación suele ser habitual en pinturas aplicadas sobre soportes húmedos (ya sea el soporte en si o las capas previas de pintura). Esta

aplicación de pintura sobre húmedo produce un temprano agrietamiento y cuarteamiento de la misma originado por la evaporación del agua contenida en el soporte y a la vez una pérdida de adherencia. Este cuarteamiento y pérdida de adherencia provoca posteriormente su desprendimiento en forma de escamas.



Figura 70. Fotografía de Pza. Mayor 8, 9, 10, 11 y 12, Port Saplaya (Alboraya), Desprendimiento de múltiples capas de pinturas por presión hidrostática negativa (y posibles criptoeflorescencias) originada por humedades capilares ascendentes.

El desprendimiento por exfoliación puede tener multitud de causas, desde humedades de cualquier tipo hasta; inundaciones; temperaturas excesivas; formación de cristales en la interfase de la pintura y el soporte; presión hidrostática negativa, etc.

La pulverización suele darse habitualmente en exteriores por la desintegración del ligante de la pintura ya sea por la acción de los agentes

atmosféricos (es inusual en interiores) o por la presencia de ambientes agresivos.

Estudios complementarios:

- Ensayo de adherencia en seco.
- Ensayo de adherencia en húmedo.
- Ensayo de adherencia por enrejado en seco.
- Ensayo de adherencia por enrejado en húmedo.
- Ensayo identificativo de pinturas.

Principios de intervención:

Ante una intervención sobre un revestimiento de pintura existente, la práctica habitual es el (como mucho) sellado de fisuras y posterior repintado. No obstante, esta actuación es suficiente solo en casos y circunstancias muy determinadas.

Existe una práctica habitual errónea de aplicar la pintura que consideramos oportuna sobre la existente sin valorar ni tan siquiera la compatibilidad entre ellas (por ejemplo, una pintura al silicato de potasio no podría silicatizar el soporte si este es una pintura acrílica, este caso es extremadamente habitual en intervención en fachadas donde o se pinta con una pintura acrílica sobre una pintura al silicato hipotecando todas sus posibilidades de permeabilidad o se intenta pintar sobre una pintura acrílica con pintura al silicato).

Es por ello que una de las primeras actuaciones a realizar, en caso de que se pinte sobre un soporte ya pintado, es la identificación de la pintura soporte. Evidentemente esto solo se podrá hacer si se tienen garantías de que la pintura soporte se encuentra en buen estado y bien adherida al soporte.



Figura 71. Fotografía de Pza. Mayor 8, 9, 10, 11 y 12, Port Saplaya (Alboraya). Desprendimiento de múltiples capas de pinturas por presión hidrostática negativa y criptoeflorescencias originadas por humedades de infiltración.

Para la identificación de las pinturas tendremos en cuenta las siguientes cualidades:

- Resinas alquídicas en dispersión: No se disuelven en alcohol.
- Resinas acrílicas en emulsión: Se disuelven en alcohol.
- Clorocaucho y vinílicas: Se disuelven en su propio disolvente.
- Epoxy: No se disuelve en White Spirit o Xileno y si están expuestas al exterior presentan “caleo”.
- Poliuretano: No se disuelven en White Spirit o Xileno y en el exterior tienen buena retención de color o brillo.

En lo que se refiere a la preparación de las superficies en elementos metálicos se estará a lo dispuesto en el apartado de principios de intervención de la patología *Corrosión de viguetas metálicas en forjados unidireccionales mixtos*.

Tanto en la madera como en los enlucidos y enfoscados se tratará de poner especial cuidado en al pretratamiento de las superficies. Como se ha comentado antes las superficies pintadas requerirán la eliminación completa de la pintura en caso de que esta no presente las cualidades necesarias de adherencia y consistencia.



Figura 72. Fotografía de C/ Gil Y Morte 2 (Valencia), pulverización de pintura por pérdida de las cualidades ligantes del aglutinante.

Se pondrá especial cuidado en la elección del material abrasivo para la preparación de superficies cuando se vayan a utilizar esmaltes al agua

por su bajo contenido en sólidos para evitar la aparición de marcas de lija.

Se recomienda la utilización de papel de lija (con el microabrasivo adecuado al soporte) de 60 a 400 y microfinas para la eliminación de capas viejas de pintura, mohos en la madera, abertura del poro en la madera, óxidos y para el lijado entre capas.

Se recomienda la preparación de las superficies de acero galvanizado, aluminio o materiales sintéticos con estropajo (Scotch Brite) debido a su baja porosidad.

En lo referente al sistema de aplicación, es habitual y recomendable por su mayor aprovechamiento de pintura, la aplicación manual con brocha y rodillo sobre todo en superficie de enlucidos y enfoscados.

En aplicaciones sobre metales y maderas tanto por la calidad del acabado como por la homogeneidad del espesor de película seca (y con ello las garantías de protección en estructuras de acero) se recomienda la aplicación por pulverización. No obstante, esta técnica supone un rendimiento de pinturas menor por una mayor pérdida de pintura originada por la volatilidad del pulverizado, por lo que en exteriores se valorará su utilidad y procedencia en función del soporte y condiciones ambientales. Se tendrá siempre en cuenta tratar de aplicar la pintura en temperaturas ambientales entre 15° a 30° y siempre tres grados más por encima del punto de rocío.

Las superficies que vayan a ser pintadas y no dispongan de ninguna pintura previa deben de ser también adecuadamente tratadas. Siempre se debe garantizar la ausencia de polvo, grasas o aceites. En enlucidos, guarnecidos y enfoscados se puede pintar siempre que estos se

encuentren perfectamente secos (tratando de evitar la desecación artificial por sus consecuencias negativas). En caso de que se tengan que aplicar sobre soportes aun húmedos se tratara de utilizar pinturas al agua (por su mayor compatibilidad con el agua del soporte, nunca esmaltes o semejantes) y a ser posibles con pinturas plásticas mate lo más permeables posibles, aditivándolas con fungicidas. También se aplicará siempre una imprimación homogeneizadora cromática, reguladora de la absorción, promotora de la adherencia y de la consolidación del soporte. Incluso en soportes que se puedan considerar no estables esta mano de consolidación deberá duplicarse o triplicarse. En las superficies de madera variará el tratamiento previo mucho en función del acabado y tipo de revestimiento que se le dé. No obstante, habitualmente también recibirá una imprimación y un tratamiento de sellado de poros y alisado.

Respecto de la elección de las pinturas, en superficies repintadas siempre lo determinará la pintura preexistente por la necesaria compatibilidad con ella. En aplicaciones no repintadas de enfoscados de cal o cemento se recomienda la utilización de pinturas al silicato por su alta permeabilidad al vapor de agua e impermeabilidad al agua de lluvia, así como su estabilidad al paso del tiempo y cualidades petrificantes del soporte. En superficies enlucidas se recomiendan las acrílicas de altas capacidades permeables, aditivadas con fungicidas y ajustando sus cualidades más en detalle en función del uso del local o estancia. No obstante, la elección del silicato de aluminio en interiores es también una muy buena elección por sus cualidades permeables, aunque requiere para el mayor aprovechamiento de sus propiedades, que los enfoscados interiores sean de cal hidráulica natural.

Aunque este apartado no pretende entrar dentro de los lasures y barnices de la madera, por su relevancia y relación con el apartado, se

recomienda los lasures de poro abierto en maderas expuestas a la acción de los rayos UV, la utilización de barnices en interiores o zonas no expuestas considerablemente a la acción de los rayos UV y los poliuretanos en superficies que requieran de una alta durabilidad frente al rozamiento.

Cabe recordar, aunque sea evidente, el cuidado a tener en lo relativo a la caducidad y conservación de las pinturas, a la utilización adecuada de los disolventes específicos y a la completa sujeción a las especificaciones técnicas de los fabricantes.

Caso de ejemplo: Pza. Mayor 8, 9, 10, 11 y 12 de Port Saplaya (Alboraya)

El ejemplo descrito para la patología *Ausencia y/o deficiencia de impermeabilización del balcón* nos sirve también para ilustrar varias patologías en los sistemas de pintura y específicamente en los de fachada. El edificio como hemos comentado en la patología descrita se encuentra pegado al mar y sufre en sus cerramientos en contacto con el terreno de humedades por capilaridad originadas por la pavimentación impermeable al vapor de agua recién realizada en su entorno. En la figura 69 se observa una exfoliación de la pintura muy probablemente provocada por una mala adherencia al soporte y a su vez por un cuarteo originado probablemente por la retracción por desecación.

En la figura 70, se observa un desprendimiento de todas las capas de pintura provocado por la presión hidrostática negativa. Esta presión hidrostática proviene de las humedades por capilaridad que sufre los cerramientos de fachada en contacto con el terreno en una determinada área. Así mismo, es factible que a su vez se hayan formado criptoeflorescencias que puedan haber originado la meteorización de la

superficie del enfoscado de cemento base y con ello la pérdida de adherencia de las capas de pintura.

En la figura 75 observamos el mismo efecto, pero en este caso las humedades son debidas a filtraciones de agua provenientes de balcones inadecuadamente impermeabilizados. En este caso, sí que se evidencia la presencia de eflorescencias.

En la figura 73 observamos como existe una meteorización tanto de la superficie del enfoscado de cemento soporte como de la/s primeras capas de pintura. Esto se puede deber a procesos de meteorización por acción de criptoeflorescencias o al envejecimiento natural de la primera pintura y ausencia de consolidación del soporte en la aplicación de la segunda operación de mantenimiento de la pintura.



Figura 73. Fotografía de Pza. Mayor 8, 9, 10, 11 y 12, Port Saplaya (Alboraya). Meteorización de la superficie del enfoscado soporte.

En la figura 74, se observa una falta de adherencia entre capas diacrónicas de pintura. Esta puede deberse entre otros motivos a la falta de aplicación de imprimaciones consolidantes previas.



Figura 74. Fotografía de Pza. Mayor 8, 9, 10, 11 y 12, Port Saplaya (Alboraya), pérdida de adherencia entre capas diacrónicas de pintura.

3.2.7 Puentes térmicos.

Descripción:

Los puentes térmicos en los edificios debemos entenderlos más como una deficiencia que como una patología en sí. Su existencia, aparte de afectar sobre el confort térmico de los edificios y su eficiencia energética, también puede propiciar la aparición de condensaciones intersticiales que a su vez afecten a otros elementos.

El tema se tratará, con el fin de mostrar los diferentes casos de aparición, con múltiples ejemplos.

Posibles causas:

- Diseños inapropiados.
- Ejecución inapropiada.

Diagnóstico:

Los puentes térmicos son en sí, como su propio nombre indica, una zona de la envolvente térmica del edificio (habitualmente puntual o lineal, ya que cuando es superficial se hace referencia directamente a una ausencia de aislamiento térmico) que se encuentra diferencialmente con un comportamiento a nivel de aislamiento térmico considerablemente inferior a su entorno. Su presencia, aunque difícilmente detectable a simple vista, es muy habitual en la edificación residencial, incluso en edificios de muy reciente construcción. Habitualmente su existencia se debe a un descuidado diseño y/o ejecución del edificio.

Explicaremos su casuística mediante varios ejemplos. El primero de ellos se trata de un edificio situado en la Avenida Pío XII nº 49 de Valencia. El edificio en cuestión ha sido elegido por el Instituto Valenciano de la

Edificación para incluirlo como pieza de ensayo en el proyecto europeo EPISCOPE “Energy Performance Indicator Tracking Schemes for the Continuous Optimisation of Refurbishment Processes in European Housing Stocks” del programa Energía Inteligente Europa que tiene como objetivo hacer que los procesos de rehabilitación en el sector de la vivienda en Europa sean más transparentes y eficaces.

Todos los ejemplos mostrados a continuación correspondientes a fachadas han sido realizados a una temperatura ambiental de 7,5°C y una humedad relativa ambiental del 37%, estando muy por encima del punto de rocío.

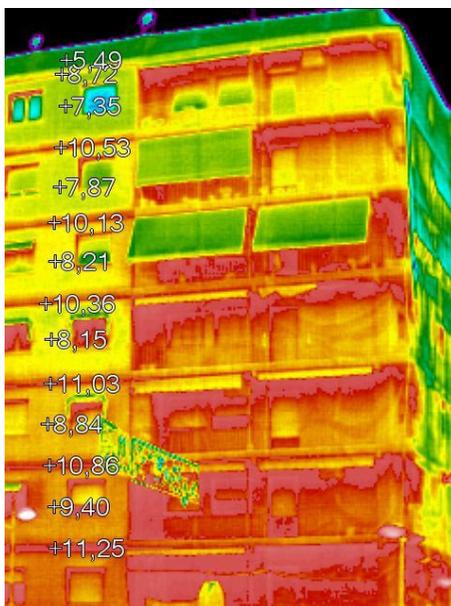


Figura 75: C/ Pio XXII 49 (Valencia), fachada este.

En la figura 75, se observa la aparición del espectro de los forjados por lo que denota un puente térmico más que evidente. Se puede observar también una clara diferencia de temperaturas entre la fachada norte y la fachada este, siendo esta última ligeramente más cálida. También se puede observar como conforme ascendemos por las fachadas las temperaturas descienden debido a que las zonas altas del edificio se encuentran más expuestas al viento y por consiguiente a la pérdida de temperatura. Este mismo efecto se observa en el interior de los balcones al estar estos más protegidos del viento que el resto de la fachada. Los números indicados se corresponden a los °C existentes en la superficie en la cruz adyacente. Es de destacar la no aparición de la marca de los pilares, muy probablemente esto se deba a que se encuentran retranqueados respecto de la línea de fachada (puesto que existe voladizo en la fachada).



Figura 76: C/ Pio XXII, 49 (Valencia). Fachada norte.

Podemos observar cómo se repite el patrón y como el valor de las temperaturas es ligeramente inferior. Se observa también temperaturas muy superiores en planta baja debido a la actividad en los bajos comerciales con la existencia de maquinaria.

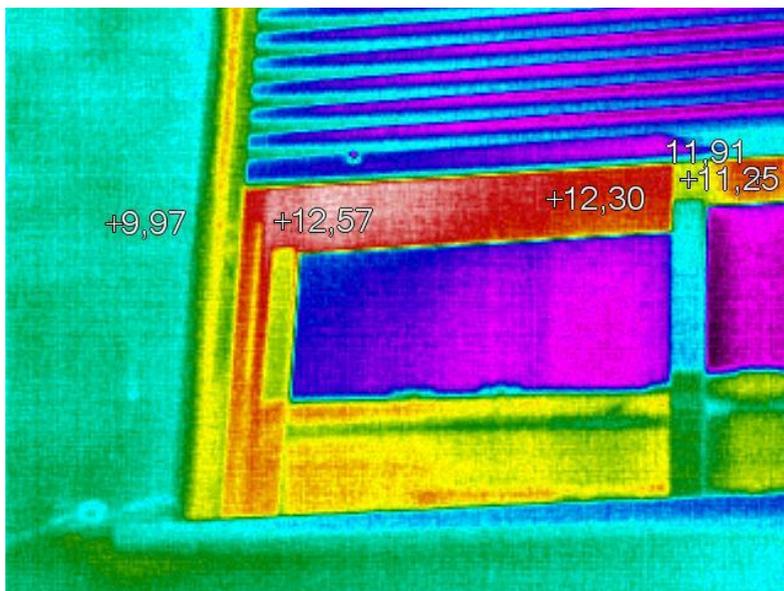


Figura 77: C/ Pio XXII 49 (Valencia), detalle de ventana en fachada este.

En la anterior termografía podemos observar el puente térmico a través de la carpintería de aluminio de la ventana y el vidrio. La temperatura de la pared es de 9'97°C. La temperatura del vidrio es de 12'30°C, +2'33°C de diferencia por lo que muestra que se pierde bastante más calor por el vidrio que por la pared. La diferencia de tonalidad inferior no es de consideración ya que se trata de reflejos, el primero del cielo y el segundo

más abajo del edificio de enfrente. La temperatura del marco izquierdo de la ventana es de $12'57^{\circ}\text{C}$, $+2'6^{\circ}\text{C}$ respecto de la pared, pierde más calor incluso que el vidrio. La temperatura del marco central (doblado porque es donde se solapan las ventanas correderas) es de $11'25^{\circ}\text{C}$, $+1'28^{\circ}\text{C}$ (el aluminio también refleja la temperatura del cielo o del elemento reflejado, así también como los azulejos).

El siguiente caso a tratar es el ya tratado en la Patología de revestimientos continuos conglomerados (excep. pinturas) en Av. Francia 15 de Valencia. El cuadro patológico en el cual se encuentra el revoco de la fachada se suma a la también existencia de puentes térmicos considerables.

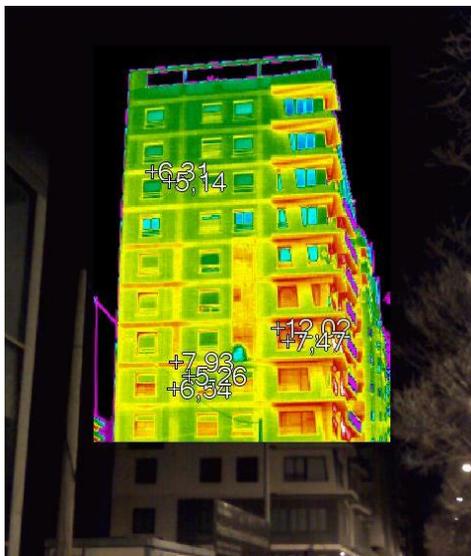


Figura 78: Av. Francia 15 (Valencia). Fachada oeste.

En el presente caso los puentes térmicos en pilares y forjados son sobradamente evidentes marcándose con total claridad el espectro de la estructura en la fachada. Se observa también el efecto de la mayor exposición de las zonas altas a la pérdida de calor. Se observan puentes térmicos en las carpinterías con temperaturas de 12'02°C cuando la temperatura ambiente era de 7'5°C y la de la superficie de la fachada de 5'26°C a 7'93°C.

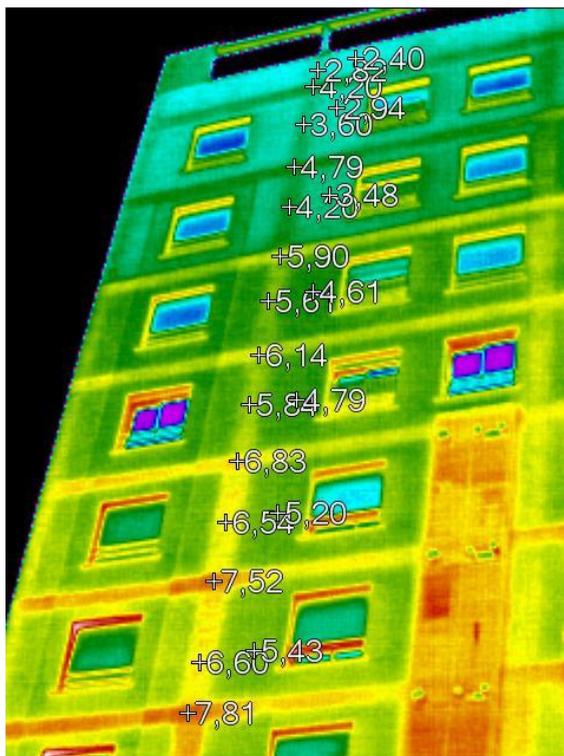


Figura 79: Av. Francia, 15 (Valencia). Detalle de fachada oeste.

En este detalle de la fachada se observa con más claridad estando valoradas las temperaturas en los puntos relevantes. La zona más cálida de la derecha se trata de una zona de galerías con rejillas de ventilación y salidas de gases y humos. Llegan a haber diferenciales de temperatura de 2'38°C entre las zonas de fachada en teoría aisladas y las zonas de puentes térmicos.

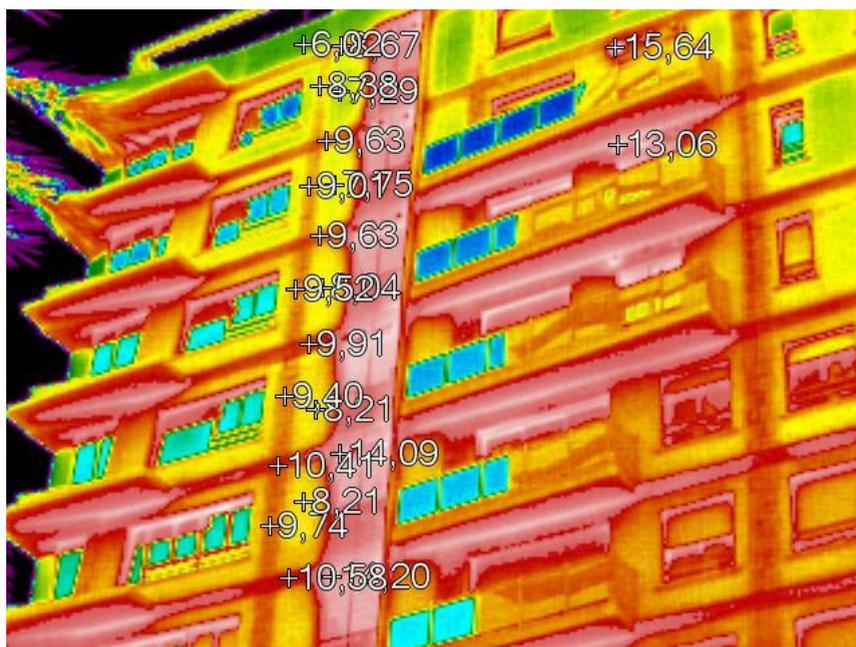


Figura 80: Francia, 15 (Valencia). Fachada sur.

Incluso de forma más acusada se marca en esta termografía la existencia de puentes térmicos en pilares y forjados de fachada y voladizos. La franja vertical de mayor calidez al igual que anteriormente se trata de una zona de lamas donde se ubican galerías. Las temperaturas en esta fachada, puesto que conservan por inercia térmica parte del calor recibido durante el día, presentan temperaturas considerablemente mayores que la fachada oeste, del orden de +4'25°C.



Figura 81: Poeta Más y Ros, 5 (Valencia). Puerta de zaguán.

La termografía anterior, tomada ya en un día diferente a las exteriores y muchos más caluroso, muestra un puente térmico a través de la carpintería de la puerta del zaguán. La temperatura superficial interior alcanzada del marco debido a la incidencia directa de rayos de sol sobre

ella es de 42'33°C, incluso bastante superior a la temperatura del vidrio 36'68°C.



Figura 82: Poeta Más y Ros, 5 (Valencia). Interior casetón.

En esta imagen tomada el mismo día en el interior del casetón de cubierta observamos la inexistencia de aislamiento térmico en la cubierta del casetón y el deficiente comportamiento térmico de la puerta de salida a la cubierta la cual llega a alcanzar los 43'47°C.

Puente térmico en el interior de una vivienda a través del paso de instalaciones deficientemente sellado de un sistema de aire acondicionado por Split. La temperatura en el punto conflictivo alcanza los 38'36°C.



Figura 83: Poeta Más y Ros, 5 (Valencia). Interior vivienda.

Estudios complementarios:

- Catas.
- Termografía de rayos infrarrojos.
- Temperatura ambiental.
- Humedad Relativa ambiental.
- Ensayo Blower-door o determinación de la estanqueidad al aire en edificios. Método de presurización por medio de ventilador.

Principios de intervención:

Resulta complicado establecer una forma genérica de actuación para una deficiencia que puede ser tan variada como variadas son las soluciones constructivas que nos podemos encontrar en las envolventes térmicas de los edificios.

No obstante, todas ellas, en lo referente a la intervención de edificios existentes, pasarán por la incorporación de un elemento aislante allí donde es deficiente o ausente ya sea en el interior del elemento constructivo existente o mediante la incorporación de nuevos elementos constructivos.

Cabe nombrar quizás por sus garantías de funcionamiento los actuales sistemas conocidos comercialmente como SATE's (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior), aunque es de destacar su elevado coste de instalación. Estos sistemas son en sí, un trasdosado exterior con un aislante térmico y un acabado decorativo, incluyendo claro está, sus correspondientes piezas especiales de pegado, inicio y terminación, encuentros, vierteaguas, cubremuros, perfiles de soporte y anclajes.

Actualmente estos sistemas nos ofrecen la posibilidad de utilización de multitud de tipos de aislantes y de grosores muy variados, así como de acabados decorativos exteriores también de muy diversa índole (incluso ladrillo visto). Su cualidad principal es envolver literalmente el edificio mediante una piel aislante térmicamente con lo que eliminamos por completo los puentes térmicos de fachada.

Las actuaciones en cubierta vendrán de la mano de un levantado de la pavimentación para su posterior aislamiento y repavimentación, con el objetivo de aumentar lo mínimo posible su sobrecarga.

La utilización de sistemas similares desde la concepción del edificio consigue resultados extraordinarios en materia de puentes térmicos conforme se observa en la imagen siguiente perteneciente a la Torre de Francia de Valencia (Av. Francia, 2). Este edificio dispone un acabado de fachada en forma de trasdosado con acabado metálico aislado térmicamente por su interior. La termografía muestra la ausencia de puentes térmicos.

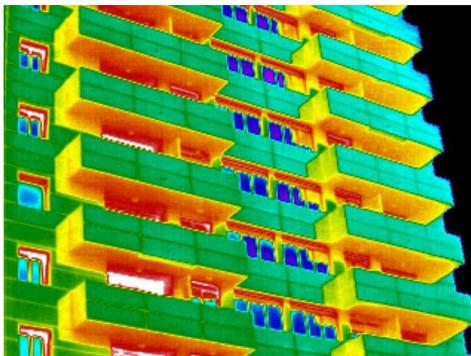


Figura 84: Av. Francia, 2 (Valencia). Fachada Norte Torre de Francia.

3.3. Deficiencias en Azoteas y Cubiertas.

3.3.1. Ausencia y/o deficiencia de impermeabilización del balcón.

Descripción:



Figura 85. Fotografía de Mancomunidad Plaza Mayor 8, 9, 10, 11 y 12 de Port Saplaya (Alboraya)

Los balcones son elementos estructurales sometidos a las condiciones climatológicas exteriores por lo que deben de tratarse como cubierta. Habitualmente este elemento o no ha dispuesto de impermeabilización o esta se ha diseñado/ejecutado deficientemente y con poca atención a sus detalles. Es habitual encontrarse situaciones en las que esta se “garantiza” con la adopción de un enfoscado hidrófugo o con una mano de pintura bituminosa, aunque lo habitual es encontrarse con una ausencia total de la misma. Incluso cuando nos encontramos con un sistema más sofisticado

basado en láminas bituminosas es habitual que no exista un correcto encuentro de la misma con paramentos verticales, que no dispongan de juntas de dilatación y que los empotramientos o anclajes de las barandillas las atraviesen. Así mismo, en muchas ocasiones, en caso de que disponga de algún sistema de impermeabilización, la vida útil del mismo se encuentra finalizada.

Posibles causas:

- Envejecimiento natural de los materiales en el caso de fin de vida útil.
- Errores de diseño y/o ejecución.
- Ausencia total del elemento.
- Empotramientos deficientes de las barandillas.
- No utilización de piezas especiales en la solución de encuentros especiales.

Diagnóstico:

Debido a las deficiencias en el sistema de impermeabilización el agua encuentra una vía para introducirse en la estructura del edificio afectando a la misma acelerando otros procesos patológicos. En ocasiones es habitual además encontrarse con macetas con un continuado riego que derivan el agua sobrante directamente sobre los balcones. Esta agua cargada de cantidades diversas de productos químicos y/o biológicos afecta con mayor énfasis tanto en el hormigón como con las armaduras (sulfatos, cloruros, nitratos). Los defectos de ejecución o diseño suelen ser encuentros inadecuados o inexistentes con paramentos verticales, la no utilización de piezas especiales en la ejecución de rebosaderos, sumideros, esquinas y/o rincones. Así mismo es muy habitual no tener ningún tipo de precaución en lo referente a elementos pasantes o anclajes.

Estudios complementarios:

- Una cata en los elementos singulares del sistema de impermeabilización del balcón nos dará la información suficiente acerca de ella.

- La prueba de estanqueidad es un ensayo no destructivo posible, no obstante, en los balcones con borde libre se complica su ejecución.
- La termografía de radiación infrarroja es otro ensayo no destructivo que nos permite tener un mapeado de las temperaturas superficiales de la cara inferior del voladizo. Es recomendable realizar el ensayo después de unos días de lluvia intensa o realizar un regado intenso previo, así como realizarlo en días de temperaturas lo más extremas posibles. Las zonas con mayor contenido de humedad pueden ser fácilmente detectables con esta técnica debido a varios principios higrótérmicos del agua; el primero de ellos su mayor velocidad en la transmisión de la temperatura; el segundo de ellos el efecto de enfriamiento por evaporación. Esto hará que sea fácilmente detectable las zonas húmedas debido a la diferencia de temperatura superficial. Su geometría y distribución nos pueden ayudar a determinar que ese contenido de humedad diferenciado puede deberse a filtraciones procedente de una impermeabilización deficiente.

Principios de intervención:

Actualmente este tipo de intervención viene regulado por el CTE.

- Documento Básico HS-1 Salubridad. Protección frente a la humedad, 1.1 Ámbito de aplicación: *“Esta sección se aplica (...) a los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas) (...). Los suelos de las terrazas y los de los balcones se consideran cubiertas.”*
- Documento Básico HS-1 Salubridad. Protección frente a la humedad, 2.4.4.1.1 Cubiertas planas. Juntas de dilatación.

- Documento Básico HS-1 Salubridad. Protección frente a la humedad, 2.4.4.1.2 Cubiertas planas. Encuentro de la cubierta con un paramento vertical.
- Documento Básico HS-1 Salubridad. Protección frente a la humedad, 2.4.4.1.3 Cubiertas planas. Encuentro de la cubierta con el borde lateral.
- Documento Básico HS-1 Salubridad. Protección frente a la humedad, 2.4.4.1.4 Encuentro de la cubierta con un sumidero o canalón.
- Documento Básico HS-1 Salubridad. Protección frente a la humedad, 2.4.4.1.5. Cubiertas planas. Rebosaderos.
- Documento Básico HS-1 Salubridad. Protección frente a la humedad, 2.4.4.1.6. Cubiertas planas. Encuentro de la cubierta con elementos pasantes.
- Documento Básico HS-1 Salubridad. Protección frente a la humedad, 2.4.4.1.7 Cubiertas planas. Anclaje de elementos.
- Documento Básico HS-1 Salubridad. Protección frente a la humedad, 2.4.4.1.8 Cubiertas planas. Rincones y esquinas.

Es evidente que ante estos casos se hace necesario la re-impermeabilización, realizada según los siguientes pasos:

- a) Demolición de pavimentos actuales.
- b) Levantado de impermeabilizaciones existentes.
- c) En caso de no encontrarse con un soporte adecuado, demolición de la formación de pendientes hasta el elemento estructura.
- d) Confección de la nueva formación de pendientes a ser posible con morteros de bajo peso específico para aliviar cargas en la estructura. Se realizarán

- juntas de dilatación perimetrales y transversales según normativa de cubiertas.
- e) En función de la formación de pendientes elegida, puede ser necesaria la regularización y preparación de la superficie con un enfoscado de bajo peso específico y altas resistencias mecánicas.
 - f) Aplicación del sistema de impermeabilización adecuado, preferiblemente consistentes en láminas. Se tendrá especial atención al cumplimiento de la normativa en vigor al respecto de los diferentes encuentros anteriormente descritos y se evitará en lo posible el anclado de la barandilla en superficies horizontales por la dificultad técnica de garantizar una adecuada impermeabilización.
 - g) Para garantizar la des-solidarización del elemento estructural con el pavimento se recomienda la interposición de geotextil encima del sistema de impermeabilización.
 - h) Capa de compresión superior constituida por capa de 20mm de espesor de mortero de bajo peso específico armado en toda su superficie con malla de fibra de vidrio con protección frente a los álcalis. Se respetarán las juntas de dilatación previas.
 - i) Pavimentación elegida tomada con cemento cola de alta flexibilidad y adherencia para exteriores. Rejuntado con morteros de rejuntado coloreados en masa y flexibles.

Es de destacar la necesidad de la colocación de una pieza de remate con goterón y la utilización de piezas especiales en rincones, remates laterales, sumideros, esquinas, etc.

Existen en el mercado actualmente láminas impermeabilizantes que nos permiten la impermeabilización directa sobre el pavimento existente adhiriéndola con cemento cola, pero esto supone un aumento de las cargas permanentes innecesario.

También existen productos de aplicación directa y trasparentes, pero con pocas garantías de éxito.

Caso de ejemplo: Plaza Mayor 8, 9, 10, 11 y 12 de Port Saplaya (Alboraya)

El edificio presentado está constituido por una estructura aporticada de hormigón armado con forjados unidireccionales de viguetas pretensadas. Aquí tenemos un ejemplo tipo de ausencia completa o fallo grave de la impermeabilización de los balcones que está afectando de manera grave e irreversible a los zunchos perimetrales de los forjados por infiltraciones de agua. En la figura 85, podemos ver como existen manchas evidentes de humedades en las caras inferiores de las losas de los balcones. Se observa cómo se han desprendido las pinturas por efecto de la meteorización de los morteros sobre los que apoyan originadas por criptoeflorescencias de sales solubles.



Figura 86. Fotografía de Plaza Mayor 8, 9, 10, 11 y 12 de Port Saplaya (Alboraya). Vista de pájaro.

En los alzados trazados se puede observar un mapeado de las patologías. Las indicadas en rojo pertenecen a estados terminales de patologías en zunchos, las que están en naranja fases intermedias y las amarillas pertenecen a fases muy primarias. Como se puede observar está directamente relacionado con la exposición del voladizo al agua de lluvia. Los zunchos de los forjados de cubierta no se encuentran afectados por que disponen de una adecuada impermeabilización. Sobre todo, en el alzado de la Plaza Mayor se puede observar como a medida que los voladizos son de plantas inferiores, más afectados se encuentran. Esto es debido a que el voladizo de cubierta tiene más vuelo que los de las plantas inferiores por lo que los voladizos de las plantas inferiores están más expuestos al agua de lluvia. Los voladizos de la última planta se encuentran considerablemente menos afectados que los de las plantas inferiores.





Figura 87. Alzados de Plaza Mayor 8, 9, 10, 11 y 12 de Port Saplaya (Alboraya).

3.3.2. Empotramientos de barandillas atravesando impermeabilización de balcones.

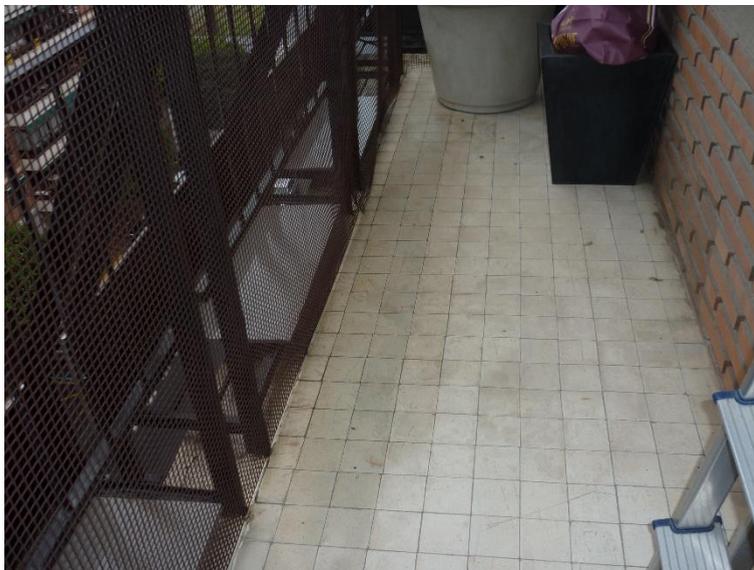


Figura 88. Fotografía de C/ San Vicente Mártir 166 (Valencia). Cara superior de losa de balcón, montantes de barandilla empotrados en cara superior.

Descripción:

Con mucha asiduidad e incluso en construcciones actuales las barandillas son ancladas en la cara superior de los balcones. Desde siempre, la buena práctica constructiva desaconseja este tipo de actuación por la dificultad de garantizar una correcta estanqueidad en el punto de anclaje de la barandilla. Actualmente, como se indica en los principios de intervención

de la patología *Ausencia y/o deficiencia de impermeabilización del balcón*, este tipo de actuación no está permitido por el CTE. Las consecuencias de estas actuaciones son las infiltraciones importantes y continuas tanto del agua de lluvia como de los usuarios a la estructura forjado.

Posibles causas:

- Mala praxis constructiva. Rotura de impermeabilización de balcón.

Diagnóstico:

El diagnóstico es tan evidente que no requiere de mucha explicación, puesto que la disposición de un anclaje falcado a la cara superior de la losa de un balcón (con supuestamente una impermeabilización) hace técnicamente muy complicado su correcta impermeabilización. Habitualmente se tiende a levantar ligeramente la impermeabilización en el mejor de los casos por el perfil o a pintar por encima con pinturas al clorocaucho. Todo ello practicas inapropiadas e inútiles en su sentido más amplio.

Incluso en las circunstancias en donde pudiese no existir impermeabilización, este elemento abriría paso al agua, tanto por las conocidas consecuencias de la corrosión y posterior aumento de volumen como por las consecuencias de las dilataciones térmicas, acentuadas por la también escasa práctica constructiva de disponer de las correspondientes juntas de dilatación en barandillas.

No es incluso extraño ver folletos comerciales y páginas web de las mejores marcas de sistemas de barandillas modulares de aluminio con placas de anclaje de colocación horizontal atornillada. El tornillo, evidentemente, atravesará la correspondiente impermeabilización.

Estudios complementarios:

- Catas de comprobación.

Principios de intervención:

Los principios de intervención son válidos en principio para el diseño de nuevas barandillas. La existencia de barandillas de estas características siempre que no se pase por su sustitución tendrá una mala solución, ya sea a nivel estético o funcional. Para limitar los efectos que puede producir, se puede construir un peto bajo de modo que reconduzcamos las aguas a unos sumideros, pero estos trabajos conllevan el rediseño de las formaciones de pendientes de los balcones, sustitución de pavimentos, impermeabilizaciones, construcción de peto bajo muy probablemente incompatible estéticamente con la barandilla existente, todo ello mucho más caro que la sustitución o modificación de la barandilla para que sus anclajes se encuentren en el frente de forjado.

Mucho más grave, incluso si cabe, es cuando nos encontramos como muestra la figura 89 barandillas ancladas a cubiertas de mayor superficie, como la mostrada en dicha figura que pertenece a la cubierta de un garaje. Evidentemente, con la precaución de utilizar anclajes de longitud inferior al espesor de la baldosa, se podría considerar una solución apta. No obstante, existen dudas razonadas de que se hayan tomados dichas precauciones.

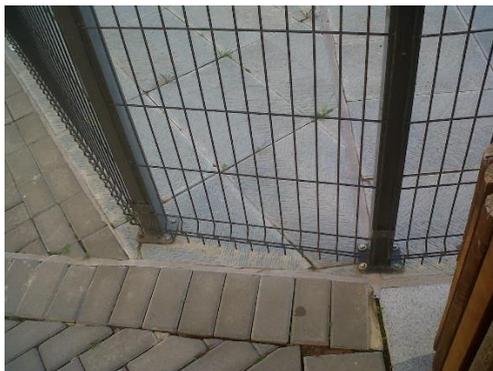


Figura 89. Fotografía de San Juan de Ribera 11 (Picassent). Barandilla anclada en cubierta de garaje.

Caso de ejemplo: C/ San Vicente Mártir 166 (Valencia)



Figura 90. Fotografía de C/ San Vicente Mártir 166 (Valencia), fachada principal.



Figura 91. Fotografía de C/ San Vicente Mártir, 166 (Valencia). Manchas evidentes de filtraciones de agua.

Como se muestra en la figura 91, si de por si una ausencia o deficiencia en la impermeabilización del balcón puede provocar daños importantes como hemos visto en patologías anteriores, la existencia de este tipo de empotramientos empeora aun si cabe bastante más esta falta de estanqueidad. En dicha imagen se pueden ver manchas evidentes de filtraciones de agua a pesar de disponer del pertinente goterón.

Como se muestra en la figura 92, estas filtraciones, entre otras cosas, han inducido a una corrosión de las armaduras del zuncho de forjado más rápida. Así mismo, ha provocado que los frentes de balcones se encuentren en un estado avanzado de daño por corrosión de estas armaduras habiendo provocado numerosos desprendimientos a la vía pública.



Figura 92. Fotografía de C/ San Vicente Mártir, 166 (Valencia). Cara inferior de losa de balcón con filtraciones. Armaduras de zuncho perimetral corroídas y recubrimientos estallados.

3.3.3. Humedades por capilaridad en elementos constructivos en contacto con el terreno.



Figura 93. Fotografía de Santo Domingo El Sabio, 43. Humedades de capilaridad en zaguán.

Descripción:

Las humedades por capilaridad ocasionan un aumento insalubre del nivel de humedad ambiental, así como la presencia de hongos y bacterias dañinos para la salud. Pueden tener como consecuencias problemas de asma y respiratorios, irritación en los ojos, dolores musculares, cansancio y fallos en el sistema nervioso central. Uno de los hongos más habituales es el *Aspergillus*, del cual podemos encontrar cerca de 900 especies diferentes. Aunque las más habituales son sobre unas 18.

Las humedades ocasionan también manchas en los soportes, aparición de sales (eflorescencias y criptoeflorescencias) que en el caso de las criptoeflorescencias puede provocar la meteorización de pinturas, enlucidos y enfoscados. Así mismo causa la expulsión de los enfoscados y enlucidos de su soporte. En las estructuras de hormigón favorecen la carbonatación del hormigón y la corrosión de las armaduras con los consiguientes daños posteriores. Bajo determinadas circunstancias puede provocar también la meteorización de los ladrillos.



Figura 94. Hongo *Aspergillus Níger*.
Fuente: Fakolith Chemical Systems.

Posibles causas:

- Existencia de agua en el subsuelo (líquida o en forma de vapor) (causa inmediata).
 - Pérdidas de redes de saneamiento.
 - Pérdidas en red de suministro de agua.
 - Acequias o colectores sin conducir o dañados.
 - Corrientes subterráneas.

- Ausencia de impermeabilización respecto del terreno (causa inmediata).
- Existencia de fisuras y grietas (causa inmediata).
- Existencia de ambientes saturados (causa inmediata).
- Ausencia de enfoscados transpirables (causa promotora).

Diagnóstico:

Para que se dé la humedad por capilaridad el elemento constructivo debe de estar en contacto con el terreno y este debe de tener un contenido determinado de agua ya sea en forma de vapor o de forma líquida. El agua líquida penetra en la red capilar del elemento constructivo y por la tensión capilar de sus poros (a menor diámetro capilar mayor ascensión) asciende por el elemento constructivo hasta una determinada altura de equilibrio. El vapor de agua asciende por la red capilar del elemento constructivo por su mayor ligereza respecto del aire. Así mismo la existencia d un potencial eléctrico existente entre el edificio y el terreno implica que los electrones circulantes desde el terreno hacia el edificio transportan consigo partículas de agua que consecutivamente van depositándose en el elemento constructivo. Una vez el agua entra en el elemento constructivo la tendencia habitual es a evaporarse conforme este y en donde este encuentra las condiciones apropiadas para su evaporación. Cuando la velocidad de migración del agua hacia las capas exteriores del elemento constructivo es mayor que la velocidad de evaporación, las sales solubles que porta el agua cristalizarán en la superficie del paramento originando manchas blancas. Cuando la velocidad de migración del agua es inferior a la velocidad de evaporación, esta última se producirá en capas internas del paramento originando criptoeflorescencias que ocasionan habitualmente la meteorización de los materiales donde se produce. Si la velocidad de

migración de un revestimiento superpuesto a otro es inferior a la velocidad de migración de su inmediato sobre el que se yuxtapone se producirá una presión hidrostática sobre el yuxtapuesto que puede originar la separación de ambos en su interfase y el desprendimiento final.

Estudios complementarios:

- Catas para determinación de soluciones constructivas.
- Inspección de redes de saneamiento y suministro de agua.
- Determinación del nivel freático.
- Mapa higrométrico de los paramentos afectados.
- Extracción de muestras.
- Test higrométrico eléctrico.

Principios de intervención:

Básicamente contra la humedad por capilaridad podemos actuar de estas cinco formas genéricas y por este orden; eliminar el agua; evitar el contacto entre el elemento constructivo y el agua; impedir la absorción de agua del elemento constructivo; facilitar el secado del elemento constructivo; y tapar los síntomas de la humedad.

Si bien, mayoritariamente se opta por la última solución, no por su mejor resultado sino por su mayor economía. En realidad, no es recomendable dicha solución porque no se actúa sobre el origen del problema.

Lo recomendable sin duda es actuar de forma íntegra en varias, por lo menos dos de las opciones.

Sin duda alguna, la primera sobre la que deberíamos intervenir es sobre la eliminación del agua. No obstante, puede ser que no esté en nuestra mano o que sea técnica o económicamente inviable. Pero si el eliminar

el agua pasa tan solo por reparar redes de saneamiento, distribución de agua, conducciones enterradas, etc, sin duda alguna deberíamos acometer dicha intervención para actuar sobre uno de los orígenes de la patología. También hay que tener especial cuidado en este aspecto en lo referente al pavimentado de zonas contiguas ya que se suele optar por la elección de pavimentos totalmente impermeables y no transpirables al vapor de agua lo cual es en realidad contraproducente, ya que impediremos el desecamiento natural del terreno por la acción del sol y por tanto la humedad del terreno será superior y por consiguiente superiores las humedades por capilaridad. Como alternativa a esto se debe optar por la pavimentación con elementos ciertamente impermeables por lo menos en gran parte de su superficie y capaces de conducir el agua por escorrentía a las redes de saneamiento, pero altamente transpirables para garantizar el desecado del terreno por la acción del sol.

Cuando no podemos garantizar la ausencia de agua debemos optar por impedir el contacto de esta con el elemento constructivo mediante una impermeabilización, tanto perimetral como inferior a solera. Dicha actuación será bastante limitada en la intervención de un edificio construido por las evidentes limitaciones técnicas de acceso a todas las partes a impermeabilizar por lo que no suele ser una técnica habitual de intervención. En muros pantalla podemos actuar dentro de esta línea mediante la inyección desde el interior de resinas hacia la cara exterior del muro de hormigón.

Puesto que la vía de evitar el contacto del agua con el elemento constructivo habitualmente tiene bastantes limitaciones, se suele optar por la intervención a nivel de impedir la absorción del agua por parte del elemento constructivo o por la vía de facilitar el secado.

La forma más común de impedir la absorción es mediante la interposición en el elemento constructivo de un material impermeable. Esta técnica no es aplicable a un elemento estructural de hormigón armado. Se puede aplicar sobre obras de fábrica o mampostería. La más común utilizada en la edificación residencial (aunque en casos muy puntuales) es la inyección de resinas de forma lineal para constituir una barrera impermeable en el interior de la fábrica. Existe otras formas de impedir la absorción del agua del elemento constructivo y que pueden ser aplicada a elementos constructivos, entre ellas y por su gran nivel de implantación cabe destacar la electroósmosis activa y la electroósmosis pasiva.

La electroósmosis activa actúa mediante la inversión del potencial eléctrico natural de ascensión hacia el edificio mediante la inducción de corriente eléctrica en los electrodos previamente introducidos en la fábrica y en el terreno. Al invertir el potencial eléctrico se evita la ascensión de parte de las partículas de agua y por consiguiente parte de la humedad por capilaridad (se trata de un sistema ampliamente avalado por la experiencia y se puede garantizar una reducción considerable del contenido de humedad de los elementos constructivos). Su coste, a pesar de su simplicidad tecnológica, suele ser bastante elevado. La electroósmosis pasiva basa sus principios en la modificación del campo electromagnético por lo que no requiere de cableado para su funcionamiento, no obstante, su implantación es mucho más novedosa que la anterior y sus garantías de funcionamiento también.

Por último y no menos importante tendríamos la vía de facilitar el secado. Para ello, y por sentido común, se deberá garantizar una adecuada ventilación de las estancias donde se estén produciendo las humedades por capilaridad. En segundo lugar, deberán disponerse de

revestimientos de los paramentos de los elementos constructivos afectados con un alto nivel de permeabilidad al vapor de agua, siendo a su vez impermeables y a ser posibles inhibidores a la formación de sales y microorganismos. Los revestimientos en base a cemento son justamente lo más contraindicado a tales prescripciones a excepción de sus cualidades impermeables y resistentes. Para poder garantizar dichas cualidades trataremos de utilizar morteros en base cal, y a ser posible cal hidráulica natural sin adiciones más allá de puzolanas naturales y pigmentos en su caso. Existen también multitud de morteros predosificados preparados ya con las adiciones necesarias para cumplir dichas funciones entre otras aireantes que originan morteros de mayor porosidad con el objetivo de aumentar la velocidad de migración del agua. No obstante, habitualmente las composiciones de dichos morteros no son conocidas por los usuarios y su comportamiento a largo plazo no ha sido contrastado. Los morteros de cal hidráulica natural se vienen utilizando desde hace siglos mostrando sus valiosas bondades lo que le hace un material que a la vez de clásico y noble aporta un comportamiento excepcional ante la humedad por capilaridad.

Visto todo lo cual recalcar que lo recomendable como principios de intervención por su posibilidad ejecutiva y adecuado funcionamiento pasa por eliminar en la medida de lo posible el agua del terreno sobre el que apoyan los elemento, impedir la absorción de agua por parte de este mediante sistemas de electroósmosis activa (o cámaras “bufa”, favoreciendo la evaporación en un nivel inferior) y por último facilitando la evaporación con revestimientos altamente permeables al vapor de agua.

Caso de ejemplo: C/ Santo Domingo El Sabio 43 (Valencia)

En la figura 93, podemos ver como una actuación desafortunada de sustitución de la acometida de agua del edificio ha provocado filtraciones continuas de agua al terreno que ha conllevado un aumento de la humedad del mismo y una consiguiente patología por humedad capilar en los paramentos verticales de cerramientos y particiones de planta baja.

Esta humedad por capilaridad, aparte del aumento considerable de la humedad relativa ambiental del zaguán, ha supuesto la desintegración de los enlucidos y enfoscados en las partes más bajas de las fábricas.

En este caso particular sería suficiente con la reparación de la acometida, el alumbramiento de las fábricas para facilitar su desecación natural mediante el picado de revestimientos y tras un periodo de desecado de las fábricas su revestimiento posterior, a ser posible con revestimientos altamente transpirables para facilitar la posible humedad residual.

3.4. Deficiencias en Instalaciones.

3.4.1. Pérdidas de las redes de saneamiento enterradas.

Descripción:

Las pérdidas por roturas o conducciones deficientes de las redes de saneamiento horizontal conllevan el aumento del contenido de humedad del terreno con el consiguiente proceso de humedades por capilaridad descrito en la patología anterior.

Posibles causas:

- Construcción deficiente.
- Asientos diferenciales del edificio.
- Fin de vida útil de las conducciones.
- Atascos, uso inadecuado.
- Falta de mantenimiento adecuado.
- Operaciones de limpieza inapropiadas.
- Aplastamientos.

Diagnóstico:

El paso del tiempo afecta progresivamente y especialmente a las uniones de las conducciones. La falta de mantenimiento provoca que en ocasiones las conducciones tengan que trabajar a sección plena facilitando con ello las filtraciones al terreno a través de las juntas deterioradas. La realización de determinadas obras o trabajos puede deteriorar la integridad de las conducciones. Así mismo, los posibles asientos diferenciales o completos del edificio pueden provocar la rotura de las mismas.

El alto contenido en sulfatos y nitratos de estas aguas, propicia tanto la cristalización de estas y posterior meteorización de los materiales sobre los que cristaliza, hasta la formación de ácidos atacan químicamente el acero provocando su corrosión.

Estudios complementarios:

- Prospección de conducciones con cámara oscilo-giratoria robotizada CCTV.
- Pruebas de presión-estanqueidad.
- Catas.

Principios de intervención:

De forma genérica se suele optar por una sustitución integral de la red de saneamiento. No obstante, esta actuación suele suponer un desembolso considerable motivado especialmente por las obras afectadas para realizar los trabajos. Supone la realización de zanjas (trabajos altamente sucios) en locales comerciales de planta baja que, con mucha probabilidad se encuentren ocupados por algún tipo de comercio. Suponen el movimiento de mobiliario, enseres, maquinarias, etc... así como el levantado masivo de pavimentos. Prácticamente en la totalidad de casos los costes de demolición y reposición de estas obras son muy superiores a los costes de sustitución de la red de saneamiento.

Es por este motivo que cabe considerar otras alternativas que, en determinadas ocasiones, pueden suponer un gran beneficio respecto del método tradicional. Entre estos métodos nos encontramos con sistemas de rehabilitación de tuberías de saneamiento sin apertura de zanja como es el sistema de manga continua. El sistema introduce una manga de fibra de vidrio y resina epoxy continua impregnada exteriormente con

resina epoxy para adherirse a la tubería existente mediante polimeración por vapor de agua a presión. La manga se introduce revertiéndose sobre si misma sobre la tubería existente con ayuda de aire a presión. El sistema no requiere la apertura continua de zanja, pero si la apertura puntual de catas para la introducción y conexionado del sistema.

Caso de ejemplo: C/ Cuba 65 (Valencia)



Figura 95. Fotografía de C/ Cuba 65 (Valencia), fachada principal.

En el caso presentado se evidencian síntomas de pérdidas en las redes de saneamiento por aparición de manchas contundentes de humedad en varias zonas del zaguán y los bajos comerciales según se muestra en la figura 96.



Figura 96. Fotografía de C/Cuba 65 (Valencia). Manchas de humedad en zaguán.

En este caso en particular, dichas humedades por capilaridad, aparentemente derivas de las infiltraciones al terreno de aguas provenientes de las redes de saneamiento, estaban provocando de forma evidente daños en los revestimientos de yeso y cemento, así como el desprendimiento de aplacados de piedra natural en el zaguán e índices de humedad relativa ambiental considerablemente elevados. A nivel estructural no llegaban a manifestarse de forma evidente daños de consideración.

Capítulo 4.

Conclusiones.

La dejadez por parte de las administraciones valencianas en el control del cumplimiento del deber de conservación por parte de los propietarios de los edificios, del deber de realización de las inspecciones técnicas de la edificación de obligado cumplimiento, del control del cumplimiento de los resultados de las Inspecciones Técnicas del Edificio, de la falta de concienciación de los propietarios en el correcto mantenimiento de los mismos, del sacrificio de la calidad de las intervenciones en pro de la bajada de los precios a niveles no soportables para unas calidades aceptables, de la falta de formación de muchos técnicos en materia de rehabilitación de edificios, de las presiones sufridas por otros para la realización de proyectos a la medida de las soluciones de los clientes (a pesar de las consecuentes responsabilidades), del bajo nivel de profesionalización de la mano de obra empleada, de la devastadora crisis que afecta a día de hoy y ya durante varios años nuestro país, de las escasas ayudas públicas a la rehabilitación de edificios y burocratización excesiva de las existentes, ha llevado al parque de viviendas de nuestra comunidad a un estado casi definible como de abandono.

Son muy escasas las comunidades que cumplen con el requisito legal de pasar la ITE cuando procede ya que no existe un mecanismo de control que pueda velar por su cumplimiento. Así mismo, cuando se pasan, o cuando existe un requerimiento por parte del Ayuntamiento de

intervenir en un determinado inmueble, estas intervenciones se demoran años por falta de financiación.

Cuando los propietarios deciden y toman la decisión de intervenir en alguno de los edificios, los procesos hasta el comienzo de la obra suelen oscilar entre dos y diez años, principalmente debido a motivos de financiación.

Los edificios requieren de unas inspecciones y un mantenimiento permanente para que sus patologías puedan ser detectadas a la mayor rapidez posible y con ello disminuir el daño producida por esta y por consiguiente su coste final de reparación o retención del proceso.

Esa concienciación por parte de los propietarios y la Administración especialmente, queda muy lejos de la realidad de la rehabilitación en la Comunidad Valenciana.

Ello implica que veamos cómo se repiten una y otra vez los mismos problemas. Las mismas acumulaciones de patologías, una desencadenando la siguiente, y en la gran mayoría de casos siguiendo un patrón preestablecido. Es desesperante ver cómo, debido fundamentalmente a las dificultades de financiación, los propietarios optan siempre por soluciones que la experiencia ha demostrado ineficaces y caras a medio plazo, por ser estas económicas en el corto plazo.

Ha quedado claro en el trabajo como el origen de la gran mayoría de patologías de una u otra forma se encuentra implicada el agua, ya sea en forma de ascensión capilar, infiltraciones, condensaciones, etc. Es por ello que, cualquier proyecto de rehabilitación debería tener en cuenta

este aspecto en sus múltiples variables para dar una solución adecuada en el origen.

Esto quiere decir, que si intervenimos en fajones de fachada deberemos asegurarnos de la estanqueidad de los balcones, porque de lo contrario, la patología aparecerá en un periodo muy breve.

Así mismo, en las actuaciones de reparación de daños por humedades de capilaridad debemos de optar por alguna de las múltiples soluciones para evitar que el agua continúe humedeciendo pilares, cerramientos y tabiquerías.

Recordar también la importancia de los sistemas de protección catódica ante la presencia de corrosión en elementos metálicos estructurales. Y los adecuados sistemas de protección en modo de barrera de los elementos metálicos ya sean estos estructurales o no.

Recalcar también el riesgo latente existente originado por la pérdida de la tensión del pretensado en los forjados de viguetas pretensadas en determinados forjados que, especialmente se encuentran expuestos a esta patología por encontrarse ejecutados en fechas donde la normativa existente no especificaba los requerimientos actuales de los forjados y por consiguiente nos podíamos encontrar con casos en los que la resistencia del forjado se delegase por completo a la adherencia entre el acero y el hormigón de las viguetas.

También es de considerar este efecto en las viguetas que la carbonatación haya propiciado la corrosión de las armaduras y por consiguiente mermado la adherencia de estas al hormigón.

Capítulo 5.

Referencias Bibliográficas.

Real Decreto 233/2013 de 5 de abril, por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación y la regeneración y renovación urbanas, 2013-2016.

Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.

Autorización de Uso de los sistemas de forjados y estructuras, 1966.

Autorización de Uso de los sistemas de forjados y estructuras, 1988.

Cálculo, construcción y patología de forjado de edificación, INTEMAC, 1998.

Código Técnico de la Edificación, 2013.

Duplex Systems, Hot dip Galvanizing plus Painting, J.FH. Van Eijnsbergen, Elsevier, 1994.

H. David Medina Luzardo, O. Troconis de Rincón y M. Fernández de Romero. Efecto del uso de ánodos de Al-Zn-In en la fragilidad por hidrógeno del acero de alta resistencia empleado en estructuras de concreto pretensado. Univ. Zulia, 2008.

N. Romero, O. De Rincón, M. Sánchez, A. Rincón, V. Milano, D. Linares, O. Salas y M. Serrano. Evaluation of duplex coatings systems in tropical marine environments. Rev. Tec. F.I. Univ. Zulia, 2007

Fabricación y suministro de hormigón preparado, 1978.

Hormigón Estructural EHE-08, Ministerio de Fomento, 2008.

I. Cabanelas, A. Collazo, M. Izquierdo, X.R. Nóvoa y C. Pérez. Influence of galvanised surface state on the duplex system behavior. Corrosion science, vol 49, 2007.

R. Talero Morales, F. Triviño Vázquez, J. Palacios de María, F. Félix Díaz García. La "Aluminosis" del cemento aluminoso o un término nuevo para una clásica enfermedad - Vol. 39, nº216 Materiales de Construcción. ICCET/CSIC, 1989.

J.M. Atienza, J. Ruiz-Hervías, L. Caballero y M. Elices. Mejora del comportamiento a corrosión bajo tensión de los alambres pretensados. Anales de Mecánica de la Fractura, Vol. 22 (2005) 394-399.

Pérdidas de la fuerza del pretensado, UNED, 2008.

Pintado sobre galvanizado, Asociación Técnica Española en Galvanización, ATEG, 2012

Piñeiro Martínez de Lecea, R. Gutiérrez Jiménez, J.P. Asenjon Monjín. Procesos patológicos frecuentes en edificación. Casos de estudio. ICCET/CSIC, 2008.

Protección efectiva del acero en ambiente de alta corrosividad, Asociación Venezolana de Galvanizadores, AVGAL, 2008

Proyecto y ejecución de forjados unidireccionales de hormigón EF-88, 1988

Proyecto y ejecución de forjados unidireccionales de hormigón EF-96, 1996

Proyecto y ejecución de las estructuras metálicas, hormigón armado y forjados de ladrillo armado, 1988

Proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado EH-68, 1968

Proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado EH-73, 1973

Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón pretensado EP-77, 1977

Sistemas especiales de forjados para la edificación, 1962

UNE-EN ISO 12944-Pinturas y barnices – Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores, Aenor, 1999-2008

UNE-EN ISO 13438-Pinturas y Barnices. Recubrimientos orgánicos en polvo para productos de acero galvanizado o sheradizados, empleados en la construcción, Aenor, 2007

UNE-EN ISO 1460-Recubrimientos metálicos, recubrimientos de galvanización en caliente sobre metales ferrosos. Determinación de la masa por unidad de superficie, Aenor, 1992

UNE-EN ISO 1461-Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero, especificaciones y métodos de ensayo, Aenor, 2010

UNE-EN ISO 14713-Directrices y recomendaciones para la protección frente a la corrosión de las estructuras de hierro y acero. Recubrimientos de cinc, Aenor, 2011

UNE-EN ISO 8501-Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies, Aenor, 2002-2008

UNE-EN ISO 8503-Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos afines. Características de rugosidad de los sustratos de acero chorreados, Aenor, 2006-2012

Vida útil y propiedades de las superficies galvanizadas por inmersión en caliente revestidas con pinturas líquidas y en polvo, W.D. Schultz, Instituto Dresden, Alemania, 2005

Capítulo 6.

Índice de Figuras

Tabla 1. Listado de deficiencias de conservación del edificio.

Fuente: Anexo II Informe Evaluación del Edificio del RD 233/2013 de 5 de abril.....Pag. 10

Tabla 2. Listado de inmuebles estudiados.

Fuente: Elaboración propia.Pag. 16

Figura 1. Gráfica de porcentajes por grupos de deficiencias.

Fuente: elaboración propia.Pag. 22

Figura 2. Gráfica de porcentajes en grupo de Deficiencias en Cimentación.

Fuente: elaboración propia.Pag. 23

Figura 3. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Estructura Vertical.

Fuente: elaboración propia.Pag. 24

Figura 4. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Estructura Horizontal.

Fuente: elaboración propia.Pag. 26

Figura 5. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Estructura Cubierta.

Fuente: elaboración propia.Pag. 28

Figura 6. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Estructura Escaleras.

Fuente: elaboración propia.Pag. 29

Figura 7. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Cerramientos Verticales: Fachadas, Medianerías y Huecos. Fuente: elaboración propia.Pag. 30

Figura 8. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Acabados de Fachada. Fuente: elaboración propia.Pag. 31

Figura 9. Gráfica de porcentajes de Deficiencias Carpintería Exterior y Acristalamiento. Fuente: elaboración propia.Pag. 32

Figura 10. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Elementos Adosados a Fachada, Otros Elementos de Fachada y Otras Deficiencias. Fuente: elaboración propia.Pag. 32

Figura 11. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Azoteas y Cubiertas Planas. Fuente: elaboración propia.Pag. 33

Figura 12. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Cubiertas Inclinas. Fuente: elaboración propia.Pag. 34

Figura 13. Gráfica de porcentajes de Deficiencias en Otros Elementos de Cubierta. Fuente: elaboración propia.Pag. 34

Figura 14. Gráfica de porcentajes en grupo de Deficiencias en Instalaciones Comunes del Edificio. Fuente: elaboración propia.Pag. 35

Figura 15. Fotografía de Mancomunidad Amparo Iturbi 32 (Valencia). Zunchos de forjado y petos de hormigón armado en voladizos carbonatados.Pag. 41

Figura 16. Fotografía de C/Pianista Amparo Iturbi 32 (Valencia). Fachada norte.Pag. 46

Figura 17. Fotografía de C/Pianista Amparo Iturbi 32 (Valencia). Fachada sur.Pag. 47

Figura 18. Fotografía de C/Pianista Amparo Iturbi 32 (Valencia). A vista de pájaro.....Pag. 47

Figura 19. Fotografía C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals). Armadura corroída en vigueta con recubrimientos carbonatados.....Pag. 49

Figura 20. Fotografía C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals). Fachada.....Pag. 52

Figura 21. Fotografía C/ Prolongación Vicente Cardona s/n (Paterna), Vigueta de cemento aluminoso "convertido" y armaduras corroídas con recubrimientos de las mismas desaparecidos en su mayor parte.Pag. 53

Figura 22. Fotografía C/Divino Maestro 5 (Alboraya).Pag. 58

Figura 23. Fotografía C/Divino Maestro 5 (Alboraya). En primer plano vigueta de borde de voladizo completamente desintegrada con armaduras "volando al viento". Al fondo niños jugando en la guardería inmediata inferior.Pag. 58

Figura 24. Fotografía C/ Picaña 20 (Torrente). Fisuraciones en zuncho de forjado de cubierta en patio interior por estallido de recubrimientos provocados por la corrosión de sus armaduras.Pag. 59

Figura 25. Fotografía C/ Picaña 20 (Torrente). Niño jugando en la misma vertical y a cota cero donde se encontraba la cornisa con riesgo inminente de desprendimiento de la figura 24.....Pag. 60

Figura 26. Dilatación del acero promovida por la humedad ambiente infiltrada a través de los poros o fisuras del hormigón. Oxidación.Pag. 62

Figura 27. Fotografía de detalle de conexión de ánodo en forma de revestimiento exterior de aleación de Aluminio-Zinc-Indio.Pag. 66

Figura 28. Fotografía de aplicación de ánodo de sacrificio Aluminio-Zinc-Indio.Pag. 67

Figura 29. Fotografía de malla de titanio activado MMO ELGARD de CORRPRO.....Pag. 68

Figura 30. Fotografía de ánodo de malla de Titanio para corriente impresa encapsulado con hormigón proyectado.Pag. 69

Figura 31. Fotografía de C/ Mediterráneo 1 (Alaquas), vista inferior de balcones. Vista general de concentraciones de sales solubles cristalizadas en la interfase entre enfoscado y pintura.Pag. 71

Figura 32. Fotografía de C/ Mediterráneo 1 (Alaquas), vista de detalle de las manchas de humedades por filtraciones y la concentración cristalina.Pag. 72

Figura 33. Fotografía de C/ Mediterráneo 1 (Alaquas), vista general de manchas por filtraciones con adiciones de aguas sobrantes de riego. Contenidos de material biológico con consiguientes infestaciones de microorganismos.Pag. 72

Figura 34. Fotografía de C/ Mediterráneo 1 (Alaquas), detalle del pavimento recrecido del balcón que ha supuesto el taponamiento de la libre escorrentía del agua de lluvia. Detalle de las medidas adoptadas por la propiedad para minimizar los efectos.Pag. 73

Figura 35. Fotografía de C/ Mediterráneo 1 (Alaquas), Fisuraciones en zuncho de forjado. Aparentemente coincidentes con la interfase entre hormigón viejo y nuevo de la reciente reparación.Pag. 73

Figura 36. Fotografía de C/ Matías Perello 17, (Valencia). Estallidos de voladizos por corrosión de viguetas metálicas.Pag. 76

Figura 37. Fotografía de C/ Matías Perelló 17 (Valencia). Termografía de infrarrojos con fusión sobre espectro visible, zonas claramente diferenciadas de menor temperatura que pueden indicar filtraciones de agua a través de fisuras y grietas en la impermeabilización del balcón.Pag. 83

Figura 38. Fotografía de C/ Matías Perelló 17 (Valencia). Termografía de infrarrojos con fusión sobre espectro visible, zonas claramente diferenciadas de menor temperatura que pueden indicar filtraciones de agua a través de fisuras y grietas en la impermeabilización del balcón.Pag. 84

Figura 39. Fotografía de Mancomunidad Amparo Iturbi 32 (Valencia). Pilar de planta anexo a zona de riego continuo y expuesto a la lluvia por azote lateral.

Armaduras tanto transversales como verticales seccionadas. Grietas de estallido superiores a 10mm de espesor.Pag. 85

Figura 40. Fotografía de Mancomunidad Amparo Iturbi 32 (Valencia). Detalle de la grieta de la figura 39. Áridos seccionados limpiamente por la grieta, labios de la misma angulosos y superficies de despegue no pulvulentas, todo lo cual indica una resistencia alta del hormigón y unas tensiones importantes de tracción para llegar al estado actual.Pag. 85

Figura 41. Fotografía de Mancomunidad Amparo Iturbi 32 (Valencia). Marquesina calada en patio interior. Se observa como los pilares de apoyo externos se encuentran expuestos por completo a los agentes atmosféricos y carecen de ningún tipo de protección frente a la carbonatación y penetración de la humedad.Pag. 94

Figura 42. Fotografía Mancomunidad Amparo Iturbi 32 (Valencia). Muestra de armadura de pilar.Pag. 95

Figura 43. Fotografía Mancomunidad Amparo Iturbi 32 (Valencia). Estado de armadura longitudinal y transversal.Pag. 96

Figura 44. Fotografía de C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals), colapso de forjado de viguetas pretensadas (año de construcción 1.971) concatenando el colapso del forjado inmediatamente inferior.Pag. 97

Figura 45. Fotografía de C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals). Detalle de vigueta de los forjados colapsados.Pag. 102

Figura 46. Fotografía de C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals). Flecha de viguetas.Pag. 103

Figura 47. Fotografía de C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals), Fisura por rotura de hormigón traccionado.Pag. 104

Figura 48. Fotografía de C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals). Vista general apoyo del forjado.Pag. 105

Figura 49. Fotografía de C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals). Detalle capa de compresión.Pag. 106

Figura 50. Fotografía de C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals). Desagüe bañera con pérdidas sobre vigueta.Pag. 106

Figura 51. Fotografía de C/ Botanic Cavanilles 2 y 4 (Canals). Detalle rotura de forjado. Áridos sin rotura en la fractura del relleno de los riñones. No existe ningún tipo de armadura en la capa de compresión.Pag. 107

Figura 52. Fotografía de C/ Poeta Más Y Ros 5 (Valencia), Detalle de corrosión en barandilla de fachada en su unión con el montante. Rotura de anclaje por pérdida de sección resistente. Posible influencia en las tensiones de rotura por las dilataciones térmicas importantes por ausencia de juntas de dilatación.Pag. 109

Figura 53. Metalografía del corte de un recubrimiento obtenido por galvanización en caliente por procedimiento discontinuo.

Fuente: Asociación para la Promoción Técnica del Acero.Pag. 114

Figura 54. Mapa de España de velocidad de corrosión anual de zinc (Vzn en $\mu\text{m}/\text{año}$).

Fuente: Revista Metalurgia.Pag. 115

Figura 55. Mapa de España de velocidad de corrosión a largo plazo (15 años) de zinc (Vzn en μm).

Fuente: Revista Metalurgia.Pag. 115

Figura 56. Fotografía de C/ Poeta Más Y Ros 5 (Valencia), Detalle de corrosión en barandilla de fachada, doblado de barandel por escasa sección resistente residual.Pag. 117

Figura 57. Fotografía de C/ Poeta Más Y Ros 5 (Valencia). Infiltraciones en la cara inferior de la losa de balcón por anclajes empotrados en la cara superior...Pag. 118

Figura 58. Fotografía de Avda. del Norte, Edificio Sagitario, Mareny Blau (Sueca). Vista general.Pag. 121

Figura 59. Fotografía de Avda. del Norte, Edificio Sagitario, Mareny Blau (Sueca). Detalle de aplacados de piedra artificial.Pag. 122

Figura 60. Fotografía de Edificio Buenos Aires (Benidorm). Deterioro avanzado de zuncho de losa de balcón con riesgo inminente de desprendimiento de aplacados sobre la vía pública.Pag. 124

Figura 61. Fotografía de Edificio Buenos Aires (Benidorm). Vista general...Pag. 128

Figura 62. Fotografía de Edificio Buenos Aires (Benidorm). Vista de pájaro, se trata del edificio más esbelto de los cuatro que aparecen. Se aprecia la cercanía al mar y su disposición con respecto al entorno geográfico.Pag. 130

Figura 63. Fotografía de Edificio Buenos Aires (Benidorm). Detalle del chapado.Pag. 131

Figura 64. Fotografía de Edificio Buenos Aires (Benidorm). Cara inferior de una losa de balcón. Manchas evidentes de humedades por filtraciones. Se aprecian también los anclajes del perfil metálico dispuesto para contener la caída de las piezas prefabricadas.Pag. 132

Figura 65. Fotografía de San Juan de Rivera 34 (Aldaya). Patología de espectro de juntas junto con infestación de microorganismos por concentración y permanencia de la humedad.Pag. 133

Figura 66. Fotografía de C/ La Unión 5 (Quart de Poblet). Meteorización de la capa más externa del enfoscado base por ausencia de permeabilidad del revestimiento posterior conglomerado acrílico con triturado de mármol (granulite) y formación de criptoeflorescencias.Pag. 137

Figura 67. Fotografía de Av. Francia 15 (Valencia). Desprendimientos de enfoscado en fachada.Pag. 144

Figura 68. Fotografía de Av. Francia 15 (Valencia). Detalle de desprendimiento.Pag. 145

- Figura 69. Fotografía de Pza. Mayor 8, 9, 10, 11 y 12, Port Saplaya (Alboraya). Exfoliación de pinturas en fachada.Pag. 147*
- Figura 70. Fotografía de Pza. Mayor 8, 9, 10, 11 y 12, Port Saplaya (Alboraya), Desprendimiento de múltiples capas de pinturas por presión hidrostática negativa (y posibles criptoeflorescencias) originada por humedades capilares ascendentes.Pag. 149*
- Figura 71. Fotografía de Pza. Mayor 8, 9, 10, 11 y 12, Port Saplaya (Alboraya). Desprendimiento de múltiples capas de pinturas por presión hidrostática negativa y criptoeflorescencias originadas por humedades de infiltración.Pag. 151*
- Figura 72. Fotografía de C/ Gil Y Morte 2 (Valencia), pulverización de pintura por pérdida de las cualidades ligantes del aglutinante.Pag. 152*
- Figura 73. Fotografía de Pza. Mayor 8, 9, 10, 11 y 12, Port Saplaya (Alboraya). Meteorización de la superficie del enfoscado soporte.Pag. 156*
- Figura 74. Fotografía de Pza. Mayor 8, 9, 10, 11 y 12, Port Saplaya (Alboraya), pérdida de adherencia entre capas diacrónicas de pintura.Pag. 157*
- Figura 75: C/ Pio XXII 49 (Valencia), fachada este.....Pag. 159*
- Figura 76: C/ Pio XXII, 49 (Valencia). Fachada norte.Pag. 160*
- Figura 77: C/ Pio XXII 49 (Valencia), detalle de ventana en fachada este.Pag. 161*
- Figura 78: Av. Francia 15 (Valencia). Fachada oeste.Pag. 162*
- Figura 79: Av. Francia, 15 (Valencia). Detalle de fachada oeste.Pag. 163*
- Figura 80: Francia, 15 (Valencia). Fachada sur.Pag. 164*
- Figura 81: Poeta Más y Ros, 5 (Valencia). Puerta de zaguán.Pag. 165*
- Figura 82: Poeta Más y Ros, 5 (Valencia). Interior casetón.Pag. 166*

- Figura 83: Poeta Más y Ros, 5 (Valencia). Interior vivienda.Pag. 167*
- Figura 84: Av. Francia, 2 (Valencia). Fachada Norte Torre de Francia.Pag. 169*
- Figura 85. Fotografía de Mancomunidad Plaza Mayor 8, 9, 10, 11 y 12 de Port Saplaya (Alboraya)Pag. 170*
- Figura 86. Fotografía de Plaza Mayor 8, 9, 10, 11 y 12 de Port Saplaya (Alboraya). Vista de pájaro.Pag. 176*
- Figura 87. Alzados de Plaza Mayor 8, 9, 10, 11 y 12 de Port Saplaya (Alboraya).Pag. 178*
- Figura 88. Fotografía de C/ San Vicente Mártir 166 (Valencia). Cara superior de losa de balcón, montantes de barandilla empotrados en cara superior.Pag. 179*
- Figura 89. Fotografía de San Juan de Ribera 11 (Picassent). Barandilla anclada en cubierta de garaje.Pag. 182*
- Figura 90. Fotografía de C/ San Vicente Mártir 166 (Valencia), fachada principal.....Pag. 182*
- Figura 91. Fotografía de C/ San Vicente Mártir 166 (Valencia). Manchas evidentes de filtraciones de agua.Pag. 183*
- Figura 92. Fotografía de C/ San Vicente Mártir 166 (Valencia). Cara inferior de losa de balcón con filtraciones. Armaduras de zuncho perimetral corroidas y recubrimientos estallados.Pag. 184*
- Figura 93. Fotografía de Santo Domingo El Sabio 43. Humedades de capilaridad en zaguán.Pag. 185*
- Figura 94. Hongo Aspergillus Níger. Fuente: Fakolith Chemical Systems.Pag. 186*
- Figura 95. Fotografía de C/ Cuba 65 (Valencia), fachada principal.Pag. 195*
- Figura 96. Fotografía de C/Cuba 65 (Valencia). Manchas de humedad en zaguán.Pag. 196*