UNIVERSIDAD DE LEÓN

Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas

PROGRAMA DE DOCTORADO

Geología Ambiental y Aplicada: Recursos y Riesgos Geológicos

SUBSIDENCIA: EFECTOS SOBRE CONSTRUCCIONES Y MEDIDAS CORRECTORAS

TESIS DOCTORAL

D. Manuel Gómez Martínez

Curso 2013/14

UNIVERSIDAD DE LEÓN

Departamento de Tecnología Minera, Topográfica y de Estructuras

Área de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras

**SUBSIDENCIA: EFECTOS SOBRE
CONSTRUCCIONES Y MEDIDAS
CORRECTORAS**
(SUBSIDENCE: ITS EFFECTS ON
CONSTRUCTIONS AND CORRECTIVE MEASURES)

D. Manuel Gómez Martínez

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Ingeniero de Minas

D. Bernardo Llamas García

(*Director de Tesis*)
Doctor Ingeniero de Minas

D. Bernardo Llamas Moya

(*Codirector de Tesis*)
Doctor Ingeniero de Minas

D. José Vallepuga Espinosa

(*Codirector de Tesis*)
Doctor Ingeniero Industrial

A mi abuelo, D. Francisco Martínez Rebollo, por su estímulo permanente para seguir creciendo intelectual y emocionalmente.

A mi madre, Dña. Virginia Martínez Jiménez, por su amor inquebrantable.

A mi padre, D. Juan Antonio Gómez González, por sus consejos.

A mi Director de Tesis, D. Bernardo Llamas García, por su asesoramiento y predisposición incondicional en aclarar todas mis dudas.

A mi compañero, Juan Carlos Ramos Rodríguez, por su valiosa colaboración y amistad.

A todos mis seres queridos, familiares y amigos, por ayudarme siempre a conseguir lo que más me conviene.

Hoy soy, igracias a todos vosotros!, un joven con muchas ganas de seguir aprendiendo y que recuerda cada vez más aquella famosa frase de W. Churchill: "Muchas son las horas preciosas que la juventud malgasta en escalar la escarpada y encumbrada cima del saber".

INFORME DEL DIRECTOR DE LA TESIS DOCTORAL

El Doctor D. Bernardo Llamas García, como Director de la Tesis Doctoral titulada "Subsidencia: Efectos sobre construcciones y medidas correctoras" realizada por D. Manuel Gómez Martínez, en el Departamento de Tecnología Minera, Topográfica y de Estructuras (Área de Conocimiento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras), informa favorablemente de la misma, dado que reúne las condiciones necesarias para su entrega y su defensa.

León, Noviembre 2013.

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN: RESUMEN10

CAPÍTULO II: ANTECEDENTES.....12

CAPÍTULO III: JUSTIFICACIÓN.....14

CAPÍTULO IV: ESTADO DEL ARTE16

1. ACLARACIONES.....18
2. PREÁMBULO.....19
3. EVOLUCIÓN CRONOLÓGICA.....20
 - 3.1 S. XIX – Finales de la Segunda Guerra Mundial.....20
 - 3.2 Después de la Segunda Guerra Mundial - Presente.....27

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES42

1. CONCEPTOS GENERALES.....43
2. EXPLOTACIONES MINERAS44
 - 2.1 Efectos en superficie sobre estructuras próximas44
 - 2.2 Daños por Subsidencia46
 - 2.3 Deformaciones horizontales. Modelo de Neuhaus48
 - 2.4 Daños debidos a las deformaciones horizontales51
 - 2.5 Tabla daños por Subsidencia52
3. TÚNELES54
 - 3.1 Equilibrio suelo - estructura54
 - 3.2 Movimientos originados por la excavación: cubeta de asientos55
 - 3.3 Parámetros de daño en las estructuras57
 - 3.4 Ejemplo de aplicación: método semiempírico de Madrid58

CAPÍTULO VI: MEDIDAS CORRECTORAS.....61

1. MEDIDAS SOBRE EXPLOTACIONES MINERAS63
 - 1.1 Macizos de protección.....67
 - 1.2 Operaciones de explotación.....68
 - 1.2.1 *Extracción parcial*.....68
 - 1.2.2 *Relleno*69
 - 1.2.3 *Avance rápido*.....69
 - 1.2.4 *Geometrías de explotaciones especiales en tajos. Ejemplo orientación de frentes*70
 - 1.3 Normativa: efectos en superficie, estructuras71
2. MEDIDAS SOBRE TÚNELES: TRATAMIENTOS DEL TERRENO.....77
 - 2.1 Inyecciones por presión79

2.2 Inyecciones por velocidad (Jet-Grouting)	80
2.3 Otros: congelación del terreno, inyecciones armadas e inyecciones de compensación.....	81
3. AUSCULTACIÓN.....	83
3.1 Instrumentación	84
4. REFUERZO DE ESTRUCTURAS	89
4.1 Precauciones estructurales	90
4.1.1 <i>Estructuras nuevas</i>	90
4.1.2 <i>Estructuras existentes</i>	95

CAPÍTULO VII: PROPUESTA DE MODELIZACIÓN DE LA SUBSIDENCIA.....97

1. ZONA DE TRABAJO	98
2. PRIMER PERIODO. VALORACIONES PREVIAS (Hasta 1989)	99
2.1 Antecedentes	99
2.2 Introducción/Metodología.....	100
2.3 Trabajos realizados	101
2.3.1 <i>Situación de los edificios</i>	101
2.3.2 <i>Plano</i>	102
2.3.3 <i>Observaciones</i>	103
2.4 Datos de interés y reportaje fotográfico	104
2.4.1 <i>Edificio nº 1</i>	104
2.4.2 <i>Edificio nº 2</i>	108
2.4.3 <i>Edificio nº 3</i>	112
2.4.4 <i>Edificio nº 4</i>	114
2.4.5 <i>Edificio nº 5</i>	123
2.4.6 <i>Edificio nº 6</i>	130
2.4.7 <i>Edificio nº 7</i>	133
2.4.8 <i>Edificio nº 8</i>	142
2.4.9 <i>Edificio nº 9</i>	149
2.4.10 <i>Edificio nº 10</i>	152
2.4.11 <i>Edificio nº 11</i>	153
2.4.12 <i>Edificio nº 12</i>	155
2.4.13 <i>Edificio nº 13</i>	157
2.4.14 <i>Edificio nº 14</i>	159
2.4.15 <i>Edificio nº 15</i>	161
2.4.16 <i>Edificio nº 16</i>	163
2.4.17 <i>Edificio nº 17</i>	166
2.4.18 <i>Edificio nº 18</i>	169
2.4.19 <i>Edificio nº 19</i>	172
2.4.20 <i>Edificio nº 20</i>	177
2.4.21 <i>Edificio nº 21</i>	180
2.4.22 <i>Edificio nº 22</i>	183
2.4.23 <i>Edificio nº 23</i>	187
2.4.24 <i>Edificio nº 24</i>	190
2.4.25 <i>Edificio nº 25</i>	192
2.4.26 <i>Edificio nº 26</i>	194
2.4.27 <i>Edificio nº 27</i>	200

2.4.28 Edificio nº 28	205
2.4.29 Edificio nº 29	206
2.4.30 Edificio nº 30	209
2.4.31 Edificio nº 31	211
2.4.32 Edificio nº 32	213
2.4.33 Edificio nº 33	216
2.4.34 Edificio nº 34	220
2.4.35 Edificio nº 35	222
2.4.36 Edificio nº 36	223
2.4.37 Edificio nº 37	226
2.4.38 Edificio nº 38	231
2.4.39 Edificio nº 39	236
2.4.40 Edificio nº 40	239
2.4.41 Edificio nº 41	241
2.4.42 Edificio nº 42	244
2.4.43 Edificio nº 43	246
2.4.44 Edificio nº 44	249
2.4.45 Edificio nº 45	254
2.4.46 Edificio nº 46	258
2.4.47 Edificio nº 47	261
2.4.48 Edificio nº 48	264
2.4.49 Edificio nº 49	265
2.4.50 Edificio nº 50	267
2.4.51 Edificio nº 51	272
2.4.52 Edificio nº 52	273
2.4.53 Edificio nº 53	277
2.4.54 Edificio nº 54	284
2.4.55 Edificio nº 55	286
2.4.56 Edificio nº 56	295
2.4.57 Edificio nº 57	297
2.4.58 Edificio nº 58	299
2.4.59 Edificio nº 59	304
2.4.60 Edificio nº 60	308
2.4.61 Edificio nº 61	310
2.4.62 Edificio nº 62	313
2.4.63 Edificio nº 63	315
2.4.64 Edificio nº 64	317
2.4.65 Edificio nº 65	320
2.4.66 Edificio nº 66	327
2.4.67 Edificio nº 67	329
2.4.68 Edificio nº 68	330
2.4.69 Edificio nº 69	334
2.4.70 Edificio nº 70	337
2.4.71 Edificio nº 71	340
2.4.72 Edificio nº 72	343
2.4.73 Edificio nº 73	345
2.4.74 Edificio nº 74	348
2.4.75 Edificio nº 75	349
2.4.76 Edificio nº 76	354

2.4.77 Edificio nº 77	357
2.4.78 Edificio nº 78	359
2.4.79 Edificio nº 79	360
2.4.80 Edificio nº 80	362
2.4.81 Edificio nº 81	364
2.4.82 Edificio nº 82	366
2.4.83 Edificio nº 83	368
2.4.84 Edificio nº 84	373
2.4.85 Edificio nº 85	376
2.4.86 Edificio nº 86	380
2.4.87 Edificio nº 87	383
2.4.88 Edificio nº 88	386
2.4.89 Edificio nº 89	387
2.4.90 Edificio nº 90	390
2.4.91 Edificio nº 91	393
2.4.92 Edificio nº 92	396
2.4.93 Edificio nº 93	397
2.4.94 Edificio nº 94	398
3. SEGUNDO PERIODO. ESTUDIO DE LA SUBSIDENCIA (Desde 1990 hasta 1995).....	400
3.1 Antecedentes	400
3.2 Objetivos	401
3.3 Medios técnicos	402
3.4 Metodología	403
3.5 Reconocimiento y evaluación de daños	404
3.6 Datos de interés y reportaje fotográfico	405
3.6.1 Edificio Langre - 1	405
3.6.2 Edificio Langre - 1 BIS	409
3.6.3 Edificio Langre - 2	413
3.6.4 Edificio Langre - 3	417
3.6.5 Edificio Langre - 3 BIS	424
3.6.6 Edificio Langre - 3 TER.....	427
3.6.7 Edificio Langre - 4	430
3.6.8 Edificio Langre - 5	433
3.6.9 Edificio Langre - 6	436
3.6.10 Edificio Langre - 7	441
3.6.11 Edificio Langre - 8	444
3.6.12 Edificio Langre - 9	448
3.6.13 Edificio Langre - 10	452
3.6.14 Edificio Langre - 11	455
3.6.15 Edificio Langre - 12	458
3.6.16 Edificio Langre - 13	461
3.6.17 Edificio Langre - ABREVADERO.....	469
3.6.18 Edificio Langre - CAMINO ESCUELA.....	471
3.6.19 Edificio Langre - 13 BIS.....	472
3.6.20 Edificio Langre - 14	476
3.6.21 Edificio Langre - 15	480
3.6.22 Edificio Langre - 16	487
3.6.23 Edificio Langre - 17	492

3.6.24 Edificio Langre - 18	496
3.6.25 Edificio Langre - IGLESIA	500
3.6.26 Edificio Langre - CANCHA	514
3.6.27 Edificio Langre - CAMINO 1.....	517
3.6.28 Edificio Langre - CAMINO 2.....	520
3.6.29 Edificio Langre - 201.....	523
3.6.30 Edificio Langre - 202.....	529
3.6.31 Edificio Langre - 202-1.....	534
3.6.32 Edificio Langre - 202-2.....	537
3.6.33 Edificio Langre - 203-3	540
3.6.34 Edificio Langre - 203.....	543
3.6.35 Edificio Langre - 204.....	548
3.6.36 Edificio Langre - 205.....	552
3.6.37 Edificio Langre - 206.....	557
3.6.38 Edificio Langre - 207.....	560
3.6.39 Edificio Langre - 208.....	562
3.6.40 Edificio Langre - 209.....	565
3.6.41 Edificio Langre - 210.....	568
3.6.42 Edificio Langre - 211.....	573
3.6.43 Edificio Langre - 212.....	576
3.6.44 Edificio Langre - 213.....	581
3.6.45 Edificio Langre - 214.....	583
3.6.46 Edificio Langre - 215.....	586
3.6.47 Edificio Langre - 216.....	589
3.6.48 Edificio Langre - 217.....	595
3.6.49 Edificio Langre - 218.....	598
3.6.50 Edificio Langre - 301.....	601
3.6.51 Edificio Langre - 302.....	603
3.6.52 Edificio Langre - 303.....	606
3.6.53 Edificio Langre - 304.....	608
3.6.54 Edificio Langre - 305 y 306.....	610
3.6.55 Edificio Langre - 317.....	613
3.6.56 Edificio Langre - 325.....	615
3.7 Control de grietas	618
3.8 Control de vibraciones	621
3.9 Monitorización de la Subsidencia. Topografía	623
3.10 Análisis de las deformaciones en superficie.....	624
3.11 Plan de actuación	635
3.12 Conclusiones	636
3.13 Valoraciones finales.....	637
4. TERCER PERIODO. COMPARATIVA/CONCLUSIONES (Desde 1996 hasta 2007)	638
4.1 Consideraciones previas.....	638
4.2 Metodología	639
4.3 Edificaciones seleccionadas por periodos para el estudio	644
4.4 Relación entre los periodos y las edificaciones seleccionadas para el estudio.....	646
4.5 Reportaje fotográfico y comparativa de los edificios	647
4.5.1 Zona 1: Sur. Entrada Pueblo	648

4.5.1.1 Edificio nº 83 / Edificio Langre - 2	648
4.5.1.2 Edificio Langre - 9	649
4.5.1.3 Edificio nº 84 / Edificio Langre - 1	650
4.5.1.4 Edificio nº 86 / Edificio Langre - 3 TER	651
4.5.1.5 Edificio nº 85 / Edificio Langre - 3	652
4.5.2 Zona 2: Este	656
4.5.2.1 Edificio Langre - CAMINO 1.....	656
4.5.2.2 Edificio nº 6 / Edificio Langre 16.....	657
4.5.2.3 Edificio nº 3 / Edificio Langre - 13 BIS	658
4.5.2.4 Edificio Langre - CANCHA	659
4.5.2.5 Edificio nº 4 / Edificio Langre - 13	660
4.5.3 Zona 3: Norte.....	666
4.5.3.1 Edificio Langre - NUEVO	666
4.5.4 Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia	674
4.5.4.1 Edificio nº 37 / Edificio Langre - 201	674
4.5.4.2 Edificio nº 38 / Edificio Langre - 202	675
4.5.4.3 Edificio nº 42 / Edificio Langre - 213.....	676
4.5.4.4 Edificio nº 44 / Edificio Langre - 205.....	677
4.5.4.5 Edificio nº 55 / Edificio Langre - IGLESIA.....	678
4.6 Valoraciones.....	690
4.7 Recomendaciones	692
4.8 Líneas de actuación futura	693
4.9 Conclusión final	694
4.9.1 Premisa básica.....	694
4.9.2 Propuesta de metodología para cualquier actuación relacionada con cualquier tipo de actividad que afecta a la superficie del terreno y aquellos que se asienta sobre el mismo	695

ANEXOS:698

1. ÍNDICE DE FIGURAS	699
2. ÍNDICE DE TABLAS	702
3. ÍNDICE DE ECUACIONES	712
4. ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	717
5. ÍNDICE DE GRÁFICOS	773
6. ÍNDICE DE PLANOS	775

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:678

CAPÍTULO I:

INTRODUCCIÓN: RESUMEN

La presente Tesis Doctoral se dividirá en dos grandes bloques:

1^{er} Bloque (Capítulos II, III, IV, V y VI):

Se llevará a cabo un análisis profundo y pormenorizado del fenómeno de Subsidencia correlacionando de este modo los aspectos prácticos y teóricos (formulación representativa) que fueron definiendo y dando soluciones al mismo.

Se pondrá especial atención y se incidirá, de una manera clara y resumida, en todas aquellas nociones de vital importancia que facilitaron su comprensión cronológica hasta los avances más vanguardistas:

- *El Ayer*: origen, causas y formas de enfocar y cuantificar el fenómeno.
- *El Hoy*: nuevas teorías y modelos informáticos (FLAC) ¹ para ajustar el comportamiento global de una zona de estudio y así reproducir un determinado tipo de terreno y ver las medidas a adoptar y su relación con las construcciones y estructuras próximas en superficie.

Finalmente se citarán una serie de conclusiones y se hará mención a un conjunto de medidas correctoras.

2^o Bloque (Capítulo VII):

Se abordará una línea de investigación concreta en una zona del territorio español (Langre; León) para analizar la situación de deterioro que la actividad minera fue generando a lo largo de los años en superficie. El estudio se centrará en tres periodos representativos:

- Hasta 1989.
- Desde 1990 hasta 1995.
- Y desde 1996 hasta 2007.

Tras el análisis exhaustivo de los mismos se propondrán una serie de recomendaciones y se definirá una metodología general de actuación.

Por lo tanto, y teniendo en cuenta todo lo anteriormente mencionado, la presente Tesis Doctoral estará orientada a dar soluciones a los problemas que generan en superficie las obras subterráneas, explotaciones mineras o túneles, competencias de las ingenierías y de las titulaciones de grado relacionadas con el estudio del suelo.

¹ Programa de modelamiento en dos dimensiones continuo para suelos, rocas y comportamiento estructural denominada Fast Lagrangian Analysis of Continua; basado en un método de diferencias finitas. Fue desarrollado por ITASCA Consulting Group, de Indiana, por primera vez en el año 1986. Concretamente el programa fue ideado por el Dr. Peter Cundall.

CAPÍTULO II:

ANTECEDENTES

El fenómeno de Subsidencia ha sido conocido en Europa desde principios del siglo XV. Los movimientos en superficie debidos a explotaciones mineras subterráneas dieron lugar a daños generados sobre las estructuras superficiales, *deformaciones* ² y *dislocaciones* ³, especialmente cuando se explotaban *yacimientos estratificados* ⁴ en su totalidad.

La experiencia muestra que las repercusiones en superficie no podían circunscribirse únicamente a determinadas zonas geográficas y el fenómeno empezó a tomar una mayor envergadura, traspasando fronteras.

Como consecuencia de estos hundimientos en superficie se motivaron un gran número de litigios y con ellos surgió la necesidad de definir los porqués.

En el siglo XIX se sentaron las bases del primer tratamiento de mejora del terreno mediante inyecciones (medida correctora) y aumentaron el número de trabajos de campo, proponiéndose fórmulas que permitiesen cuantificar el fenómeno. Sin embargo, estas investigaciones se basaban en postulados más o menos erróneos; entendiéndose paradójicamente como erróneo lo que en un momento de la historia fue un gran avance para la humanidad.

Con el paso de los años los progresos continuaron y los grandes investigadores dedujeron leyes para predecir, con cierta exactitud, ángulos de rotura y zonas de movimientos.

Los tratamientos de mejora del terreno, las medidas orientadas para las explotaciones mineras subterráneas y el refuerzo de estructuras también fueron evolucionando a la par.

Cabe destacar el concepto de *área de influencia* que dio lugar a una teoría muy útil para calcular los desplazamientos producidos en superficie.

² Deformación es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a esfuerzos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo o por dilatación térmica.

³ En la escala de la red cristalina de los metales la plasticidad es una consecuencia de la existencia de ciertas imperfecciones en la red, llamadas dislocaciones. En 1934, Egon Orowan, Michael Polanyi y Geoffrey Ingram Taylor, más o menos simultáneamente, llegaron a la conclusión de que la deformación plástica de materiales dúctiles podía ser explicada en términos de la teoría de dislocaciones. Para describir la plasticidad usualmente se usa un conjunto de ecuaciones diferenciales no lineales y no integrables que describen los cambios en las componentes del tensor deformación y el tensor tensión con respecto al estado de deformación-tensión previo y el incremento de deformación en cada instante.

⁴ La explotación de capas de gran potencia o de grupos de capas en rocas encajantes, blandas o poco competentes, crean a menudo una intensa facturación de los estratos suprayacentes acompañada de hundimientos en superficie. Mientras que labores en áreas de rocas competentes o en explotaciones de capas de poca potencia a gran profundidad dan como resultado mínimas o ninguna repercusión en superficie. El caso normal sería el de una relativa deformación continua en superficie, la cual es medible en sus dos componentes: horizontal y vertical.

CAPÍTULO III:

JUSTIFICACIÓN

La Subsistencia varía ampliamente en función de las condiciones de explotación, o en su caso del contexto que defina en sí la obra subterránea, y de las características geológicas (mecanismos de desplazamiento).

En función de estos parámetros se ha estimulado un extenso estudio multidisciplinar de la predicción de los desplazamientos del terreno y de la correspondiente Subsistencia ocasionada en superficie. Su desarrollo hasta el punto de deformación de la superficie puede implicar largos periodos de tiempo y, en algunos casos determinados, existen mecanismos de generación, "pruebas vivas del fenómeno", que pueden encontrarse fuera del área que se localiza directamente debajo de la superficie terrestre.

Además, en otras circunstancias, las condiciones favorables para que tenga lugar dicho fenómeno pueden estar presentes en una zona concreta y, como es evidente, en la manifestación y ocurrencia del mismo debe considerarse un análisis de causalidad de los mecanismos además de elaborarse unos procedimientos correctivos.

Dependiendo de las condiciones específicas de los diversos emplazamientos (volumen y forma de las cavidades, espesor de recubrimiento sobre las cavidades, condiciones hidrogeológicas y resistencia y comportamiento mecánico de los materiales suprayacentes) y de cada forma de explotación o de ejecución de la obra subterránea surge la necesidad imperiosa de *definir estrategias* ⁵.

Teniendo en cuenta estas nociones básicas, y sin obviar que el número de perforaciones y cavidades subterráneas han ido creciendo con el paso del tiempo (ya sea debido a obras civiles, extracción de agua o petróleo o a las propias explotaciones mineras) se puede afirmar que estas actividades de origen antropogénico son causa potencial de hundimiento del terreno y de deformaciones en superficie.

Como consecuencia a este fenómeno la sociedad busca la forma de controlar los efectos generados, tanto en superficie como en el propio terreno, y trata de minimizar las secuelas sobre las construcciones o estructuras en superficie reforzando las mismas o aplicando tratamientos o medidas sobre el terreno. De esta manera se atenúan los daños y, como es obvio, disminuyen a medio-largo plazo los gastos ocasionados; pues, en cierta medida, todas las actuaciones que se llevan a cabo en cualquier disciplina en esta vida se hacen en pro de lo que realmente mueve el mundo: los intereses económicos y los daños a las personas.

⁵ Una creciente preocupación por los problemas relacionados con el hundimiento del terreno y sus causas antropogénicas ha sido documentada en todo el mundo desde la segunda mitad del Siglo XX. La problemática de la Subsistencia del terreno fue incluida en los proyectos de la UNESCO desde 1964 en la Década Internacional Hidrológica (HD) y posteriormente en el Programa Internacional Hidrológico (IHP). Esto resultó en la organización de ocho simposios internacionales sobre Subsistencia del terreno auspiciado por la UNESCO, que tuvieron lugar en Tokio en 1969, Anaheim en 1976, Venecia en 1984, Houston en 1991, El Haya en 1995, Ravenna en 2000, Shanghai en 2005 y Querétaro en 2010.

CAPÍTULO IV:

ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se presenta de una forma minuciosa, fidedigna y cronológica, la perspectiva histórica del fenómeno de Subsidencia.

1. ACLARIACIONES

La rama de la ingeniería destinada al estudio de los movimientos del terreno ha contado desde hace siglos con un amplio conjunto de conocimientos (y de diversas y distintas técnicas científicas) para la resolución u optimización a la hora de afrontar el estudio de las repercusiones en superficie de las excavaciones subterráneas.

Las estimaciones de los movimientos en superficie se pueden llevar a cabo por medio de tres procedimientos diferentes de trabajo:

1. Métodos semiempíricos y empíricos: se basan en las medidas registradas en el transcurso real de una excavación subterránea, extrapolando leyes de movimientos válidos para ciertos casos similares a los estudiados. Sin embargo tienen el gran inconveniente de necesitar en su formulación parámetros empíricos obtenidos de correlaciones publicadas para terrenos y procedimientos de explotación o constructivos concretos.

2. Métodos teóricos: es preciso, en general, establecer una gran cantidad de simplificaciones con las que poder expresar analíticamente las ecuaciones. Estas simplificaciones limitan la exactitud y fiabilidad de estos procedimientos, que pese a resultar muy útiles en determinados casos, ofrecen un orden de magnitud del movimiento real.

3. Métodos numéricos: es una solución intermedia entre los procedimientos teóricos y los puramente empíricos. En concreto en el *método de los elementos finitos* se resuelven las ecuaciones correspondientes a un modelo teórico (con una serie de hipótesis en cuanto a la ley de comportamiento del material, dimensiones y fases constructivas). No obstante esta simulación de la realidad no deja de ser un ensayo de laboratorio, como si se tratara de un modelo a escala reducida de nuestro problema real.

2. PREÁMBULO

Los estudios sobre el fenómeno de Subsidencia tienen su origen en la minería del S.XIX, aunque era ampliamente conocido en Europa desde principios del siglo XV.

Los mecanismos asociados al fenómeno empezaron a suscitar una gran diversidad de opiniones y con ellos se llevaron a cabo cientos de estudios de campo para intentar analizar y cuantificar los porqués.

Se podría afirmar que el primer impulso verdaderamente significativo para explicar el fenómeno de Subsidencia lo dio Lehmann al hablar de los efectos que tienen las explotaciones subterráneas sobre la superficie del suelo y sobre el terreno situado por encima de las capas de carbón que van a ser explotadas.

Todas las teorías actuales se apoyan en las investigaciones de Lehmann, si bien dichas teorías pueden explicar lo que ocurre de una manera muy distinta; o esto dejan entrever el Doctor Rambaud Pérez y el Doctor Ramírez Oyanguren en su libro: "Hundimientos Mineros. Métodos de Cálculo".

3. EVOLUCIÓN CRONOLÓGICA

3.1 S. XIX – Finales de la Segunda Guerra Mundial

Muchos fueron los intentos que se llevaron a cabo para explicar los desplazamientos superficiales originados por las explotaciones subterráneas, aunque no fue hasta bien entrado el siglo XIX cuando Dumont, en el año 1871, estableció la primera fórmula que permitiera obtener el hundimiento w generado sobre el centro de un panel de carbón explotado:

$$w = m \cos \alpha \quad (\mathbf{a})^6$$

- m : es la potencia de la capa.
- α : es el ángulo de inclinación del estrato.

La primera aplicación de un *tratamiento del terreno* ⁷, mediante inyecciones de cemento en una obra subterránea, fue llevada a cabo por Barlow en un túnel, en el año 1864; las dispuso como relleno del espacio que quedaba entre los anillos metálicos del escudo y el terreno.

Se tiene constancia de un tratamiento de mejora con inyecciones de cemento realizado por Hawksley, en el año 1876, en un macizo rocoso fisurado para soportar la cimentación de la presa de Tunstall (Inglaterra).

En torno al año 1895, y con un incremento acentuado de los estudios para definir el fenómeno de Subsistencia en explotaciones mineras, se tuvieron en cuenta dos factores empíricos como son *el método de extracción* y *la edad de las labores* y se pudo determinar el daño proporcional originado por dos explotaciones adyacentes.

$$w = amz \quad (\mathbf{b})$$

- a : método de extracción.
- z : edad de las labores.

⁶ La Subsistencia generada por una capa horizontal ($\alpha \approx 0$) sería igual a su potencia.

⁷ El primer tratamiento para la mejora del terreno mediante inyecciones del que se tiene noticia fue el realizado por Charles Bérigny en Dieppe (Francia) en 1802 para mejorar el aluvial sobre el que se apoyaba la cimentación de una esclusa del canal de navegación de París al Havre. El tratamiento se llevó a cabo inyectando arcilla y cemento puzolánico por separado. El nacimiento del cemento Portland (1821) y el uso de los aglomerantes hidráulicos potenciaron las aplicaciones de los tratamientos con inyecciones en los ámbitos de la ingeniería hidráulica y en minería.

Más adelante, se dedujo que el volumen de carbón extraído estaba directamente relacionado con la magnitud del *hundimiento*⁸ en superficie y, como consecuencia a este hallazgo, surgieron dos parámetros muy importantes a la hora de entender el fenómeno:

1. Profundidad de explotación.
2. Coeficiente de esponjamiento (valoraba el aumento de volumen de los estratos afectados por la Subsistencia).

A finales del S. XIX, concretamente en el año 1899, en la Cuenca del Ruhr (Alemania), se llevaron a cabo observaciones regulares de la superficie del terreno y se instituyeron los cálculos para prever la Subsistencia.

Como resultado de estas investigaciones se dedujo que el área de la zona de extracción estaba relacionada con un valor reducido de la potencia de la capa, y era tenido en cuenta mediante la relación existente entre el área de extracción y el área de influencia representada en la *Figura nº 1*.

Figura nº 1:
Área de influencia.

Un año más tarde, se puso de manifiesto un nuevo concepto: *desplazamiento horizontal*. Los investigadores constataron los cambios sufridos por las cimentaciones de edificios próximos y detectaron tensiones de compresión y tracción en las vías del tren afectadas.

Para esclarecer los enigmas de cómo y porqué se transmitían los movimientos del terreno desde la zona de excavación hasta la superficie, por medio del sustrato rocoso, los investigadores deberían hacer prosperar sus teorías partiendo de la base de que los hundimientos lentos podían afectar a todo tipo de terrenos y que, evidentemente, se debían a cambios inducidos en el terreno por descenso del nivel del agua, por minería subterránea o túneles, por extracción o expulsión de petróleo o gas y por procesos lentos de disolución.

⁸ El hundimiento minero puede definirse como movimientos de la superficie consecuencia de los reajustes de la sobrecarga debidos al colapso o fracaso de las explotaciones subterráneas. Cabe diferenciar generalmente entre hundimientos (movimientos verticales repentinos) y Subsistencias (movimientos lentos).

En el año 1925, Keinhorst planteó el *método de integración por recintos* donde tuvo en consideración por primera vez que el fenómeno de Subsistencia no sólo dependía del volumen del área extraída, sino que también había que tener en cuenta la posición relativa de los puntos de la superficie respecto a la explotación.

Propuso que los desplazamientos verticales en un punto genérico P de la superficie podían ser estimados a partir de la siguiente expresión:

$$W = -km\tau(t)(0,66 \cdot e_i + 0,34 \cdot e_o) = -s_m\tau(t)(0,66 \cdot e_i + 0,34e_o) \quad (c)$$

- m: potencia de la capa.

- $s_m = km$: máxima Subsistencia que puede darse en el punto P una vez extraída toda el área de influencia y el tiempo transcurrido desde la finalización de la explotación, t, ha sido el suficiente tiempo para permitir el completo desarrollo de los desplazamientos.

Además, $\tau(t)$, es el factor de tiempo cuya forma más genérica es: $\tau(t) = 1 - e^{-ct}$; $0 < \tau(t) \leq \tau(\infty) = 1$, siendo c un coeficiente temporal determinado empíricamente.

Por otro lado, e_i y e_o son los ratios que denotan la proporción de área extraída frente a la total en la zona interior (inside) y exterior (outside) de influencia, respectivamente.

Con este método se tenía en cuenta por primera vez que la Subsistencia no sólo depende del tamaño del área extraída sino también de la posición relativa de los puntos de la superficie respecto a las labores.

En años sucesivos, Bals y otros investigadores de talla mundial propusieron nuevas aproximaciones en la misma dirección. Este proceso de mejora del planteamiento inicial de Keinhorst condujo al *método de la función de influencia*⁹.

A la par que los avances para entender el fenómeno de la Subsistencia seguían su rumbo, las mejoras en los tratamientos del terreno no fueron menos.

En el año 1926 el investigador alemán Dutchman H. Joosten realizó la primera inyección química inyectando separadamente silicato de sodio y cloruro de calcio (al entrar en contacto en el interior del suelo se formaba un gel duro de silicato cálcico) y sentó las bases para la mejora de la sustancia de inyección.

Estas inyecciones, junto con las modificaciones ejecutadas por su compatriota Guttman, ampliaron la aplicación de las inyecciones hasta suelos con granulometría de arena fina permitiendo así un mayor control de la localización del material para que éste no emigrara a la superficie.

En el transcurso de la 2ª Guerra Mundial los ingenieros de ambos bandos fueron dotados de bombas hidráulicas de alta presión, pero la aplicabilidad de estos tratamientos seguiría limitada por el tamaño de las partículas de cemento que condicionaba su empleo a terrenos con granulometrías de grava gruesa o media.

⁹ El *método de la función de influencia* no sólo permite el tratamiento de geometrías complejas, sino también la inclusión del factor tiempo.

Las funciones de influencia describen el efecto ejercido en la superficie por los elementos infinitesimales que constituyen el área de extracción. Este método está basado en siete principios: principio de simetría rotacional, principio del ángulo límite, principio de equivalencia, principio de superposición, principio de reciprocidad, principio de la constancia del volumen y principio de transitividad.

En el año 1931, el investigador Kolmogoroff propuso una nueva relación entre el tiempo y la Subsistencia:

$$w(t) = V \cdot w'(x) \quad (d)$$

$$w(t) = \frac{dw(t)}{dt} \quad \text{es la velocidad de Subsistencia.} \quad w'(x) = \frac{dw(x)}{dx}$$

- V = Cambio de origen.

Al año siguiente, en 1932, Bals introdujo varias zonas de explotación con sus propios ratios individuales. Este investigador puede ser considerado por muchos como pionero a la hora de aplicar el *método de la función de influencia*.

Pocos años después, en torno al 1934, Keinhorst desarrollo en sus líneas de investigación las componentes del hundimiento: ángulos límite y de fractura.

Si se toma como ejemplo una zona en superficie alejada de la vertical de un taller situado a una profundidad h, montado en una capa horizontal y donde no se consideren la velocidad de avance, el tipo de relleno, las características de los hastiales y la calidad del terreno situado encima de la capa, y se sitúan alineados y perpendicularmente a la dirección de avance del frente del taller una serie de puntos fijos en el terreno y si se espera a que el avance del frente pase suficientemente por delante de la vertical de los puntos se observará que una vez restablecido el equilibrio de la superficie y nivelados y medidas las distancias relativas entre los puntos las cotas verticales habrán variado (cada uno de ellos ha sufrido un hundimiento vertical, S). Las proyecciones respecto al plano horizontal también lo habrán hecho; los puntos habrán sufrido un desplazamiento horizontal, V. El movimiento general de cada punto estará representado por el vector de componentes (S, V) que formará con la vertical un cierto ángulo distinto en cada caso y que podrán definirse una serie de ángulos que son característicos del tipo de recubrimiento:

- El **ángulo límite (γ)** es aquel que forma con la horizontal la línea que une el borde del taller con el punto de la superficie donde el hundimiento puede considerarse nulo.
- El **ángulo de fractura (β)** es aquel que forma con la horizontal la línea que une el borde del taller y el punto de la superficie donde se aprecia la primera fisura.

En la *Figura nº 2*, donde la longitud del frente del taller está representada por AB, el aspecto de la curva es sinusoidal y presenta una simetría respecto a la vertical del punto medio del frente del taller. Cabe destacar que la escala horizontal de los hundimientos es mucho más pequeña que la vertical al objeto de realzar la figura y que ésta resulte más clara.

Los puntos 1 y 29 que no han sufrido efecto alguno por la explotación, definen por tanto el *ángulo límite* de estas condiciones.

Los puntos 2 a 28 sufren un desplazamiento vertical y horizontal.

La dirección del vector representativo del movimiento está indicada por una flecha para los puntos 2 a 14.

En la parte superior de la figura y bajo los puntos 1 a 15 están indicados en mm los valores de los hundimientos registrados.

Los efectos de la superficie deshullada AB sobre el punto 15, situado en la vertical del punto medio del taller, son suma de los efectos de AC y BC por lo tanto, por simetría, este punto no sufre desplazamientos horizontales y sólo se hunde verticalmente.

No se puede admitir la hipótesis de que los trabajos realizados, parcialmente, en cualquier punto del semitaller AC influyen de la misma manera sobre un punto determinado de la superficie. Concretamente sobre el punto 10 influyen más los trabajos de avance realizados cerca del punto C que los realizados en el punto A (Keinhorst fue el primero que llamó la atención sobre este extremo).

Figura nº 2:
Formación de la Cubeta. Hundimientos (N.C.B.).

En la *Figura nº 3* se representan los desplazamientos horizontales. Bajo cada punto, en la parte superior, se tiene en mm el valor de los desplazamientos horizontales sufridos y más abajo el valor relativo del movimiento de un punto respecto a su vecino. Estos movimientos relativos pueden ser positivos, en cuyo caso los puntos se alejan y se producen extensiones en el terreno (tracciones) o por el contrario negativos y los puntos se acercan dando lugar a contracciones del terreno (compresiones).

En la parte baja de la figura se ha trazado la gráfica representativa de las compresiones y extensiones. Obsérvese que el máximo de las extensiones está entre los puntos 5 y 6 y coincide con la traza en superficie de la recta que define el ángulo de fractura; otro tanto ocurre por la simetría citada entre los puntos 24 y 25. Para las contracciones el máximo está situado entre 10 y 11 o 18 y 19. La transición de extensión a compresión se hace en la vertical de los bordes del taller, puntos donde una y otra son por lo tanto nulas.

Keinhorst en el año 1934 hizo notar que el total de las compresiones tenía que ser igual a la gama de extensiones.

Figura nº 3:
Formación de la Cubeta. Contracciones y extensiones (N.C.B.).

Retomando las investigaciones de las mejoras de los tratamientos del terreno, más concretamente el control del flujo del material inyectado es, sin duda alguna, por encima de todos, el sistema de *tubo-manguitos* ¹⁰, en el año 1934, el que revolucionó y dio un nuevo aire al empleo de los tratamientos de mejora del terreno con inyecciones.

En el año 1940, Aviershin definió una nueva expresión para determinar la velocidad de Subsidencia en explotaciones mineras.

$$w(t) = a \cdot \exp(bt^c) \quad (e)$$

- a, b y c: parámetros empíricos.

¹⁰ El sistema de "tubo-manguitos" surgió a partir de una idea de Terzaghi y fue puesto a punto por Ishy en Argelia en 1934.

Este procedimiento permite introducir en el terreno volúmenes de inyección localizados y claramente definidos, además de dar capacidad para reinyectar con sustancias diferentes y en distintos puntos. La zonificación del tratamiento unido al creciente conocimiento que se tuvo de las propiedades de los terrenos tratados con inyecciones, incorporó la mejora mediante inyecciones como elemento estructural en el diseño de obras de ingeniería.

Dos años más tarde, en 1942, Adamek y Jeranse dieron cuenta de que no podía suponerse constante el coeficiente de Subsistencia a lo largo de todo un panel, ya que las características que definían a los materiales situados por encima del panel no eran, evidentemente, las mismas.

De aquí surgió la necesidad de definir un nuevo concepto en su método de precálculo: el *coeficiente de subsidencia variable* ¹¹.

Dicho coeficiente de Subsistencia variable, k_i , se define en un punto P_i como:

$$k_i = - \frac{w_i}{m \cdot e_i} \quad (\mathbf{f})^{11}$$

- w_i : subsidencia medida en P_i .
- m : potencia de la capa.
- e_i : coeficiente de eficiencia; no debe confundirse con la ecuación (c).

¹¹ Dicho coeficiente de Subsistencia variable no es más que la relación entre la Subsistencia normalizada en P_i y la Subsistencia predicha por el método de la función de influencia en el mismo punto para un valor unitario del hundimiento máximo, $s_m = 1$.

3.2 Después de la Segunda Guerra Mundial - Presente

Los métodos estocásticos, el uso de computadoras para la obtención de curvas de perfil y la aplicación del *método de los elementos finitos* dieron un nuevo impulso al estudio del fenómeno de la Subsidencia.

Beyer en el año 1945 y Perz en el año 1949 ampliaron los conceptos de pendientes de hundimiento y curvatura; entendiéndose la **pendiente de hundimiento** entre dos puntos cualesquiera como la diferencia de sus hundimientos verticales; *Figura nº 4*.

Figura nº 4:
Formación de la Cubeta. Hundimientos y Gradiente de hundimiento.

Con el paso de los años no sólo se estudiaron los hundimientos producidos en capas horizontales, sino que el abanico de las líneas de investigación se ampliaron a capas verticales o inclinadas, con un enfoque similar; sí bien cabe destacar que se produce una distorsión importante en las curvas representativas.

Es obvio que en la parte práctica los estudios de capas verticales o inclinadas están menos desarrollados que las horizontales. Pero, por el contrario, no en la parte teórica, debido a los excelentes trabajos de investigación de Beyer en 1945, Perz en 1949, Bals en 1953, Schuier en 1956, Grond en 1957 y Flaschentrager en 1957.

Un caso significativo y único a la hora de entender la Subsistencia minera, no aplicable a otro tipo de explotaciones, es el de *explotación por cámaras y pilares*; el hundimiento puede ser diferente en cada caso, por la gran variedad en los tamaños y profundidad de los pilares.

Se pueden dar los siguientes casos, sin embargo cabe destacar que si los planes de pilares son apropiados el hundimiento del techo no debe alcanzar la superficie en cantidades medibles:

1. Hundimiento de los pilares con el paso de los años, dependiendo de la magnitud del movimiento del espacio excavado disponible dentro del cual pueden quedar aplastados.
2. Penetración de los pilares en un suelo blando como la arcilla, especialmente si ésta se moja, dando por resultado que la superficie descienda tanto como los pilares se hayan hundido o triturado.
3. Si el muro es blando los factores limitantes son la potencia del estrato blando y el espacio excavado disponible dentro del cual puede ser encajado o forzado el muro.

En el año 1947, se llevó a cabo una importante aportación para la obtención de la ley de tracciones por Aviershin que relacionaba la distribución de desplazamientos verticales y horizontales.

$$u(x', y') = K * \frac{dw}{dx'} \quad (\text{g})^{12}$$

- u: desplazamiento horizontal del punto estudiado.
- K*: factor de proporcionalidad, es una constante que tiene unidades de longitud.

En una memoria publicada en el año 1705, James Bernoulli sugirió que la resistencia de una varilla doblada era debida a la extensión y contracción de sus fibras longitudinales y que dicha resistencia era proporcional a la curvatura de la varilla. Como la curvatura causada por la Subsistencia es pequeña, puede ser aproximada en un plano vertical paralelo al eje x por la segunda derivada de w respecto a x. Por tanto, su hipótesis conduce a la siguiente relación entre la deformación horizontal, ϵ_x , y la curvatura; es matemáticamente idéntica a la dada en la ecuación (g).

$$\epsilon_x = \frac{du}{dx} = K * \frac{d^2w}{dx^2} \quad (\text{h})$$

En el año 1948, Perz definió el valor de la Subsistencia en función del tiempo como:

$$w(t) = \int_0^{x_t=vt} z(t)w'(x)dx \quad (\text{i})$$

- z(t): función de tiempo

¹² El razonamiento físico empleado para proponer la relación recogida en la ecuación (g) no está claro. Quizás se basó simplemente en las observaciones de campo que indicaban que la forma de las curvas de desplazamientos horizontales y tensiones se asemejaba bastante a la de las curvas de pendientes y curvaturas respectivamente.

A principios de la década de los 50 el concepto de *área de influencia* era ampliamente aceptado.

En la *Figura nº 5* un punto P de la superficie se ve influido únicamente por la zona minada en el interior de un cono circular recto, cuyo eje es vertical y su vértice es el punto P. El ángulo en el vértice γ se denomina **ángulo de derrumbe, ángulo límite o ángulo de influencia**.

Figura nº 5:
Área de influencia.

Una generalización obvia del concepto de *área de influencia* consiste en construir la envolvente de todos los conos de derrumbe, es decir, una superficie apoyada en el límite de la explotación y que forme un ángulo con la vertical igual al ángulo de derrumbe. La curva que resulta de la intersección de esta superficie con el terreno delimita la llamada **zona de influencia** de las labores subterráneas; *Figura nº 6*. Sólo los puntos del terreno situados en el interior de esa región se verán afectados por las labores.

Figura nº 6:
Zona de influencia.

La sugerencia comúnmente hecha de que la envolvente descrita anteriormente contiene todos los desplazamientos inducidos en cualquier horizonte por las labores subterráneas es claramente irreal. Sólo en el caso de minas poco profundas, donde las roturas del techo de las labores se transmiten directamente a la superficie, se pueden despreciar los desplazamientos originados en el exterior de dicha región por ser mucho más pequeños que los ocasionados en su interior.

En el año 1950, H. Labasse, en base a los conocimientos teóricos que afirman que en cualquier perfil de hundimiento el descenso máximo del terreno, S , es función de la anchura w y de la profundidad h de la

extracción, dedujo una reducción del hundimiento del 70 % en relleno hidráulico, un 55 % en el neumático y un 30 % en el manual.

El tratamiento del hueco con relleno disminuye los efectos de hundimiento, si bien hay que tener en cuenta que éstos, es decir, los efectos de hundimiento, obedecen en gran medida a la compacidad que adquiere el relleno. Su eficacia varía con el tipo de relleno y el cuidado de su colocación, dando gran dispersión en el resultado.

En capas de fuerte pendiente la gravedad favorece la compactación pudiendo variar la convergencia según la granulometría del relleno, con una reducción del hundimiento desde un 50 a un 70 %.

Poco después, aproximadamente un año más tarde, en 1951, Salustowicz plantea una nueva expresión para la velocidad de la Subsistencia; se supone constante la Subsistencia final w^f .

$$w(t) = c[w^f - w(t)] \quad (j)$$

- c: coeficiente de tiempo.

En cambio, Knothe, en el año 1953, partiendo de la ecuación de Salustowicz, propuso que el valor de la Subsistencia final variaría con el tiempo.

$$w(t) = c[w^f(t) - w(t)] \quad (k)$$

Para explicar y comprender el modo de actuación de las extensiones y contracciones de la superficie sobre los edificios y sus cimientos, el *modelo reducido ideado por Neuhaus*, en el año 1954, explicó correctamente la transmisión de las cargas de tracción o compresión que se ejercen sobre la superficie de los cimientos de una construcción.

Luetkens, en 1957, inició un trabajo sobre las acciones de las explotaciones mineras en los edificios y, poco más tarde, fue el primero en publicar una serie de directrices a seguir en el caso de que se desearan proteger edificios situados en zona minera.

Reincidió en la importancia que posee el concepto del radio de curvatura de la curva de hundimiento, pues dicha curvatura producida en el terreno producida por el hundimiento afecta a las estructuras y construcciones próximas.

Los métodos teórico-experimentales, basados en las funciones de influencia, son aplicables a aquellas situaciones donde no exista, o no sea factible realizar una caracterización geomecánica adecuada de los terrenos. El método no excluye conceptos como la elasticidad o la viscosidad o plasticidad, pero implica la hipótesis de elementos equivalentes de extracción.

Los métodos matemáticos para determinar movimientos del terreno a partir de *funciones de influencia* fueron desarrollados ampliamente por H.

Keinhorst en 1934, S. Knothe en 1953, H.J. Kin en 1957, P. Hackett en 1959, H. Hoffman en 1964, V.T. Grigorovich en 1965, H. Gil en 1966, Y. Hiramatsu en 1968 y C. Grad en 1969.

Las diferentes funciones de influencia tanto asintóticas (Teoría de Sann, Litwiniszyn-Knothe, Ehrhardt-Satier y Kochmanski) como las no asintóticas (Teoría de Keinhorst, Bals y Beyer) no sólo reflejan diferentes condiciones generales en las diferentes cuencas carboníferas, sino distintas suposiciones y concepciones teóricas.

De forma general las funciones de influencia de tipo exponencial (Teorías de Knothe, Bais, Litwiniszyn-Knothe, Ehrhardt-Satier y Kochrnanski) han sido las de mayor aceptación en las cuencas centroeuropeas de Alemania, Polonia, Austria, Checoslovaquia y Hungría; son las que gozan asimismo, actualmente, con mejores resultados en las cuencas carboníferas americanas, especialmente la teoría de Bais y la de Knothe, entre las no-asintóticas y las asintóticas respectivamente.

En el año 1961, Maassen planteó por primera vez el cálculo analítico de los distintos parámetros incluidos en la función de influencia. Para ello se apoyó en la siguiente función de influencia (hasta aquí los ratios de extracción se habían obtenido de forma experimental o mediante el uso de algún método gráfico de integración).

$$dw = ce^{-\frac{x^2+y^2}{2k^2}} dx dy \quad (I)$$

- dw: desplazamiento vertical diferencial generado en un punto P (0,0) por un elemento extraído dxdy.
- c y k: son los parámetros que se tratan de determinar.

Para ellos obtuvo los siguientes valores:

$$c = \frac{am}{2\Pi k^2} \quad k = 0,3295 \frac{H}{\tan \gamma}$$

- am: *Subsidencia crítica*.¹³
- γ: ángulo límite.

¹³ Cuando se realiza un estudio bidimensional de la Subsidencia, se denomina *área crítica* de extracción a la anchura del taller que produce el hundimiento máximo en un solo punto de la superficie, que sufre el mayor desplazamiento vertical posible, denominado *Subsidencia crítica* o *total*. Cuando la longitud del taller es menor o mayor que la crítica, el área de extracción se denomina *subcrítica* o *supercrítica*, respectivamente.

En el método de las *funciones de influencia*, o principio de los elementos de frente, como lo denomina Salamon, en el año 1963, se utiliza el principio de superposición en la influencia de partes infinitesimales del área de extracción sobre el hundimiento en superficie. Dado que cualquier área explotada puede considerarse como constituida por un infinito número de elementos de áreas infinitesimales, no existirán restricciones geométricas sobre la forma

Posiblemente, la línea de investigación que mejor define el método de la función de influencia fue realizada, en el año 1963, por Daunesse y Rambaud. Ellos definieron dos funciones que correspondían a los desplazamientos verticales, $F(x')$, y horizontales, $G(x')$, que se presentan en un problema bidimensional. De nuevo se suponía que la estratificación era horizontal y asumían que se había explotado una capa de potencia m para todos los puntos con $x < 0$, no existiendo ningún tipo de explotación para $x > 0$. Ellos propusieron que la subsidencia vertical, w , y los desplazamientos horizontales, u , estaban dados por:

$$\begin{aligned} u(x') &= u_m G(x') \\ w(x') &= -s_m F(x') \end{aligned} \quad (\text{m})$$

- $s_m = mk$.
- u_m : máximo desplazamiento horizontal.
- $x' = x/H$.

Aquí las funciones $F(x')$ y $G(x')$ son consideradas como las funciones de perfil. Los investigadores establecieron también que, en general, para el caso tridimensional, los desplazamientos podían ser expresados como las siguientes integrales:

$$\begin{aligned} u(x', y') &= u_m \int_{A^*} g(p) dA^* \\ w(x', y') &= -s_m \int_{A^*} f(p) dA^* \end{aligned} \quad (\text{n})$$

$$- \rho = r/H$$

Las funciones $f(\rho)$ y $g(\rho)$ son denominadas *funciones de influencia*, y están estrechamente relacionadas con las funciones $F(\rho)$ y $G(\rho)$ de la Ecuación (m):

$$\begin{aligned} G(x') &= \int_{-\infty}^0 (x' - \xi) \int_{-\infty}^{\infty} \frac{g(\psi)}{\psi} d\eta' d\xi' \\ F(x') &= \int_{-\infty}^0 \int_{-\infty}^{\infty} f(\psi) d\eta' d\xi' \end{aligned} \quad (\text{ñ})$$

donde

$$\psi = [(x' - \xi')^2 + \eta'^2]^{1/2}$$

Subsidencia:
Efectos sobre construcciones y medidas correctoras

Página nº 33
Tesis Doctoral

En cuanto a la evolución temporal del fenómeno de la Subsidencia, Martos, en el 1967, propone una nueva función de tiempo:

$$z(t) = 1 - \exp^{(-bt^2)} \quad (\text{o})$$

- b: factor temporal empírico.

Modelos teóricos

Tratan de predecir el comportamiento del macizo rocoso a partir de leyes mecánicas o estadísticas, con el fin de determinar el desplazamiento producido en la superficie. Los diferentes tipos de comportamientos pueden ser elástico, plástico, sin cohesión o incluso estocástico.

1. Deformación elástica

Una de las primeras teorías para la descripción del fenómeno de hundimiento es la *teoría de la viga*, en la que fragmentación del techo en el centro de la excavación, da lugar a zonas intactas del techo inmediato, libres de flexar como vigas en voladizo, hasta que se fracturan sobre los límites de la excavación y mandan en ella. El proceso se repite sucesivamente, extendiéndose la línea de ruptura más hacia fuera con el tiempo, de forma tal que cuando la distorsión ocasionada alcanza la superficie, cubre un área mucho mayor que la excavación original. La sucesión de roturas es una alternativa más sofisticada que la idea de un sólo plano de rotura a ángulo límite. El siguiente paso fue suponer que el proceso no continuaría sin interrupción hacia arriba, sino que cesaría al alcanzar algún estrato suficientemente resistente. El paquete de estratos por encima de este nivel hasta la superficie se comportaría como una viga elástica empotrada en sus extremos. Se ha observado en explotaciones profundas, que la mayor parte de la deformación del terreno tiene un comportamiento elástico al menos en una primera aproximación.

J.T. Whetton y H.J. King, en el año 1957, construyeron modelos en el que una "capa" soportaba un recubrimiento de gelatina que se deformaba cuando parte de la "capa" se extraía.

Posteriormente P. Hackett, en el año 1959, introdujo la representación de la excavación de una capa delgada como una fractura en un medio elástico. Este trabajo fue luego elaborado en Sudáfrica por M.D.G. Salamon, dando lugar a un trabajo analítico sobre movimientos del terreno debido a la minería a gran profundidad.

Años más tarde, en 1963, L. Muller, incidió en que la capacidad de deformación espontánea proporcional a la carga y su capacidad de recuperación inmediata una vez retirada ésta, no están cumplidas para un gran número de rocas que se encuentran divididas por juntas y planos de estratificación en lo que se denomina un sistema multielemento.

2. Medios Estocásticos (Teoría analítica)

Su utilización actual se reduce casi exclusivamente a los cálculos de repercusiones en superficie producidos por túneles. Se han desarrollado partiendo de formulaciones matemáticas, que evidentemente no están conectados con propiedades básicas medibles del terreno.

El mismo nombre es poco afortunado, ya que un proceso estocástico, es un proceso conforme a leyes estadísticas con el tiempo como variable independiente dominante.

J. Litwiniszyn, que originó la teoría adoptó el título de *mecánica de medios estocásticos*, debido a la similitud entre sus ecuaciones y las de los procesos estocásticos. No obstante, en las ecuaciones de Litwiniszyn, la verdadera variable estocástica, el tiempo, es sustituida por coordenadas verticales.

La teoría ha sido tratada aparte de por su autor, por C. Daunesse y Rambaud en 1963, D.S. Berry en 1964 y B. Voight y W. Pariscau en 1970.

El comportamiento físico de esta teoría reside en un modelo estadístico de esferas uniformes que caen hasta bloquearse en su movimiento, dentro de un proceso totalmente aleatorio. Sin embargo, este último concepto no es un aspecto explícito de la formulación teórica, que se basa en suposiciones matemáticas acerca de la naturaleza de la relación entre la componente vertical del desplazamiento a un nivel con la de otro. Se desprende de esta formulación que el desplazamiento vertical a un nivel determinado queda afectado sólo por la distribución de desplazamientos en niveles inferiores.

En esencia, la teoría maneja únicamente el desplazamiento vertical y es solamente en el caso de incomprensibilidad cuando el movimiento horizontal puede ser introducido a través de la condición de que la suma de las deformaciones unitarias horizontales y verticales sea cero.

No obstante, la teoría lleva implícitos los dos supuestos comentados, más la existencia de tres funciones arbitrarias, que dependen en último término de propiedades del terreno. Litwiniszyn, considera que dos de estas funciones son cero, implicando pues que el medio es incomprensible y transversalmente isotrópico.

3. Mecánica del discontinuo. Mecánica Elástica

Fue presentada por el D.H. Trollope, en el año 1966, partiendo de la premisa que la "clásica teoría elástica y elastoplástica" tenía un interés muy limitado en el campo del comportamiento de la masa rocosa. Principalmente es una teoría geométrica en la cual es importante conocer la forma de bloques separados de roca que pueden moverse relativamente unos con respecto a otros. Según Trollope el movimiento de estos bloques, que llevan a un flujo de materiales, se gobierna por la teoría de Litwiniszyn, no contribuyendo en nada nuevo a la problemática de la Subsidencia.

4. Método de Elementos Finitos

El *método de elementos finitos* para la solución de problemas en elasticidad, ha sido utilizado por autores tales como: O.C. Zienkiewicz, V.K. Cheung y K.G. Stagg en 1966, R.W. Blake en 1966, G.K. Shippam en 1970 y T.R. Stacey en 1972. Tiene la gran ventaja de que las constantes elásticas pueden ser diferentes para cada elemento, en los cuales se ha dividido toda la masa rocosa.

La teoría del método se basa en el hecho de que la solución a un problema elástico puede ser obtenida en forma de función de tensión, que minimiza una cierta integral sobre la región en estudio. La solución exacta la da la única función, entre todas las posibles con valores de contorno correcto, que confieren a la integral su mínimo valor. Si, la clase de función

está limitada de alguna forma (polinomios de un cierto grado), la función minimizante es una aproximación a la solución exacta. Las funciones usadas son simples funciones algebraicas, pero las constantes de las mismas pueden ser distintas para cada elemento. La solución aproximada, es pues aquella cuyas constantes hacen a la integral mínima, lo que implica la resolución de un gran número de ecuaciones algebraicas, una para cada constante. Las técnicas para alcanzar las soluciones son muy sofisticadas y han sido expresadas en la literatura del método, en el que las ventajas y admisibilidad de diferentes formas geométricas de elementos y los problemas asociados a grandes sistemas de ecuaciones se comentan en detalle. El gran número de ecuaciones que se generan en el método, limita la capacidad del mismo. Una práctica útil, es desarrollar un cálculo preliminar utilizando algunos de los métodos comentados anteriormente. Estos resultados pueden usarse bien para estimar el volumen a analizar comprendido entre condiciones de contorno nulas, o bien para aproximar estas condiciones de contorno y utilizar volúmenes más reducidos.

El *método de elementos finitos* en tres dimensiones origina grandes necesidades de almacenamiento y tiempo de computación. Cuando las dimensiones de la región a estudiar se limitan por simetría y otras consideraciones, estas dificultades se mitigan.

Shu estudió la influencia de la inclinación del terreno sobre la Subsistencia mediante la comparación de un modelo bidimensional basado en los elementos finitos con los resultados obtenidos con un modelo plano, aplicando sobre él la teoría de rayos proyectivos presentada en la *Figura nº 7*, que consiste en la proyección de la Subsistencia a lo largo de una superficie horizontal equivalente sobre el terreno inclinado.

Figura nº 7:
Método de los rayos proyectivos.

Otro modelo de gran interés es el propuesto por Hao ¹⁴, que generaliza la teoría de difusión y migración de huecos para obtener una Ecuación diferencial de carácter tridimensional, que puede ser resuelta mediante la definición de varias características del macizo rocoso.

¹⁴ Así, en una explotación por cámaras y pilares, Hao supone que las características de los estratos afectados por las labores subterráneas no varían ni antes ni después de la explotación. Por lo tanto, es factible suponer que el coeficiente de difusión de huecos y el factor de convección son constantes en un plano horizontal lo que permite resolver la Ecuación diferencial. Por otro lado, en las explotaciones por tajo largo los efectos de la fracturación de los estratos afectan decisivamente al fenómeno de la Subsistencia, por lo que Hao propone un modelo bidimensional sencillo que tiene en cuenta las diferencias de fracturación existentes entre las zonas minadas y las no minadas.

Avances recientes en explotaciones mineras

En el año 1972, Trojanowski introduce un nuevo factor de tiempo en el modelo que Knothe había modificado a Salustowicz, quedando de la siguiente forma:

$$w(t) = c(t) [w^f(t) - w(t)] \quad (p)$$

No obstante, Sroka y Schober haciendo uso del *método de la función de influencia* propuesto por Knothe, consiguieron determinar una solución específica en el tiempo para un panel rectangular con avance en uno de sus lados. La fórmula propuesta por este investigador es:

$$\Delta M(t) = a\Delta V \left[1 + \frac{\xi}{c - \xi} \exp^{(-ct)} - \frac{c}{c - \xi} \exp^{(-\xi t)} \right] \quad (q)$$

- $\Delta M(t)$: variación de la subsidencia en un determinado instante t.
- a: coeficiente de la subsidencia.
- ΔV : volumen elemental extraído.
- c: factor de tiempo.
- ξ : factor de compactación temporal.

En la minería del carbón la experiencia muestra que esta situación se alcanza al cabo de un período que oscila entre seis meses y cinco años después de haber finalizado las operaciones de explotación pero, en labores con cámaras y pilares en la minería de la potasa o en otros tipos de minería, el proceso de hundimiento puede no completarse hasta períodos del orden de 100 años, H. Kratzsch en el año 1983.

Consecuentemente, en la planificación minera y en la protección de estructuras, debe tenerse en cuenta este proceso de desarrollo del hundimiento. Dado el alcance general de este trabajo, las referencias se enfocarán sobre todo, a la minería del carbón y solo muy ligeramente a las explotaciones de cámaras y pilares.

Por lo que refiere a los estudios de Subsidencia realizados en nuestro país, el más completo es el publicado por el Instituto Tecnológico Geominero de España.

Otros investigadores como Sutherland y Munsion han incorporado la influencia de las zonas minadas y no minadas a la predicción de la Subsidencia, lo que es especialmente útil en las explotaciones por cámaras y pilares.

Tandanand y Powell han intentando evaluar el efecto de la distribución litológica de las rocas duras y blandas, pero todavía es necesario ahondar en este planteamiento.

El avance más reciente dentro del ámbito de los *métodos funcionales*, se debe a Liao que propone el uso de funciones de *influencia difusas*

(fuzzy), que tengan en cuenta el efecto de las masas rocosas situadas en los bordes del panel explotado. Frente a las funciones tradicionales, este tipo de funciones varía su forma y el valor de los parámetros, según la posición del punto del terreno evaluado y la posición del elemento de volumen extraído.

Últimos avances en túneles

A continuación se presenta el modelo de estimación de Subsidiencias en túneles en el que se han basado la mayoría de los estudios desde el año 1969.

En el 7th Congreso Internacional de Mecánica del Suelo celebrado en Méjico en el año 1969, Peck propuso en su artículo "Deep excavations and tunneling in soft ground" un método de evaluación de los asientos producidos al excavar un túnel circular. Esta teoría resultó de general aceptación y numerosos investigadores se han basado en ella para sus estimaciones de movimientos. A partir de una recopilación de medidas reales, Peck elabora un método simplificado de estimación de Subsidiencias; *Figura nº 8*. Interpola las curvas de asiento superficiales registradas en distintas experiencias reales con curvas de Gauss, observando que su ajuste era aceptable y que la curva dependía así de tan sólo dos parámetros.

Figura nº 8:

Ley de asientos propuesta por Peck y relación entre la profundidad relativa y el punto de inflexión
(Congreso Internacional de Mecánica del suelo en 1969, Méjico).

Peck escogió como variables para su definición: el *asiento máximo sobre la clave del túnel* y la *abscisa del punto de inflexión*.

Por otro lado, para adecuar el método a cada caso concreto, se refiere la expresión del asiento máximo al parámetro "Volumen de asientos" (V_s) que se define como el área encerrada por la curva de asientos longitudinales dividida por el área inicial de la sección del túnel.

El valor de V_s deberá conseguirse a partir de correlaciones empíricas con el componente añadido de error al método. Además, el valor de " i " encierra un alto grado de dispersión con la realidad, por tratarse en realidad de un parámetro geométrico de una curva interpolada.

Los movimientos generados por una excavación subterránea adquieren su mayor trascendencia en la ejecución de excavaciones en el subsuelo urbano. Su importancia radica en la proximidad a la superficie que, por motivos funcionales, poseen estas obras.

La influencia que tiene sobre las estructuras de la superficie el fenómeno de la Subsistencia, ha sido analizada de forma detallada por: Attewell en 1977, Geddes en 1977, y Boscardin en 1978.

En la *Figura nº 9* se muestra, por un lado los tipos de solicitaciones que afectan a un edificio de viviendas con cimentación superficial según su posición en la *cubeta de asientos*, y por otro lado los parámetros característicos que definen las deformaciones que solicitan a la estructura.

Figura nº 9:

Tipos de solicitaciones y deformaciones características de un edificio debido a los movimientos del suelo
(Boscardin et al., 1978 / Attewell., 1977).

Las distintas posiciones que adopte un edificio dentro de la *cubeta de asientos* motivarán deformaciones muy diferentes, no obstante no debemos olvidar, que al tratarse de un fenómeno que progresa con el avance de la excavación es posible que una misma estructura se vea sometida sucesivamente a los distintos tipos de deformación según se desarrolla la construcción.

Los parámetros característicos de la deformación de la estructura permiten evaluar los efectos, expresados en desplazamientos y giros, que inducen los movimientos del terreno sobre los elementos resistentes del edificio. Estos parámetros han sido estudiados por diversos autores: Attewell en 1977, O'Rourke en 1977, Hutchings en 1977 y Chan en 1981.

Atendiendo al procedimiento de introducción del material en el terreno, Sola, en el año 1999, estableció la primera clasificación genérica de las inyecciones: *inyecciones por presión* e *inyecciones por velocidad* (Jet Grouting).

En las *inyecciones por presión* se pueden a su vez distinguir tres tipos (Mitchell, 1981): inyecciones de impregnación o relleno, inyecciones de compactación o desplazamiento e inyecciones con fracturación

La compensación de movimientos, cuando nos referimos al control mediante inyecciones de los movimientos inducidos en la superficie del terreno por una excavación subterránea, se entiende actualmente como una interacción continua entre el avance de la excavación y el tratamiento de inyecciones realizado. Se trata de un proceso dinámico que introduce material entre una estructura y un túnel para lograr la compensación inmediata de los movimientos que provoca el fenómeno de la Subsistencia. Este procedimiento de reducción de los asentamientos inducidos por la excavación del túnel ha sido empleado con éxito durante las obras realizadas en los ferrocarriles metropolitanos de Baltimore, Washington, Caracas, Londres y Madrid, entre otras.

Parece pues, inadecuado, el aplicar la expresión *compensación de movimientos* cuando dicha medida no sea adoptada en consonancia con la generación de asentamientos que provocan los trabajos de tunelación. En tal caso sería apropiada la calificación de medida de protección estructural, ya sea mediante el levantamiento de un asiento ya producido, refuerzo de la cimentación, aislamiento de la estructura mediante Jet-Grouting, etc.

La denominación de *inyección de compensación*, fue introducida por el Dr. David Hight durante los trabajos realizados recientemente para un túnel metropolitano en la estación de Waterloo en Londres, en 1994, aunque la técnica ya la utilizaban el propio Baker y los técnicos españoles que diseñaron dicho tratamiento.

La técnica de control de Subsistencias denominada *inyecciones de compensación* es relativamente muy reciente. Su aplicación práctica se generalizó durante una ambiciosa campaña de control de edificios históricos llevada a cabo durante la extensión del metro de Londres (Jubilee Line Extension), en 1994, aunque con criterios aún restringidos que han sido claramente ampliados durante las recientes obras del metro de Madrid.

La primera aplicación documentada de este tipo de tratamiento fue la denominada *inyección dinámica de compactación* (Zeigler, 1982), llevada a cabo durante la construcción de la línea Noroeste del Sistema Rápido de Tránsito de Baltimore siguiendo la teoría desarrollada por W. Baker en el año 1983.

Como punto final cabe destacar que los principales avances en las últimas décadas del siglo XX dirigidos a los tratamientos del terreno han estado encaminados a la búsqueda de nuevas sustancias de inyección (espumas y resinas) y a la mejora de las lechadas de cemento para conseguir ampliar su ámbito de aplicación. En cuanto a las técnicas de inyección se han desarrollado las *inyecciones de compactación* y de *fracturación*.

CAPÍTULO V:

CONCLUSIONES

1. CONCEPTOS GENERALES

En las explotaciones mineras u obras subterráneas, la excavación introduce una alteración en el estado inicial del terreno, que lleva consigo la generación de movimientos en la roca próxima, a fin de restablecer el equilibrio tensional del suelo. Los desplazamientos del terreno según su magnitud, pueden originar deformaciones peligrosas para las estructuras, edificios o instalaciones situados en la superficie o en el propio terreno. Estos movimientos radiales dan lugar a asentamientos en superficie, así como a movimientos horizontales, que constituyen el fenómeno llamado Subsistencia. Cabe destacar que el movimiento de un punto de la superficie del terreno, se inicia días antes de que el frente o la excavación llegue a su vertical, momento en que el hundimiento/asiento puede estar entre el 10 y el 50% de su valor máximo; valor que alcanzará semanas después, y en algunas ocasiones, meses más tarde.

En la práctica, la medida de los hundimientos/asentamientos superficiales se mide a través de la *pérdida de suelo* ¹⁵, o área de la *cubeta de hundimientos/asientos*, es decir, la superficie comprendida entre la posición inicial y final de la superficie del terreno; expresando esta medida como un porcentaje de la sección de la galería o del túnel.

El comportamiento del terreno en estas condiciones depende de las características mecánicas y geométricas, pudiendo ser elástico o elasto-plástico o, en menor cuantía al menos en fenómenos de Subsistencia, viscoplástico.

Hoy en día los métodos experimentales de *funciones de perfil e influencia*, se viene utilizando en muchas cuencas carboníferas, así como los métodos estadísticos del N.C.B. (National Coal Board).

Igualmente, el *método de los elementos finitos*, cuando existe una adecuada caracterización geomecánica de los terrenos suprayacentes permite, por su flexibilidad, la adaptación a todo tipo de configuraciones tanto del entorno geológico como de la propia explotación y, combinando con nivelaciones "in situ" que sirvan como tarado del modelo, permite mediante un proceso de *-feed-back-* la previsión ajustada de los perfiles de hundimiento.

Una evaluación previa de todos ellos, junto con una detallada atención a las condiciones geológico-estructurales, y una gran dosis de sentido común, deben de utilizarse cuando se planteen problemas como los que habitualmente se presentan en España, en los que no existen experiencias pasadas recopiladas, y donde las condiciones particulares de una cuenca y su explotación hacen muy difícil buscar una referencia o punto de comparación que permita a priori definir el método de cálculo más ajustado a las condiciones locales.

¹⁵ Realmente no es cierto que toda la pérdida de sección de la galería o del túnel se convierta en una pérdida de suelo, pues, al aparecer tracciones en el terreno, éste se descomprime y se dilata, disminuyendo por lo tanto la *cubeta de hundimientos/asientos*.

2. EXPLOTACIONES MINERAS

2.1 Efectos en superficie sobre estructuras próximas

La trayectoria de un punto sometido al proceso de hundimiento es la resultante de un movimiento vertical y otro horizontal.

Las explotaciones mineras generan hundimientos diferenciales y tracciones o compresiones horizontales en la superficie del terreno afectando, naturalmente, a estructuras, edificios o instalaciones que muchas veces no están pensados en su origen para soportar estos efectos y, por lo tanto, se producen distorsiones en su estructura que inciden directamente sobre los costes de explotación.

Un edificio no sólo puede hundirse y verse desplazado lateralmente por efecto de una obra subterránea o una explotación minera, también puede inclinarse, curvarse y comprimirse y extenderse. La curvatura y la deformación lineal (tracción o compresión) siempre afectan a la estructura simultáneamente. La posición de un edificio es fundamental a la hora de verse afectado.

En la *Figura nº 10* se ilustra los cambios tensionales en una edificación antes, durante y después del paso de un tajo bajo ella.

Fase I: la casa se sitúa por delante del frente, en la zona de máxima deformación de tracción y de máxima curvatura convexa.

A causa de la fuerza de fricción resultante del desplazamiento del terreno, la cual en el campo próximo por delante del tajo se incrementa en la dirección del área de extracción, la estructura se ve expuesta a tensiones de tracción. Esta tensión de tracción es intensificada por la curvatura convexa del terreno situado por encima y por delante del tajo.

Fase II: poco después del paso del tajo, la estructura está en su máxima pendiente y se ve desplazada también hacia el área extraída. La curvatura en la proximidad del punto de transición del perfil es nula.

Fase III: la estructura está expuesta a curvatura cóncava y es comprimida por el terreno. Además, la fuerza de fricción resultante de los desplazamientos del terreno, la cual decrece, en el área de extracción en dirección del centro ejerce una tensión de compresión. En el centro de la *cubeta*, la deformación y la pendiente decrecen y el hundimiento se encuentra en su máximo.

Figura nº 10:
Movimiento y deformación de una estructura cuando una explotación pasa bajo ella (N.C.B.).

2.2 Daños por Subsidencia

La componente vertical del movimiento del terreno causa desplazamientos en dicho terreno y en la propia superficie puede afectar adversamente a los edificios, las estructuras, las construcciones y a la maquinaria de las fábricas; y el propio terreno a las conducciones de agua y drenajes.

En consecuencia los edificios, estructuras o construcciones pueden sufrir inclinaciones. Mientras un drenaje o una tubería pueden ser gravemente inclinados en una pequeña parte de su longitud lo que significa, a menudo, que la tubería continúe funcionando hasta el trozo afectado por el hundimiento total.

Es un hecho observado y estudiado que el perfil de la *cubeta de hundimiento/asientos* es una curva; en cada punto de la superficie el hundimiento vertical es distinto y se produce por lo tanto una variación de la pendiente primitiva de la superficie del suelo. Estas variaciones de pendiente, afectan sobre todo a las conducciones de agua, naturales o artificiales, pudiendo en algún caso invertirse el sentido de la corriente con los consiguientes perjuicios. Son también sensibles a estas manifestaciones las vías férreas que están diseñadas para que los trenes salven pendientes muy moderadas y al aumentar éstas pueden hacer impracticable el transporte por ferrocarril.

Por último señalar, como dato curioso, que dada la configuración de la *cubeta*, en el punto de la superficie correspondiente a la vertical del borde del taller las deformaciones horizontales son nulas; pero la pendiente es máxima y es posible encontrar edificios en perfecto estado de conservación pero con una inclinación respecto a la horizontal que los hace inhabitables; *Figura nº 11*.

Figura nº 11:

Alteraciones que sufre, en posición y pendiente, un edificio cuando un tajo pasa bajo el.

La curvatura de la *cupeta* y, por lo tanto, de la superficie sólo afecta a los cimientos de los edificios y sus efectos pueden fácilmente ser subsanados por medio de juntas de ruptura. Además la curvatura es proporcional a a/h^2 y sus efectos decrecen por lo tanto rápidamente con la profundidad.

Las medidas efectuadas muestran que el *radio de curvatura* ¹⁶ de la superficie, producido por los hundimientos mineros, oscila entre 500 y 20.000 m.

- Radio de curvatura de la superficie sometida a extensión R = 2.000 m.
- Radio de curvatura de la superficie sometida a compresión R = 5.000 m.

¹⁶ Las curvaturas de menor radio, que son las realmente peligrosas, se presentan raramente y no deben considerarse como el caso general. Para simplificar los cálculos se supone constante la curvatura en todos los puntos de los cimientos de un edificio; es decir se supone que la superficie final de apoyo de los cimientos es una esfera.

2.3 Deformaciones horizontales. Modelo de Neuhaus

La componente horizontal del movimiento en si no afecta a las construcciones pero al igual que ocurre con los desplazamientos verticales los de cada punto son diferentes y estos desplazamientos diferenciales producen deformaciones (alargamiento o contracciones) que difícilmente soportan las construcciones.

Los puntos de aplicación de estas cargas son toda la superficie de contacto del edificio con el suelo soporte de los cimientos, es decir, la superficie de base de los cimientos y las superficies laterales de éstos.

A continuación, en las *Figuras nº 12 y 13*, se expone el modelo reducido ideado por Neuhaus, en el año 1954, que explica correctamente la transmisión de los cargas de tracción o compresión que se ejercen sobre la superficie de los cimientos de una construcción (tomando como ejemplo que la superficie de apoyo de los cimientos está formada por una banda de caucho de anchura suficiente). Fijada esta banda por uno de sus extremos en una plancha rígida y tensa, se cuelgan de la otra pesos de dimensión variable; pudiendo aumentar o disminuir la tensión inicial colgando pesos mayores o menores. Esta banda de caucho se utiliza como soporte de una estructura de ladrillos. Sobre la banda se marca el centro *a* y los extremos *b* y *c* de la estructura de ladrillo.

Figura nº 12:

Efecto de una cimentación flotante sobre la estabilidad de un edificio (Modelo de Neuhaus) (N.C.B.).

Para mostrar primero el efecto de una extensión, se tensa la banda de caucho aumentando los pesos suspendidos. Se produce en el conjunto de los ladrillos un alargamiento.

Volviendo al estado inicial de tensión, las fisuras producidas se cierran en la medida en que no se hayan producido deformaciones permanentes en el conjunto, ya sea por desplazamiento de los ladrillos o

por obturación de las fisuras producidas (esta obturación puede presentarse en la práctica producida por residuos de mortero de construcciones).

Al iniciar otra vez el ensayo colocando sobre la banda de caucho una hoja delgada de papel sobre la que se construye de nuevo el edificio de ladrillos no se produce ninguna fisura al estirar la banda de caucho por aumento de tensión. La banda de caucho desliza bajo la hoja de papel. Los puntos extremos del edificio, *b* y *c*, marcados sobre la banda de caucho se alejan de las extremidades del muro; por el contrario el punto medio del edificio permanece inmóvil. Después de retirar los pesos añadidos, es decir, volviendo al estado original, el muro volverá a la posición inicial.

Al realizar el mismo ensayo pero con edificios de ladrillos diferentes, colocando debajo de cada uno una hoja de papel, si se aumenta la tensión de la banda añadiendo más pesos, se forma entre los dos edificios individualizados una fisura que se cierra en cuanto la tensión desaparece.

Se puede por un dispositivo análogo ilustrar el proceso de acortamiento del suelo de los cimientos y su influencia sobre los muros.

Se construye ahora sobre la banda de caucho, sin intercalar papel alguno, un edificio con una abertura correspondiente a una puerta y se provoca un acortamiento de la banda quitando pesos suspendidos.

Figura nº 13:

Efecto de la deformación sobre una puerta de entrada (Modelo de Neuhaus) (N.C.B.).

En cuanto el suelo de los cimientos se acorta, la puerta se estrecha en su parte inferior y los muros laterales del pasillo se inclinan ya que la parte superior de la puerta se mantiene mejor debido al rozamiento. Al repetir la experiencia colocando una hoja de cartón, no se produce daño alguno por compresión, la banda de caucho se encoge al disminuir la tensión sin perjudicar en nada al edificio de ladrillos.

Se podría representar igualmente, mediante un modelo adecuado, el efecto producido por juntas situadas entre dos edificios.

Si se construyen dos edificios de ladrillos separados por una junta y edificados sobre una hoja de papel, y como en los ejemplos anteriores, se aumenta la tensión se ve que la junta se agranda.

El modelo introducido por Neuhaus permite estudiar de una forma cualitativa los efectos de las deformaciones horizontales sobre los edificios. Sin embargo hay que tener en cuenta que la naturaleza de los terrenos influye notablemente en los efectos finales. Así, un terreno duro formado por arenisca o caliza, transmite directamente todas las deformaciones, mientras que un suelo elástico y esponjoso, como podría ser un nivel de margas, amortigua notablemente las deformaciones.

Dadas las especiales características de los elementos de construcción (ladrillos, mortero, hormigón, etc.) los efectos de las extensiones se dejan sentir aun cuando la intensidad, sea débil y no obstante es preciso que aparezcan fuertes compresiones para que sean visibles las grietas producidas por ellas.

También tiene una influencia preponderante sobre los efectos de las deformaciones la forma de los edificios, sobre todo su longitud y posición respecto al frente de avance de los talleres.

En la *Figura nº 14* se muestra, en resumen, las posiciones de máximos movimientos del terreno, o deformaciones del mismo, sobre un panel de extracción situado a una profundidad H .

Figura nº 14:

Posiciones de máximo movimiento o deformación del terreno sobre un tajo situado a una profundidad H (N.C.B.).

2.4 Daños debidos a las deformaciones horizontales

La extensión y la compresión horizontales son las causas más comunes de daños por hundimiento. La extensión está caracterizada por grietas abiertas o fracturas en la albañilería, y la compresión por el estrechamiento de huecos tales como puertas y ventanas y el desplazamiento horizontal de estructuras de ladrillos que han sido empujados por encima o por debajo de alguna parte refrenada de la estructura.

El grado de daño depende así de la naturaleza de la estructura (materiales, forma, edad y diseño) de tal forma que sólo se puede formular reglas aproximadas para predecir la severidad de los perjuicios. Los factores principales son la intensidad de la deformación y el tamaño de la estructura a la que afecta.

2.5 Tabla daños por Subsidencia

Como resultado de la experiencia de muchos años y de la recopilación de muchos ejemplos fotográficos, la N.C.B ha podido trazar una escala de clasificación de perjuicios que relaciona cinco grados aceptados de daño por hundimiento.

Los factores de deformación y de longitud de deformaciones dan sólo una guía general para la predicción de la intensidad del daño.

La predicción exacta depende también de la difícil práctica de reducir a términos cuantitativos y que sólo puede ser adquirida con la experiencia con edificios de diferentes edades y tipos de construcción.

CAMBIO DE LONGITUD DE LA ESTRUCTURA	CLASE DE DAÑO	DESCRIPCIÓN DEL DAÑO TÍPICO
Hasta 0,03 mm	1. Muy ligero o despreciable	Grietas filamentosas en el emplastecido. Quizás ligeras fracturas aisladas en el edificio no visible al exterior.
De 0,03 a 0,06 mm	2. Ligero	Diversas fracturas ligeras que se observan en el interior del edificio. Puertas y ventanas pueden agarrotarse ligeramente. Probablemente se necesitará reparación de la decoración.
De 0,06 a 0,12 mm	3. Apreciable	Fractura ligera que se observa en el exterior del edificio (o una fractura principal). Las puertas y ventanas se agarrotan: las tuberías pueden romperse.
De 0,12 a 0,18 mm	4. Severo	Las tuberías de servicio se parten. Fracturas abiertas que dejan entrar la lluvia en la estructura. Armazones de puertas y ventanas distorsionados; los suelos se inclinan apreciablemente; las paredes ladean o pandean de modo apreciable. Alguna pérdida de apoyo en las vigas. Si el daño es compresivo, solapado de las grietas del techo y elevación de ladrillería con fracturas horizontales abiertas.
Más de 0,18 mm	5. Muy severo	Como la anterior descripción, pero peor y necesitando una reconstrucción parcial o completa. Las vigas del suelo y del techo pierden apoyo y necesitan apuntalamiento. Ventanas rotas por la distorsión. Severas inclinaciones en los pisos. Si el daño es compresivo, severo alabeo y pandeo de techo y paredes.

Tabla nº 1:
Clasificación de la National Coal Board para perjuicios por hundimiento minero.

La *Figura nº 15* reproduce un gráfico que puede ser utilizado junto con la *Tabla nº 1*.

Figura nº 15:

Relación del daño con la longitud de la estructura y la deformación horizontal del terreno (N.C.B.).

3. TÚNELES

3.1 Equilibrio suelo - estructura

Inicialmente el suelo se encuentra en equilibrio de forma que las tensiones se encuentran compensadas. Una excavación en este terreno induce un desequilibrio tensional que produce la relajación de tensiones en torno a la excavación que provocan unas deformaciones de convergencia sobre la cavidad abierta (relacionada con la pérdida de terreno: Subsidiencias).

Si la convergencia se estabiliza no es necesario actuar, en caso contrario, es necesario incluir un dispositivo de sostenimiento que funcione como contención al entrar en contacto con el terreno. La estructura de contención, a su vez, se deformará hasta alcanzar el equilibrio de tensiones. La puesta en tensión y las cargas actuantes sobre el revestimiento dependerán en gran medida del momento de colocación de dicho revestimiento. Cuanto antes se coloque el revestimiento, los asientos serán menores y la carga sobre dicho revestimiento aumenta.

3.2 Movimientos originados por la excavación: cubeta de asientos

La excavación de un túnel altera el terreno en las zonas próximas al contorno excavado. Si la profundidad del túnel no es muy grande estos movimientos se manifiestan en la superficie en forma de asientos, Subsidiencias.

Las distintas componentes del asiento muestran la contribución al valor del asiento máximo que tiene la posición relativa del frente de excavación; *Figura nº 16.*

$$S_{\text{máx}} = a + b + c \quad (r)$$

Figura nº 16:
Esquema longitudinal de la cubeta de asientos (Oteo, 1984).

Ante la excavación, las estructuras superficiales se pueden ver sometidas a asientos diferenciales que pueden inducir tensiones en la estructura que puede que no soporte. Los asientos se producen en fases sucesivas, por descompresión frontal que produce la excavación en el terreno, por el espacio no revestido y una vez colocado el revestimiento. La *cubeta de asientos* extrapola las dimensiones de la zona afectada por la Subsistencia, definida por el límite de los asientos, acotados por los ángulos $\alpha \sim 42^\circ$ (al frente) y $\beta \sim 45^\circ$ (transversal), desde el frente de excavación, observándose que las curvas de asiento adoptan la forma de una campana de Gauss; *Figura nº 17.*

Figura nº 17:
Cubeta de asentos (Oteo, 1984).

Dos parámetros utilizados habitualmente en los estudios de Subsistencia inducidos por la excavación de un túnel son:

Volumen de asentos: área encerrada por la curva de asentos transversales dividida por el área inicial de la sección del túnel.

Pérdida de sección: variación del área de la sección del túnel en su deformación.

Son dimensiones referidas a secciones transversales y su estudio se puede correlacionar con las Subsistencias reales producidas.

3.3 Parámetros de daño en las estructuras

Los parámetros a tener en cuenta a la hora determinar los daños sobre las estructuras en superficie, *Figura nº 18*, son:

- Rotación de sólido rígido:

$$\alpha$$

- Asiento del punto A de la estructura:

$$d_{svA}$$

- Distorsión angular:

$$W = \frac{d_{svA} - d_{svB}}{I_{AB}} \quad (s)$$

- Deflexión relativa entre C y D:

$$\Delta_{CD}$$

- Índice de curvatura:

$$I_{\Delta} = \frac{\Delta_{CD}}{I_{CD}} \quad (t)$$

Figura nº 18:
Parámetros de daño en las estructuras.

3.4 Ejemplo de aplicación: método semiempírico de Madrid

La decompresión producida por la excavación de un túnel hace que el volumen excavado (por unidad de longitud) sea inferior al volumen por unidad de longitud original V_0 . Se produce una *pérdida de suelo*, ΔV , que origina en superficie, una *cubeta de asientos*, que tiene la forma de una campana de Gauss invertida.

Si tomamos como ejemplo un túnel de sección circular, excavado en arcillas, con su centro a $Z_0 = 36$ m de profundidad, con una radio de 7,5 m y una convergencia media de la sección de 7,5 cm, obtenemos los siguientes resultados para el asiento máximo y los principales valores que determinan la *cubeta*.

La distancia, i , desde el eje del túnel al punto de inflexión de la *cubeta* es directamente proporcional a la profundidad del túnel.

$$i = CZ_0 \quad (\mathbf{u})$$

Como hipótesis de partida de los datos empíricos, Mair y Taylor (1997), nos sugieren adoptar para el terreno arcilloso una constante de proporcionalidad $C = 0,5$; si fuera un suelo granular adoptaríamos $C = 0,35$.

Suponiendo que no existen pérdidas por descompresión o dilatación del terreno hasta la superficie adoptamos $V_s = \Delta A$

El asiento máximo, $S_{m\acute{a}x}$, en función de V_s e i será:

$$S_{m\acute{a}x} = \frac{V_s}{2,5i} = \frac{(V_s/V_0)V_0}{2,5i} = \frac{(V_s/V_0)V_0}{2,5CZ_0} \quad (\mathbf{v})$$

La relación V_s/V_0 depende de la calidad de la construcción del túnel, por lo que el asiento máximo es proporcional a la superficie de la sección del túnel, V_0 .

Es también importante el máximo desplazamiento lateral, $U_{m\acute{a}x}$, que se produce a una distancia i del túnel.

$$U_{m\acute{a}x} = -0,607 \frac{S_{m\acute{a}x}i}{Z_0} = -0,607 S_{m\acute{a}x} C \quad (\mathbf{w})$$

La máxima distorsión angular, $\delta_{\text{máx}}$, está directamente relacionada con los daños que se producen a la distancia i del eje del túnel.

$$\boxed{\delta_{m\acute{a}x} = \frac{S_{m\acute{a}x}}{i} = \frac{S_{m\acute{a}x}}{CZ_0}} \quad \textbf{(x)}$$

Y la máxima extensión angular, $\varepsilon_{x \text{ máx}}$, se produce a una distancia $\sqrt{3} x_i$ del eje del túnel.

$$\boxed{\varepsilon_{x\max} = \frac{0,446 S_{\max}}{Z_0}} \quad (\mathbf{y})$$

Estas últimas cuatro ecuaciones indican que todos los parámetros relacionados con el daño a edificios son proporcionales a la sección del túnel. Además $S_{\text{máx}}$ y $U_{\text{máx}}$ son inversamente proporcional a su profundidad, y $\delta_{\text{máx}}$ y $\varepsilon_{\text{x máx}}$ lo son al cuadrado de la profundidad.

Observando la *Figura nº 19* se puede apreciar que a un metro de profundidad la cubeta estará más extendida, pero los posibles daños serán muy inferiores.

La forma de la curva de Gauss de asientos sigue la siguiente expresión:

$$S(x) = Smáxe^{-\frac{x^2}{2i^2}} \quad (\mathbf{z})$$

Figura nº 19:

Figura 11-19:
Cubeta de asientos provocada por la excavación de un túnel.

Se puede evaluar el daño que estos asientos producen sobre las estructuras (contenidas en el límite de los asientos) a través del asiento máximo, $S_{\text{máx}}$, el movimiento horizontal máximo, $U_{\text{máx}}$, la máxima distorsión angular, $\delta_{\text{máx}}$, y la máxima extensión lateral, $\epsilon x_{\text{máx}}$.

CAPÍTULO VI:

MEDIDAS CORRECTORAS

En epígrafes anteriores se ha citado que el fenómeno de Subsidencia puede ocasionar daños en construcciones, obras lineales e instalaciones que se sitúan en superficie o en el propio terreno y que, en cierta medida, no fueron diseñadas o concebidas para soportar, en su estructura interna, tales efectos. Teniendo en cuenta esto, el presente capítulo tratará de aportar soluciones a aquellos daños o deformaciones generados por la Subsidencia sobre dichas estructuras. Se abordarán temas referentes a medidas sobre explotaciones, tratamientos del terreno y refuerzo de estructuras. Sin olvidar, en ningún instante, que las medidas correctoras pueden agruparse en tres grupos o etapas (predicción, prevención y protección), y que interrelacionadas entre sí nos ofrecen las soluciones óptimas al problema. La exactitud con la que se realice la predicción y la determinación de los distintos parámetros o magnitudes que caracterizan la Subsidencia (tales como el hundimiento, la pendiente, la curvatura máxima de la *cupeta* y las tensiones de tracción y compresión asociadas) nos permitirán evaluar los posibles daños causados en las estructuras.

1. MEDIDAS SOBRE EXPLOTACIONES MINERAS

Cuando el fin de las medidas correctoras es proteger desde el interior las estructuras, es decir aplicar dichas medidas sobre una explotación minera subterránea, existen dos formas de *actuaciones básicas*¹⁷:

- Crear y dejar sin explotar pilares de seguridad o "macizos de protección".
- Explotación minera controlada.

Por un lado los macizos de protección deben diseñarse de forma que la deformación final del terreno no exceda las deformaciones máximas permisibles de las estructuras protegidas. La pérdida de mineral que estos macizos llevan consigo puede reducirse mediante métodos parciales de explotación.

Por otro lado las operaciones de explotación pueden desarrollarse de forma tal que ni las deformaciones finales ni las temporales excedan los valores permisibles.

Las principales medidas llevadas a cabo en explotaciones mineras pueden, por tanto, quedar divididas de la siguiente manera:

1. Macizos de protección.
2. Operaciones de explotación:
 - a. Evitando configuraciones adversas.
 - b. Extracción parcial.
 - c. Relleno.
 - d. Avance rápido.
 - e. Geometrías de explotaciones especiales en tajos. Orientación de frentes.

Cabe subrayar, que la solución más económica para un caso particular que se nos pueda presentar, normalmente es una combinación conjunta de varias de las medidas correctoras señaladas anteriormente.

¹⁷ Ambos objetivos pueden alcanzarse evitando geometrías de las explotaciones desfavorables, mediante relleno, o por explotación parcial. Las deformaciones finales pueden minimizarse creando áreas supercríticas de extracción por debajo de las zonas a proteger en superficie. La deformación temporal o transitoria puede, asimismo, minimizarse por extracción rápida así como por una apropiada distribución de las zonas de los tajos de explotación.

Configuraciones que maximizan las deformaciones y los daños estructurales

Hasta cierto límite es generalmente posible evitar algunas configuraciones y secuencias de las explotaciones mineras, que produzcan movimientos diferenciales máximos sobre estructuras importantes.

Las configuraciones más usuales aparecen en la *Figura nº 20* (A, B, C y D). Las distancias críticas indicadas en estas representaciones ($X_c = 0,2 h$) para la posición de máxima deformación a tracción (extensión), se expresan como ejemplos y no tienen obviamente una validez general; para cada caso particular dependerán del valor del ángulo de fractura (β).

Figura nº 20:
Configuraciones que maximizan deformaciones y daños estructurales
(U.S. BUREAU OF MINES).

Figura A: ¹⁸ Cuando la estructura esté situada en la zona indicada por el ángulo de fractura (β), estará sometida a la máxima deformación a tracción. La explotación, por tanto, no deberá cesar a la distancia h $\cot(\beta)$. La deformación se duplica si otro frente de arranque pasa a la

misma distancia pero en dirección opuesta. Macizos con estas dimensiones no protegen a la estructura, sino que producen un resultado totalmente opuesto: originarán un daño mayor que si se hubiese explotado totalmente la capa sin dejar ningún macizo.

Figura B: ¹⁹ A veces durante el avance del frente de trabajo, el área de extracción alcanza unas dimensiones, que generan unas deformaciones de compresión en superficie máximas. En esta situación, es totalmente desfavorable el parar el avance en este momento, si existen estructuras en superficie susceptibles a la compresión.

Figura C: En esta configuración la estructura se ve sometida a la máxima pendiente cuando el frente pasa por un tiempo suficientemente largo, que dé lugar al desarrollo final de las deformaciones del terreno.

Figura D: (en planta), presenta una configuración de las explotaciones que genera la máxima distorsión horizontal (cizalladura) en superficie. El desplazamiento horizontal alcanza su valor máximo, $V_{máx}$, cuando se extrae un área semicrítica o mayor. La extracción de un cuarto (cuadrante) del área de extracción, genera un par de componentes paralelas y opuestas, cada una de ellas con un valor, $1/2 V_{máx}$. Este efecto de cizalladura afecta principalmente a estructuras con grandes dimensiones laterales.

Los efectos de estas configuraciones no se harán muy graves si la profundidad de las explotaciones excede la profundidad crítica que corresponda a la estructura que queramos proteger.

¹⁸ Las Figuras A y B, hacen referencia, como se ha visto, a fenómenos relacionados con la curvatura de la curva de hundimiento y a las deformaciones, que como se sabe son proporcionales a las curvaturas (extensión para curvatura convexa y compresión para curvatura cóncava).

¹⁹ La profundidad crítica puede hacer referencia a conceptos como deformación, pendiente o a curvatura, y pueden derivarse partiendo de determinadas *funciones de influencia* ya conocidos.

Profundidad crítica de las explotaciones

Este concepto hace referencia a la *mínima profundidad* ¹⁹ posible de las explotaciones, bajo la que puede desarrollarse, sin que dé lugar a deformaciones en superficie, superiores a las máximas permisibles de la estructura en particular que se está protegiendo. También se la suele denominar y conocer por *profundidad de seguridad*.

Se puede considerar la *profundidad crítica* en relación a la deformación a tracción (expansión), partiendo de *funciones de influencia*.

La *profundidad crítica* es la profundidad de una explotación, que genera una deformación a tracción, E_{max} , igual a la deformación máxima permisible, ϵ_a , de la estructura a proteger; *Figura nº 21*.

Figura nº 21:
Profundidad crítica de las explotaciones
(U.S. BUREAU OF MINES).

1.1 Macizos de protección

Basándose en las *funciones de influencia*, es posible determinar la distancia horizontal de una estructura en superficie a proteger, a la que debe pasar el proceso de avance de un frente de trabajo, de forma que las deformaciones inducidas en la estructura no sobrepasen su máxima deformación permitida; esto es, permite definir las dimensiones del macizo de protección correspondiente.

1.2. Operaciones de explotación

1.2.1 Extracción parcial

La extracción parcial, se basa en un esquema regular de huecos (cámaras) y pilares (macizos), en vez de un único macizo de protección. Este esquema corresponde a los conocidos huecos y pilares, cámaras y pilares o paneles y pilares. Los movimientos en la roca originados por cada una de las excavaciones consideradas individualmente, se superponen dando lugar a una *cubeta de hundimiento* en superficie, con pocas ondulaciones.

El área de extracción en estos casos se considera en total formada por los huecos o cámaras y por los pilares; y similarmente al caso de extracción total, el hundimiento en el centro de la *cubeta* se hace constante cuando el área de extracción excede una cierta dimensión, de forma que los conceptos de área crítica y hundimiento total son también aplicables.

La forma preferentemente usada es la de paneles relativamente largos y estrechos, *Figura nº 22*, separados por pilares permanentes. La anchura de los paneles y pilares es del orden del 20 al 30% de la profundidad de explotación, con un ratio de extracción alrededor del 40 al 70%.

Los hundimientos observados vienen a ser de un 3% a un 20% de la potencia de la capa; aumentando con la profundidad debida a la mayor compresión ejercida sobre los pilares.

La utilización de relleno puede ser útil para proteger la estabilidad de los pilares y reducir el hundimiento; igualmente es a menudo posible abandonar los pilares en zonas en la capa es más irregular o inferior calidad (esterilizaciones).

Figura nº 22:
Tamaño de pilares cuadrados
(N.C.B.).

1.2.2 Relleno

El efecto del relleno en las deformaciones que ocurren en superficie, viene implícitamente incluido en el factor de hundimiento a de la expresión: $S_{\text{máx}} = ma$. Dado que todas las componentes de las deformaciones superficiales son función de $S_{\text{máx}}$, éstas lo serán por tanto del factor de hundimiento a .

Este factor es un parámetro adimensional, expresado como fracción o porcentaje de la potencia explotada de la capa (m). Su magnitud depende principalmente de la compresibilidad del material de relleno y de la forma de realizar el mismo.

- La *extracción total sin relleno ninguno* (hundimiento integral), produce un hundimiento continuo del techo inmediato, dando lugar a hundimientos superficiales con factores de 0,60 a 0,95.
 - El *relleno parcial* (llaves de madera) introduce poca influencia sobre el anterior con factores de 0,6 a 0,9.
 - El *relleno neumático*, manual o volcado da valores entre 0,30 y 0,7; siendo el valor más normal el de 0,5.
 - El *relleno hidráulico* induce factores de hundimiento que oscilan entre 0,1 a 0,3, habiéndose obtenido valores de hasta 0,08 rellenando a presión.
- Cuando la *extracción parcial se combina con relleno hidráulico* en los paneles, los factores de hundimiento pueden hacerse inferiores a 0,03.

El amplio rango de estos factores de hundimiento es debido a la calidad variable de los materiales de relleno y al sistema de rellenar en sí mismo.

Si la protección en superficie es el principal objetivo del relleno, es deseable rellenar tan pronto como sea posible después de la excavación, y minimizar los huecos por un cuidadoso empaquetado

1.2.3 Avance rápido

La idea con este concepto es la de explotar un área supercrítica con respecto a las estructuras susceptibles, mediante un avance rápido y por tanto reducir el tiempo durante el cual la estructura se encuentra en una situación desfavorable, tal como las indicadas en la *Figura nº 23*.

La estructura en estas condiciones queda sometida a un hundimiento máximo, pero al estar en el centro de un área supercrítica, no experimenta deformación permanente, ni efectos de inclinación ni curvatura. Como se sabe el factor más importante es la deformación a tracción (expansión) a la cual se desplaza con el avance del frente, afectando temporalmente la estructura en cuestión.

La máxima expansión transitoria, E_t , en la deformación temporal es necesariamente menor que la máxima deformación a tracción estática, $E_{\text{máx}}$, disminuyendo con la velocidad de avance.

Las observaciones realizadas han demostrado que esta deformación máxima transitoria a compresión es mucho menor que la deformación transitoria máxima a tracción, E_t . Cuando se va a explotar debajo de una estructura, el problema es el de determinar una velocidad de avance del

tajo que no permita que se desarrollen deformaciones transitorias superiores a la deformación máxima permisible de la estructura.

Figura nº 23:
Avance rápido en áreas críticas
(N.C.B.).

1.2.4 Geometrías de explotaciones especiales en tajos. Ejemplo orientación de frentes

Cuando existan estructuras rectangulares alargadas en el suelo debe explotarse mediante tajos largos paralelos a la mayor longitud de la estructura. Esto, sin embargo, no se aplica a frentes cortos, a los cuales acompañan compresiones transversales en las zonas centrales que afectarían a las estructuras en la dirección de su eje mayor.

Por otro lado, un edificio largo sobre los extremos de un frente estaría más favorablemente orientado con su eje mayor paralelo a la dirección de avance, ya que las deformaciones a tracción transitorias son pequeñas en esta región, mientras que la deformación transversal puede hacerse apreciable.

Como regla general se debe considerar siempre que el eje mayor de la estructura deberá ser paralelo a las líneas de iso-hundimiento.

1.3 Normativa: efectos en superficie, estructuras

Los desplazamientos de la superficie del terreno atribuibles directamente a la actividad minera pueden predecirse con razonable exactitud pero muchas formas de los efectos en superficie ocasionan importantes desplazamientos locales del terreno no predecibles.

Una estructura alcanzará a resistir una pérdida parcial de cimentación si posee suficiente resistencia y rigidez, y sus deformaciones no están directamente relacionadas con la magnitud y sentido de los desplazamientos del terreno; sin embargo, los efectos de tales desplazamientos pueden ser desastrosos si la estructura posee insuficiente resistencia y rigidez y es ampliamente dependiente de la resistencia aportada por el terreno. Así, las construcciones tradicionales de poca altura y muros portantes de ladrillo, fundadas sobre cimientos de hormigón no reforzado son dañadas rápidamente por la Subsidencia local y las deformaciones de tales edificios están de acuerdo con el perfil de desplazamiento.

A continuación, *Tabla nº 2*, se muestran los movimientos del terreno permisibles y los coeficientes de seguridad adoptados en la Cuenca del Donetz (U.R.S.S.) para cada una de las seis categorías en las que se dividían en ella los edificios.

CATEGORÍA	PENDIENTE PERMISIBLE $\times 10^{-3}$	RADIO CURVATURA PERMISIBLE (m)	DEFORMACIÓN PERMISIBLE $\times 10^{-3}$	COEFICIENT SEGURIDAD $\alpha \leq 45^\circ$	COEFICIENT SEGURIDAD $\alpha \geq 45^\circ$
I	4,0	20.000	2,0	400	500
II	4,5	18.000	2,5	350	400
III	5,0	12.000	3,5	250	300
IV	8,0	5.500	6,0	150	200
V	10,0	3.000	7,5	100	150
VI	25,0	1.000	14,0	50	75

Tabla nº 2:
Movimientos del terreno permisibles (Distrito de Donetz, U.R.S.S.).

Las categorías representaban la importancia y sensibilidad de las estructuras. Edificios como las casas de pisos y las escuelas se clasificaban según su altura, *Tabla nº 3*, como sigue:

ALTURA (m)	NÚMERO DE PLANTAS	CATEGORÍA
15	Cinco y más	II
10-15	Tres y cuatro	III
5-10	Una y dos	IV ó V
5	Una	VI

Tabla nº 3:
Clasificación de los edificios por altura.

- α : buzamiento de la capa.

El coeficiente de seguridad es la relación entre la profundidad de seguridad y el espesor de la capa.

(La profundidad de seguridad se define como la profundidad mínima a la que puede explotarse una capa sin producir alteraciones en el terreno mayores de las permisibles).

Bjerrum, en el año 1963, trabajando sobre los criterios de Skempton y Mc Donalds del año 1956, presentó la normativa de daños expresada en la *Tabla nº 4*.

DEFORMACIÓN ANGULAR	COMENTARIOS
1/750	Límite donde deben temerse dificultades con la maquinaria sensible a los asentamientos.
1/600	Límite de peligro para estructuras atirantadas.
1/500	Límite de seguridad para edificios donde no pueda permitirse agrietamiento.
1/300	Límite donde es previsible la aparición de las primeras grietas en tabiques de una pieza. Límite donde debe esperarse dificultades con grúas puente.
1/250	Límite donde puede hacerse visible la inclinación de edificios altos y rígidos.
1/150	Agrietamiento considerable en tabiques de una pieza y en paredes de ladrillo. Límite seguro para paredes de ladrillo flexibles con relación altura/longitud $< 1/4$. Límite donde deben temerse daños estructurales en edificios corrientes.

Tabla nº 4:
Criterios provisionales de daños (Bjerrum, 1963).

Con referencia a los movimientos horizontales, la clasificación de daños de la N.C.B. es, probablemente, la más conocida; *Tabla nº 5*.

VARIACIÓN DE LA LONGITUD DE LA ESTRUCTURA (m)	CLASE DE DAÑOS	DESCRIPCIÓN DEL DAÑO TÍPICO
Menos de 0,03	1. Muy ligeros o despreciables	Fisuras muy finas en la escayola. Posibles grietas pequeñas aisladas en el edificio, no visible por fuera.
De 0,03 a 0,06	2. Ligeros	Varias grietas pequeñas visibles dentro del edificio. Las puertas y ventanas pueden trabarse ligeramente. Probablemente sean necesarias reparaciones en la ornamentación.
De 0,06 a 0,12	3. Apreciables	Ligero agrietamiento visible en el exterior del edificio (o una grieta principal). Puertas y ventanas se traban; las tuberías de servicios pueden agrietarse.
De 0,12 a 0,18	4. Severos	Tuberías de servicios rotas. Grietas abiertas requiriendo recomposición y comunicando la estructura con el ambiente exterior. Marcos de puertas y ventanas deformadas; suelos sensiblemente desnivelados; paredes sensiblemente inclinadas o abombadas. Si hay daños por compresión, solape de las juntas de techo y levantamiento de la obra de ladrillo con grietas horizontales abiertas.
Más de 0,18	5. Muy severos	Como lo anterior, pero peor, y requiriendo reconstrucción parcial o total. Las vigas de techo y suelo pierden la portancia y precisan apuntalarse. Rotura de ventanas con deformación. Fuertes inclinaciones en los suelos. Si hay daños por compresión, fuerte combamiento y abombamiento de techo y paredes.

Tabla nº 5:
Clasificación del National Coal Board (1975) de daño por Subsidencia.

La *Tabla nº 6* muestra los criterios adoptados en Polonia (Ochab, 1961).

DEFORMACIÓN HORIZONTAL PERMISIBLE	TIPO DE ESTRUCTURA O SERVICIO
0,2 %	Tuberías de gas que requieren protección particular contra el peligro de explosión de gas si sufren daños, asimismo elementos tales como depósitos de agua e instalaciones industriales de reconocida especial importancia o susceptibilidad particular a daños relacionados con la vida y la seguridad.
0,4 %	Edificios industriales de hormigón armado de construcción monolítica o con grúas puente, Iglesias con cúpulas y otros grandes edificios de uso público tales como hospitales, teatros, etc, cauces de río y embalses de agua siempre que la opinión hidrogeológica sea que las características del terreno no requieran un aumento o disminución de las condiciones de seguridad, líneas de ferrocarril principales y estaciones de ferrocarril con cierta cantidad de equipos técnicos, túneles y puentes de arco, tuberías principales de distribución de agua, también grandes edificios residenciales con longitud superior a 20 m.
0,6 %	Carreteras principales, vías férreas y pequeñas estaciones de ferrocarril, puentes de viga continua, edificios industriales contruidos en ladrillo, acero y madera, sin grúas y que no son demasiado susceptibles a los movimientos del terreno, torres de refrigeración, chimeneas elevadas, torres de agua, Iglesias con techos contruidos con vigas, edificios residenciales con longitud de 10 a 20 m, edificios residenciales de más de 20 m de largo pero de construcción especialmente protegida, alcantarillados principales y aeródromos.
0,9 %	Grandes estadios de deportes, edificios residenciales hasta 10 m de longitud, edificios residenciales de 10 a 20 m de largo de construcción especialmente protegida y otros elementos de pequeña importancia.

Tabla nº 6:

Clasificación de deformaciones permisibles del ministerio polaco de minas y energía (Ochab, 1961).

Por último la *Tabla nº 7* presenta los límites propuestos por Sowers para diferentes construcciones y los tres tipos principales de movimientos que puede producir una explotación minera.

TIPO DE MOVIMIENTO	FACTOR LIMITADOR	ASENTAMIENTO MÁXIMO
Asentamiento total	Drenaje Acceso Probabilidad de asentamiento no uniforme Estructuras con paredes de mampostería Estructuras con armazón Chimeneas, silos, torres emisoras	6 in. a 12 in. 12 in. a 24 in. 1 in. a 2 in 3 in. a 4 in 3 in. a 12 in
Inclinación	Estabilidad contra vuelco Depende de altura y anchura Inclinación de chimeneas, torres, Balanceo de camiones, etc Apilamiento de bienes Funcionamiento de máquinas-telares de algodón Funcionamiento de máquinas-turbo generadores Raíles de grúas Drenaje de suelos	Depende de altura y anchura 0,004 L 0,01 L 0,01 L 0,003 L 0,0002 L 0,003 L 0,01 L a 0,02 L
Movimiento diferencial	Paredes altas y continuas de ladrillo Edificio factoría de una planta en ladrillo, Agrietamiento de paredes Agrietamiento plástico (yeso) Armazón de edificio de hormigón armado Paredes de hormigón armado en edificios Estructura metálica, continua Estructura simple de acero	0,0005 L a 0,001 L 0,00 1 L a 0,002 L 0,00 1 L 0,0025 L a 0.004 L 0,003 L 0,005 L

Tabla nº 7:
Asentamientos límite.

L = distancia entre dos columnas adyacentes que se asientan en cantidades distintas o entre dos puntos cualesquiera que se asientan de forma distinta. Los valores más altos son para asentamientos regulares y estructuras con mayor tolerancia. Los valores más bajos son para asentamientos irregulares y estructuras críticas.

Esta amplia variedad de criterios y normas constructivas no hace aconsejable la presentación de una normativa única salvo que se eligiese el criterio más restrictivo de todos los casos, por eso se considera recomendable la orientación legal norteamericana, que presenta una legislación abierta, obligando al explotador a tomar las precauciones necesarias en sus planes de explotación y considerando a éste responsable de los daños producidos en superficie, con sujeción a las leyes civiles.

2. MEDIDAS SOBRE TÚNELES: TRATAMIENTOS DEL TERRENO

El objetivo de estas medidas es el de disminuir, en todo lo posible, las pérdidas de suelo, reduciendo así los asentamientos consiguientes. Para mejorar las características del terreno existen muy diversas posibilidades.

Un tratamiento con inyecciones consiste en la introducción en el terreno de una sustancia que mejora sus condiciones de resistencia, permeabilidad y/o deformabilidad. La introducción del material logra su efecto rellenando los huecos existentes entre las partículas de un suelo, creando y rellenando fracturas, desplazando el terreno próximo, o mezclándose con él dando lugar a un nuevo material. Esta definición implica la necesidad de una sustancia que sea, en un principio, lo suficientemente líquida como para penetrar en las fisuras o entre las partículas, pero que endurezca posteriormente para dotar al terreno de las cualidades buscadas (impermeabilidad, resistencia y/o deformabilidad). Por otro lado, para ejecutar la inyección son precisos equipos y elementos auxiliares que permitan la colocación de la sustancia, controlando la presión y el volumen a la que se introduce, en un determinado punto del terreno.

Los tratamientos de inyección del terreno constituyen una de las herramientas de la geotecnia más versátiles. En este sentido es posible inyectar zonas del terreno desde la superficie o desde el interior de galerías o excavaciones; permiten el uso de diferentes materiales en la inyección que consiguen preservar los factores medioambientales sin afectar acuíferos naturales ni zonas del terreno no tratadas, etc.

La mejora del terreno por medio de inyecciones resulta del relleno de los huecos naturales o provocados que posee el subsuelo con una sustancia que endurece en su interior. Este proceso puede llevar emparejados unos desplazamientos forzados que compactan el terreno confinado y el circundante, introduciendo así una disminución en el tamaño de los huecos. Estos mecanismos de reducción del índice de huecos, por compactación o por relleno, son los que hacen posible la mejora de la resistencia, la impermeabilización y la rigidez deformacional del terreno tratado. El tratamiento resulta más efectivo en la medida en que se reduzca de mayor forma el índice de huecos.

No todos los mecanismos de reducción de huecos se producen simultáneamente en cualquier tipo de inyección, según la inyección de que se trate se producirá uno u otro mecanismo. Cuando pretendemos una reducción de huecos por relleno de los mismos, es preciso acceder a la red de poros o fracturas que los conectan. Para ello se recurre al distanciamiento de los puntos inyectados mediante la separación de los taladros de inyección. Se logra de esta manera acceder a la red de huecos con la mezcla inyectada desde distintos lugares y rellenar la misma partiendo de distintos puntos.

Durante las operaciones de inyección la mezcla rellena los huecos, crea fisuras y las rellena o comprime el terreno hasta lograr un determinado alcance (radio efectivo) en el tratamiento. Posteriormente la inyección se detiene y la mezcla endurece. Las sucesivas reinyecciones actuarán sobre el terreno ya mejorado, se generarán nuevas fracturas para reforzar el tratamiento y/o se provocarán desplazamientos impuestos sobre el terreno

previamente tratado. Resulta importante que en el transcurso de cada fase de reinyección el material no comience a endurecer, no provoque bloqueos en el sistema sedimentando y sea capaz de desplazar, por diferencia de densidades, el agua existente en el terreno.

En el contexto de los tratamientos del terreno mediante inyecciones, es preciso distinguir los principales procedimientos de inyección que se emplean actualmente, así como las distintas aplicaciones a las que se destinan. Atendiendo al procedimiento de introducción del material en el terreno, se puede establecer una primera clasificación genérica de las inyecciones; Sola, 1999:

- a) Inyecciones por presión: se trata de la introducción del producto inyectado por medio de un tubo que lo difunde en el terreno.
- b) Inyecciones por velocidad (Jet-Grouting): se basa en proyectar a gran velocidad y a alta presión un fluido por unas toberas, que remueve el terreno in situ mezclándolo simultáneamente con el producto cementante inyectado.

2.1 Inyecciones por presión

El objetivo de este tratamiento es rellenar los huecos existentes en el suelo, dándole así una mayor rigidez y resistencia. La técnica más apropiada para realizar estas inyecciones es la del *tubo-manguito*. El producto a inyectar puede ser cemento u otros productos químicos, según la naturaleza del suelo a inyectar.

Las inyecciones de cemento están constituidas por una mezcla de cemento, agua y aditivos. El tipo de aditivo a utilizar depende del terreno a inyectar, siendo los más normales bentonita, cenizas y arena.

Su posibilidad de aplicación vendrá determinada por la capacidad de penetración de la mezcla elegida, que tiene que ser capaz de penetrar y rellenar los espacios intergranulares existentes en el suelo. Por ello, las inyecciones de cemento son descartables en suelos con alto contenido de finos, y deben reservarse para suelos granulares.

Las inyecciones químicas tienen una penetrabilidad mucho mayor que la del cemento, pudiendo alcanzar casi la del agua, por lo que, pese a su mucho mayor coste, sustituyen a las de cemento en suelos con alto contenido de finos.

La técnica aplicada, con el sistema *tubo-manguito*, se basa en una estimación del volumen de huecos que será necesario rellenar, disponiendo el espaciamiento de las inyecciones en función de la distancia que se estima que puede penetrar el producto inyectado en el terreno.

Antes de elegir el tipo de inyección a realizar, es esencial efectuar pruebas, a fin de verificar su eficacia.

En las inyecciones “por presión”, *Figura nº 24*, se pueden a su vez distinguir tres tipos; Mitchell, 1981:

- Inyecciones de impregnación o relleno: rellena huecos y los cementa.
- Inyecciones de compactación o desplazamiento: aumenta la densidad.
- Inyecciones con fracturación: abre la fisura y la rellena, cementándola.

Figura nº 24:
Tipos de inyección “por presión” (Mitchell, 1981).

2.2 Inyecciones por velocidad (Jet-Grouting)

Con este sistema, *Figura nº 25*, se consigue la disgregación total del suelo original, que se une íntimamente con la lechada de cemento, formando así, al fraguar un sólido mixto suelo-cemento, de características de resistencia e impermeabilidad muy superiores al terreno original.

Esta técnica puede aplicarse en terrenos arcillosos o arenosos, dando óptimos resultados en suelos de arenas y gravas, pero no permite la presencia de bolos.

Figura nº 25:
Jet-Grouting.

2.3 Otros: congelación del terreno, inyecciones armadas e inyecciones de compensación

Congelación del terreno

Se aplica en terrenos saturados de agua, cuando no pueden aplicarse otros tratamientos. Consiste en realizar unas perforaciones en el terreno, por las que se hace circular un fluido de congelación con nitrógeno líquido o salmuera, que origina un terreno congelado y, por tanto, estable, que permite el avance de la excavación.

Es un método muy lento y muy caro.

Inyecciones armadas

Consiste en realizar, entre la obra subterránea y las estructuras afectadas, una especie de losa resistente, constituida por un terreno mejorado por la inyección, y armado con barras de acero (algo parecido a la solución de refuerzo de solera, como protección de las estructuras afectadas).

Para la ejecución de esta losa, se realizan primero unos pozos que rebasen suficientemente la cota de cimentación de las estructuras a proteger. Desde estos pozos se efectúan una serie de perforaciones en abanico, a varios niveles, que cubran toda el área de posibles Subsidiencias. A través de estas perforaciones, en las que se introducen las barras de acero, se realiza la inyección de terreno.

Inyecciones de compensación

Se trata de un proceso dinámico que introduce material entre una estructura y un túnel para lograr la compensación inmediata de los asientos del fenómeno de la Subsistencia, de forma que estos asientos se encuentren siempre de unos valores límites de seguridad. Con este sistema es posible realizar un tratamiento continuo del terreno a medida que avanza la excavación de forma que se limitan los movimientos inducidos antes de producirse, manteniendo las estructuras con el mínimo de distorsiones y se limitan los movimientos horizontales en superficie, pudiendo reaccionar ante cualquier anomalía que se presente, distinta de las ya previstas.

El proceso de las inyecciones de compensación consiste en la realización de una serie de inyecciones de lechada con *tubo-manguito* en un área situada entre el túnel y las estructuras a proteger. Estas inyecciones se siguen realizando de forma continua a fin de compensar los asientos que se van produciendo a medida que avanza el túnel, provocando por el incremento de presión las elevaciones necesarias del terreno.

Puede considerarse integrado por dos etapas consecutivas, con distintas fases cada una:

- *Acondicionamiento*, se trata de preparar el terreno para los tratamientos posteriores mediante su puesta en carga, de forma que también se tengan nociones del comportamiento del terreno

mediante un levantamiento controlado del mismo. Esta fase se realiza antes de la llegada del frente de excavación:

- ✓ *Inyecciones previas*, tratamiento previo mediante inyecciones de impermeabilización y/o consolidación, de forma que se prepara el terreno para la transmisión de cargas.
- ✓ *Sobreelevación uniforme*, sobreelevación previa a los asientos previstos, de forma que posteriormente se puedan evitar asientos inadmisibles.
- *Compensación*, inyecciones efectuadas durante el proceso de descenso de la superficie para mantener dichos descensos dentro de los límites admisibles
 - ✓ *Concurrente*, inyecciones que reducen los asientos a medida que avanza el frente de excavación.
 - ✓ *Observacional*, inyecciones para mantener el nivel de asientos más allá del proceso de excavación.

3. AUSCULTACIÓN

Una vez hecha la previsión de Subsidiencias, es necesario, comprobar que los movimientos del terreno se mantienen dentro de los límites previstos. Para ello, hay que llevar a cabo una continua toma de datos sobre el terreno, registrando los movimientos producidos.

La medida de convergencias, *Figuras nº 27 y 28*, es el medio más sencillo, más rápido y el más utilizado para el control de las excavaciones. Miden los desplazamientos relativos del perímetro del túnel. La medición se hace entre unos puntos que se anclan a la roca o a la gunita. Estos puntos tienen, en su extremo, una roca o un gancho donde se fija la cinta de medida. La cinta extensométrica, a fin de asegurar una precisión adecuada, es metálica, de alguna aleación insensible a los cambios térmicos (aún así debe procurarse una temperatura de la cinta sin grandes oscilaciones), con un sistema que permite ponerla a una cierta tensión constante, y un reloj comparador que aprecia décimas de mm (aunque la unidad práctica es el mm).

Figura nº 27:
Medida de convergencias.

En una sección se colocan, generalmente, un punto en clave, y otro en cada hastial. En la fase de destroza, si la hay, se vuelve a colocar otro punto en cada hastial.

Figura nº 28:
Instrumentación en túnel convencional.

La medida de convergencias en una medida relativa, es decir, se conoce la variación de distancias entre puntos, pero nunca se conoce su movimiento absoluto. Por muy rápidamente que se instalen las secciones de convergencia, las medidas tomadas nunca reflejarán el movimiento total producido, ya que, aproximadamente, un 30% del movimiento de la roca se produce por delante del frente, y otro importante porcentaje se produce en el tiempo de excavación, colocación del sostenimiento, e instalación de la sección de convergencia. Esto no tiene realmente importancia, pues lo que realmente interesa de estas medidas es saber si la excavación se va estabilizando, y a qué ritmo, así como comparar unas secciones con otras para poder tener una idea del comportamiento de cada roca y saber si el sostenimiento es el adecuado.

Normalmente se coloca una sección de convergencias cada 25 m. En túneles de carretera, y cada 10-15 metros en zonas problemáticas.

Las medidas deben hacerse diariamente mientras no se alcance la estabilización del movimiento.

EXTENSÓMETROS:

Estos aparatos miden los movimientos del interior del macizo rocoso. Un extensómetro consiste en una o varias varillas metálicas, generalmente tres, de diferentes longitudes, protegidas por una vaina de plástico, excepto en su parte final. Estas varillas se introducen en un taladro, que se inyecta con mortero, quedando así anclada cada varilla a una profundidad distinta. En la cabeza se coloca una pieza especial que permite leer las variaciones de longitud de cada varilla, o sea, los movimientos del macizo rocoso. Estos movimientos leídos son relativos, y, si se desea conocer los movimientos absolutos, basta con controlar topográficamente el movimiento de la cabeza del extensómetro.

INCLINÓMETROS:

Los inclinómetros, *Figura nº 29*, permiten medir los movimientos del terreno en dos direcciones perpendiculares. Estos instrumentos sólo pueden colocarse desde el exterior, lo que los hace inútiles en túneles profundos.

El funcionamiento del inclinómetro es sencillo: en un taladro vertical se introduce y se fija, mediante inyección de mortero, un tubo-guía. Este tubo-guía está dotado de dos pares de ranuras, perpendiculares entre sí, y por él se desplaza una sonda que es capaz de medir su inclinación respecto a la vertical con gran exactitud. La sonda se introduce hasta el fondo, y se va extrayendo, efectuando lecturas regularmente cada cierto espacio, y se repite el proceso volviendo a introducir la sonda en posición perpendicular a la anterior. De este modo se obtiene la deformación horizontal del terreno en función de la profundidad.

Estas deformaciones obtenidas son relativas. Si el fondo del sondeo está por debajo del túnel, podemos suponer que el fondo tiene movimiento nulo, por lo que las deformaciones obtenidas serían absolutas. De no ser así, para conocer los movimientos absolutos, bastaría con controlar topográficamente la cabeza del sondeo.

Figura nº 29:
Instrumentación en túnel circular.

CÉLULAS DE CARGA Y DE PRESIÓN:

Para medir las tensiones a las que están sometidos la gunita o el hormigón de un túnel se utilizan células de presión, *Figura nº 30*, que son placas huecas elásticas rellenas de un líquido a presión. Midiendo las variaciones de presión de este líquido, conocemos las variaciones de presión del material que actúa sobre la placa. Las células miden la presión que actúa normalmente contra ellas, por lo que, según su disposición, medirán presiones radiales o tangenciales. En el hormigón proyectado, dados los reducidos espesores de las capas, sólo es posible disponer células radiales. La utilidad de estos elementos es la de controlar las cargas diferidas que puedan actuar, en ocasiones, sobre el revestimiento de un túnel.

Las células de carga miden, de forma mecánica o hidráulica, la fuerza que la placa de la cabeza de un anclaje, ejerce sobre la roca. Para que la medición sea real, el bulón debe ser activo y de anclaje puntual.

Figura nº 30:
Instrumentación en estación.

Interpretación de resultados

A parte de su utilidad a efectos de verificación de los cálculos e hipótesis iniciales en que se ha basado el sostenimiento del túnel, la auscultación de un túnel nos permite, de una forma fácil y gráfica, observar la evolución del mismo, y ver si los fenómenos tienden a estabilizarse, o no.

4. REFUERZO DE ESTRUCTURAS

El refuerzo de las estructuras consiste, básicamente, en rigidizarlas. Por ejemplo, realizando una losa de hormigón con espesor superior a un metro que englobe todas las zapatas existentes y pueda absorber las tensiones debidas a las tracciones y asientos diferenciales previsibles.

Otra posibilidad sería el transmitir las cargas de las cimentaciones existentes a un nivel inferior a la cota del túnel o la explotación sino fuera muy profunda, para lo que se puede recurrir a pilotajes, pantallas o pozos.

4.1 Precauciones estructurales

4.1.1 *Estructuras nuevas*

Es obvio, que es aconsejable evitar la construcción de cualquier estructura dentro de varios metros de la posición conocida del afloramiento de cualquier falla, no obstante, es posible que una falla situada cerca de un edificio tenga un efecto beneficioso, tendiendo las deformaciones a concentrarse en la zona débil de un plano de falla.

CIMIENTOS:

Los edificios contruidos dentro de zonas de hundimiento deberán ser proyectados, dentro de lo posible, o completamente flexibles o completamente rígidos. La resistencia parcial de los cimientos o de las superestructuras puede aumentar el daño causado por el movimiento del terreno.

Los cimientos anclados en el subsuelo, aunque estén profundamente atrincheradas, están obligadas a moverse (bien acortando o alargando) y a adaptarse a alguna curvatura cuando el terreno lo hace. Esto se aplica incluso a cimientos reforzados, a menos que sean tan profundas que forman un dintel o una viga voladiza.

Las construcciones no siempre cambian de longitud exactamente como lo hace el terreno, siendo una razón que normalmente tienen cimentaciones poco profundas contra las cuales tienden a comprimirse las capas de terreno de tipo más plástico (tales como algunas arcillas). Además las cimentaciones viejas, que son bastante flojas y compresibles, a veces no transmiten el movimiento hacia arriba.

Para que un edificio nuevo sea capaz de resistir el movimiento horizontal del terreno deberá estar proyectado de forma que la superestructura pueda deslizarse sobre sus cimientos sobre una membrana resbaladiza. Una superestructura flexible se acomodará a la curvatura del terreno; una rígida cabalgará sobre el terreno curvado y podrá, si es necesario, ser izada con gatos para restaurarla a su posición horizontal si el terreno permanece inclinado o curvado. Algunos sistemas de construcción o unidades industrializadas tienen considerable rigidez adecuada para que se inclinen en bloque; además, teniendo pequeñas dimensiones de base y gran rigidez de los cimientos, pueden cabalgar sobre la deformación y la combadura y ser elevados a nivel con gatos si es necesario.

Las disposiciones para permitir a estos grandes edificios sortear los movimientos de terreno se incorporan a un coste extra relativamente pequeño.

Pero precauciones tales como capas deslizantes significan un coste extra considerable. La inclinación máxima que puede ser inducida en diversas condiciones de trabajo puede deducirse del *Gráfico nº 1*.

Gráfico nº 1:
Efecto de la profundidad sobre la pendiente máxima inducida en superficie
(N.C.B.).

Prevención de intervalos o espacios de compresión

Para determinar la intensidad de la deformación a la que una estructura puede verse sujeta, es importante la longitud total de la estructura. Puede ser que un edificio corto esté completamente dentro de la zona de deformación máxima; un edificio más largo puede en una parte estar sujeto a la deformación máxima y en otras puede estar deformándose en menor grado.

Para valorar el daño total habrá que hallar la deformación media sobre la longitud de la estructura (edificio, tubería, puente, etc.).

El *Gráfico nº 2* permite deducir el cambio total de longitud para cualquier longitud de estructura (si es necesario por interpolación) y para cualquiera de las profundidades de capa dadas. El gráfico tiene en cuenta la estructura situada en la peor condición posible, es decir, abarca la zona de deformación máxima sobre el macizo lateral de un panel explotado de al menos la relación crítica ancho/profundidad.

En el ejemplo dado del *Gráfico nº 2* (línea de trazos), un edificio de 30 m de longitud se considera a horcajadas en la cima de la zona de extensión sobre una explotación de anchura crítica en una capa de 1,3 m de potencia y 150 m de profundidad. El cambio total de longitud de 172 mm causaría un daño a la estructura con (si fuera de deformación por tracción) grietas abiertas y fracturas en el ancho total de 172 mm. A la inversa, 172 mm deberá ser el ancho total de los espacios de compresión a incorporar en el proyecto de un edificio nuevo. La idea es dividir las estructuras largas en unidades mucho más pequeñas, estimado de esta forma el tamaño de los espacios entre unidades adyacentes.

Gráfico nº 2:

Nomograma para la determinación de cambio de longitud en una estructura de superficie, para diferentes profundidades y potencias de explotación (N.C.B.).

Como también se produce curvatura en el terreno el espacio debe ser más ancho para permitir que las paredes adyacentes se apoyen por su parte alta.

El *Gráfico nº 3* da una lectura estimada del tamaño de juntas necesario para absorber el efecto de curvatura que debe ser añadido al espacio de compresión normal. Para demostrar la utilización del gráfico puede seguirse la línea de trazos. Empezando por la potencia de la capa en el eje horizontal del lado derecho, se hace una proyección para cortar los grafos de profundidad (h), I/h , y altura del edificio, para dar finalmente la longitud de espacio de compresión resultante para una curvatura en la intersección con el eje vertical más bajo.

El ejemplo es el mismo del *Gráfico nº 2* de una explotación poco profunda (150 m) que naturalmente causa curvatura y deformación, y si el edificio tuviera 10 m de alto y 30 m de largo y tuviera una junta estructural a la mitad de su longitud para permitir la compresión necesitaría una junta de 140 mm. Esto debe ser sumado a los 172 mm de cambio de longitud horizontal, dando una junta total de 312 mm. En estructuras en que hay que prever también expansión térmica el tamaño de las separaciones puede ser modificado para hacer frente a la deformación, la curvatura y la expansión térmica.

Gráfico nº 3:

Nomograma para la determinación la anchura de pista para corregir el efecto de la curvatura del terreno en estructuras superficiales (N.C.B.).

CONSTRUCCIÓN PREFABRICADA:

Hay en el mercado más de un centenar de tipos de edificios prefabricados para viviendas de los métodos rígido y flexible de construcción. Pero pocos son lo suficientemente rígidos o lo suficientemente flexibles para ser recomendados en zonas mineras. En general muchas de las casas de estructura de madera son flexibles, o podrían serlo si se pone atención en la aplicación del recubrimiento, y algunas de estructura de acero son rígidas, especialmente cuando el recubrimiento también es rígido. Las construidas con losas de hormigón prefabricado es probable que no

soporten movimientos sin sufrir daño y algunas piezas de madera prefabricadas tienen tan poca tolerancia que cualquier movimiento puede causarles distorsión.

ESTRUCTURAS FLEXIBLES:

En Inglaterra el sistema adoptado por el Consorcium of Local Authorities Special Programme (C.L.A.S.P.) fue de los primeros basados en un estudio apropiado de los movimientos del terreno y esta construcción rápida y económica se aplicó a escuelas, oficinas, etc. (en zonas minadas o no minadas).

El cimiento es del tipo plataforma de hormigón sobre una base friable, y la superestructura es de acero ligero, articulada para mayor flexibilidad y con estructuras diagonales con apriete mediante invene (en zonas no sometidas a hundimiento minero las estructuras son rígidas). Todos los acabados internos son de hormigones, baldosas o láminas de acero esmaltado y están de tal forma colgados que los movimientos que se produzcan no causen distorsión. Escaleras, ventanas y servicios van colgados.

Las casas semi aisladas son lo bastante pequeñas para escapar a daños severos excepto en zonas de gran hundimiento. Se puede dar flexibilidad con materiales como tableros de fibra en lugar de yeso para cielos rasos y las hiladas hidrófugas serán de materiales bituminosos. Las paredes no serán reforzadas.

ESTRUCTURAS RÍGIDAS:

Para aislar los cimientos del subsuelo se harán las mismas previsiones que en las estructuras flexibles; pero los cimientos deberán ser plataformas de hormigón armado o vigas capaces de soportar la estructura superior sujeta a cambio de longitud y a curvatura.

El principio de mantener las edificaciones en pequeñas unidades independientes es el más importante y permite construcciones más altas, de hasta 15 ó 16 pisos (con la rigidez adecuada). Es aconsejable que estas torres puedan ser niveladas con gatos si sufren inclinación, y tan altas sólo se deben construir en zonas en que las explotaciones causen hundimientos con poco gradiente máximo.

PUENTES:

Un puente en una zona minera deberá ser rígidamente construido para resistir el desplazamiento del terreno, o bien articulado de modo que se pueda acomodar al desplazamiento sin sufrir daño.

Si la dirección de la explotación está orientada como para desplazarse en línea con el puente, de modo que sólo haya que considerar los movimientos bidimensionales, las precauciones serán tan simples como en los siguientes ejemplos:

Puentes de tramo corto (hasta 30 m), serán del tipo simplemente apoyado. Para permitir el desplazamiento longitudinal y vertical el

piso será fijo en un extremo y libre en el otro donde se utilizará junta de expansión. Esto permite que varíe la longitud del puente y limita el fallo de la superficie de rodaje en un lugar. Pueden preverse huecos para gatos hidráulicos para una renivelación.

Puentes de varios tramos, si hay una serie de tramos cortos como los anteriores, los tramos deben ser articulados en la parte alta y en el fondo para permitir la inclinación y el cambio de longitud. Se necesitan apoyos oscilantes en cada pilar. Pueden preverse huecos para gatos hidráulicos.

Puentes de tramo largo no son generalmente, por razones económicas, de tipo simplemente apoyado. Sin embargo generalmente la dirección de la repercusión de una explotación sobre un puente no siempre puede ser anticipada y debe preverse el desplazamiento tridimensional. Este puede conseguirse soportando el puente en sólo tres puntos, siendo los movimientos como en el desplazamiento bidimensional mencionado antes con la suma de la inclinación transversal y deformaciones lo que producirá la torsión del puente

4.1.2 Estructuras existentes

Pueden hacerse modificaciones en estructuras existentes antes de que se produzca el movimiento del terreno si se cree que la magnitud del daño evitado justificará los gastos, o si hay otras circunstancias que lo hacen imperativo para minimizar el daño sin pensar mucho el coste. Por ejemplo en escuelas y hospitales donde la reparación puede ser de tal grado que haya que evacuar el edificio; o para Iglesias o edificios calificados como monumentos, etc.

En todos estos casos puede hacerse necesario un soporte temporal y/o refuerzo antes de proceder a la explotación. Esto puede considerarse que significa antes de que el primer frente de carbón esté dentro de aproximadamente la mitad de la profundidad de la estructura.

El uso de tirantes tradicionales sólo se justifica si la extensión prevista es lo suficientemente severa para que el techo se salga de sus apoyos cuando los muros se separen. El uso indiscriminado de los tirantes puede llevar a un desfiguramiento no necesario del edificio por las barras y por las mismas placas estrelladas, y por la concentración del daño en los puntos donde las placas tienden a tirar de las paredes.

Las tuberías pueden ser modificadas por inserción de juntas telescópicas y flexibles, y el paso a través de las paredes puede hacerse libre insertando un relleno plástico o deslizante. Donde no hay flexibilidad entre tubería y estructura (depósito agua) se puede evitar daño con una conexión flexible.

La excavación de zanjas alrededor de los edificios ha sido útil para reducir el daño debido a deformaciones horizontales, particularmente la compresión.

Las zanjas hechas tan cerca como sea posible de la estructura y a una profundidad hasta debajo del lado inferior de las fundaciones, absorben

la deformación permitiendo al terreno ocupar el espacio libre. Este espacio tiene que estar relleno con material lo bastante resistente para soportar los lados de la zanja, pero más blando que el subsuelo circundante para que pueda producirse la trituración. Generalmente se utiliza clinker de horno no menor de 25 mm. Lo corriente es excavar una zanja con una máquina que saque la tierra y meta el relleno. Las zanjas pueden necesitarse sólo a lo largo de ciertas paredes del edificio, según la dirección de la deformación esperada, y pueden rematarse con losas para que queden como aceras o como un borde cultivado.

CAPÍTULO VII:

PROPUESTA DE MODELIZACIÓN DE LA SUBSIDENCIA

1. ZONA DE TRABAJO

Langre es una localidad del municipio de Berlanga del Bierzo en la comarca de El Bierzo, provincia de León, en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, España. Está rodeado de montañas con ricos yacimientos de carbón que fueron explotados a lo largo de todo el siglo XX y principios del XXI.

Plano nº 1:
Ubicación de Langre en España.

Plano nº 2:
Ubicación de Langre en la provincia de León.

2. PRIMER PERIODO. VALORACIONES PREVIAS (Hasta 1989)

2.1 Antecedentes

Antracitas de Gaiztarro S.A. encargó a sus ingenieros, a finales del año 1989, el diseño de la explotación de una nueva capa de carbón llamada "Bienhallada", con el objeto de que los efectos que ésta tuviera sobre los edificios existentes en la zona de Langre fueran razonablemente moderados.

Poco después se encargó a Geocontrol S.A. un estudio de la Subsidencia del área en cuestión.

2.2 Introducción/Metodología

Para llevar a cabo el estudio de la zona, en dicho periodo, se realizó un inventario exhaustivo situando sobre un plano (obtenido de los archivos de la Dirección General de Acción Territorial y Urbanística del Mopu) todos los edificios existentes en Langre, que en aquellos entonces ascendían a un total de noventa y cuatro (94).

2.3 Trabajos realizados

Partiendo de la base de la recopilación de un extenso reportaje fotográfico, se pondrán de manifiesto todos aquellos aspectos que se consideran más significativos a la hora de entender las consecuencias/repercusiones que tuvieron sobre el pueblo de Langre la explotación de la minería del carbón.

Para ello se incluirá información referente a:

- ✓ Identificación del edificio.
- ✓ Características del edificio.
- ✓ Daños visibles.
- ✓ Observaciones de interés.

2.3.1 *Situación de los edificios*

En el *Plano nº 3* están ubicados los noventa y cuatro edificios que existían en Langre a finales del citado año.

En el caso de edificios contiguos se han diferenciado con un rayado diferente de la superficie ocupada en el plano.

También están representados, con un sombreado diferente, los edificios situados en el plano al S.O. de Langre que fueron afectados por un incendio, ocurrido en 1986, y que desaparecieron totalmente, o se encontraban en estado ruinoso.

Ruinas no consideradas

Edificaciones

2.3.2 Plano

Plano nº 3:
Situación de los Edificios en Langre.
Base tomada de la Hoja 1-B.
Dirección General de Acción Territorial y Urbanismo MOPU.

2.3.3 Observaciones

En el apartado 2.4 se plasman todos los datos especificados en el apartado 2.3. En total hay cuatrocientas cincuenta fotografías, lo cual supone que cada edificio se ha caracterizado por una media aproximada de unas cinco fotografías.

Como es obvio todos los edificios son de construcción antigua a base de mampostería: resistían bien los asientos diferenciales.

Una nota negativa lo constituye el hecho de que en bastantes viviendas se realizó una nueva construcción apoyándose o ampliando la construcción antigua; con lo cual fue normal que aparecieran grietas en la unión de las zonas antiguas con las nuevas.

En general, salvo algunos casos concretos, el estado general de los edificios era razonablemente bueno. Si bien debe tenerse en cuenta la antigüedad de las edificaciones y las posibles acciones externas que sobre ellas pudieron actuar.

2.4 Datos de interés y reportaje fotográfico

2.3.1 *Edificio nº 1*

Características
<ul style="list-style-type: none">- La planta baja del edificio se construyó con piedra de la región.- La planta superior se hizo de materiales de construcción mucho más modernos.
Daños visibles
<ul style="list-style-type: none">- En la fachada N se apreciaban antiguas grietas que habían sido selladas.- En la fachada O existía una grieta vertical de abertura < 1mm y otra horizontal que afectaba a la ventana S de la primera planta.- En el dintel de la puerta del corral de la fachada S se apreciaban pequeños despegues de los bloques entre sí, y entre ellos y la viga de hormigón.
Observaciones
<ul style="list-style-type: none">- El interior de la edificación no presentaba ningún desperfecto. La vivienda se reformó a finales del año 1988.

Tabla nº 8:
Edificio nº 1.

Fotografía nº 1:
Detalle de la fachada N donde se observan reparaciones.

Fotografía nº 2:
Fragmento de las fachadas O y S en la que se aprecia la construcción que le fue adosada.

Fotografía nº 3:
Fragmento de la fachada E en la que se aprecia las reparaciones previas al año de estudio sobre los muros de mampostería agrietada.

Fotografía nº 4:
Se aprecian pequeñas grietas a ambos lados de la puerta en la fachada NE.

Fotografía nº 5:
Detalle de la fachada O en el que se aprecian grietas verticales de enlucido.

Fotografía nº 6:

Detalle de la puerta de la fachada S donde se aprecian grietas de despegue entre los bloques y abertura junto a la puerta, así como en la viga de hormigón.

2.3.2 Edificio nº 2

Características
- La planta baja se hizo con muros de piedra y mortero, sobre la que se construyó un almacén de bloques de hormigón y vigas de madera.
Daños visibles
- En las uniones entre vigas de hormigón y los bloques de hormigón se presentaban grietas < 1 mm de abertura.
- La puerta del almacén-garaje no se cerraba completamente, puesto que a su lado izquierdo, rozaba con la solera de cemento al haberse levantado el piso.

Tabla nº 9:
Edificio nº 2.

Fotografía nº 7:
Fachada SO.

Fotografía nº 8:
Puerta de acceso al almacén-garaje donde se aprecia levantamiento del piso en la esquina interior derecha que impedía el cierre.

Fotografía nº 9:
Detalle del lado derecho de la puerta de acceso.

Fotografía nº 10:
Bloque de hormigón roto en la fachada E.

Fotografía nº 11:
Detalle del dintel de la puerta, por su lado derecho, en el que se observa que se picó la viga para poner la bisagra.

Fotografía nº 12:
Pared E del interior donde en el extremo derecho aparece el quicio de la puerta de acceso.

2.3.3 Edificio nº 3

Características
- Edificación muy antigua de piedra y vigas de madera.
Daños visibles
- En la fachada NE se observaban diversas grietas verticales de abertura milimétrica; existía un boquete en la pared.
- Los peldaños de acceso al piso superior se encontraban desplazados de su lugar.
- El tejado presentaba desperfectos como puede observarse en la fotografía de la fachada E.
- El dintel de la puerta de acceso al piso inferior se encontraba partido.
Observaciones
- Parece que no se encontraba en mal estado de conservación.

Tabla nº 10:

Edificio nº 3.

Fotografía nº 13:

Fachada E en la que se observan grietas verticales que recorren prácticamente toda la fachada. Se ve un boquete. Se aprecia también el desplazamiento de los peldaños de la escalera así como desperfectos en el tejado.

Fotografía nº 14:
Detalle del dintel de la puerta O de la fachada S donde se observan las piedras partidas.

Fotografía nº 15:
Detalle de la fachada E en el que se puede apreciar una grieta vertical entre las piedras y un agujero producido como consecuencia de la caída de piedras.

2.3.4 Edificio nº 4

Características

- La primera de las edificaciones, destinada a la cocina, estaba construida con bloques de hormigón.
- La segunda es un edificio de dos plantas; de construcción mixta de piedra y mortero con vigas de madera y bloques de hormigón (se encontraba parcialmente renovada).

Daños visibles

- Las cancelas de acceso al patio de la edificación no ajustaban.
- La edificación presentaba numerosas grietas visibles en la fachada, algunas de las cuales presentaban aberturas de hasta 5-6 mm.
- En el macetero situado en el patio, en el lado N de la edificación, se presentaba la grieta de mayor abertura, hasta 2 cm.
- Varias puertas y ventanas se encontraban desencajadas; posibles dificultades de uso.
- En el interior del edificio principal aparecían igualmente grietas en paredes y suelo de las estancias; tanto en la vivienda como en el piso inferior.
- El edificio destinado a la cocina presentaba algunas grietas en la fachada.

Tabla nº 11:
Edificio nº 4.

Fotografía nº 16:

Cancela de acceso al patio por el lado S donde se aprecia un desnivel entre las dos hojas.

Fotografía nº 17:
Cancela de acceso al patio desde el N donde se aprecia un desnivel entre las dos hojas.

Fotografía nº 18:
Grietas visibles en el banco de la fachada S.

Fotografía nº 19:
Grietas existentes en muros cerca de la cancela de acceso al patio.

Fotografía nº 20:
Grietas existentes en la fachada O.

Fotografía nº 21:
Grietas verticales en la fachada N junto al garaje.

Fotografía nº 22:
Macetero situado delante de la fachada NE en el que se observa una grieta que lo atraviesa y que afecta a la solera del patio.

Fotografía nº 23:
Detalle de la fachada NE.

Fotografía nº 24:
Grietas horizontales de 5-6 mm de abertura en la fachada SO.

Fotografía nº 25:
Vista del piso del balcón.

Fotografía nº 26:
Grietas en viga de hormigón de la parte baja de la edificación.

Fotografía nº 27:
Grieta en la pared en una de las estancias de la vivienda.

Fotografía nº 28:
Desperfectos existentes en azulejos.

Fotografía nº 29:
Grieta existente en el suelo de la planta baja.

Fotografía nº 30:
Grietas en la edificación.

Fotografía nº 31:
Grieta en la viga de hormigón del edificio destinado a la cocina.

2.3.5 Edificio nº 5

Características
- La primera de las edificaciones es un almacén-vivienda donde se apreciaba una construcción mixta de piedra y materiales modernos.
- La segunda es un pequeño establo realizado con materiales modernos.
Daños visibles
- Existían grietas de abertura < 1 mm en las fachadas N y S.
- En el interior de la edificación principal existían diversas grietas y desperfectos en el suelo, paredes y techo.
- En la planta baja había grietas que afectaban a las paredes.
- No se apreciaban daños en la construcción destinada al establo.

Tabla nº 12:

Edificio nº 5.

Fotografía nº 32:

Se observa la existencia de varias grietas en la fachada N que afectan a las ventanas del piso superior, así como otra situada a la izquierda de la ventana inferior.

Fotografía nº 33:

Aparece una grieta irregular en el enlucido de la esquina E de la fachada N de abertura < 1 mm y de más de 1 m de longitud.

Fotografía nº 34:

En la fachada S se observan varias grietas de hasta 1 mm de abertura.

Fotografía nº 35:
Grietas en peldaños de la escalera de acceso a la vivienda.

Fotografía nº 36:
Grietas existente en el suelo delante de la puerta de acceso a la vivienda.

Fotografía nº 37:
Grietas azulejos del cuarto de baño.

Fotografía nº 38:
Grietas existente en el techo de una de las habitaciones.

Fotografía nº 39:
Abertura en el suelo de una de las habitaciones.

Fotografía nº 40:
Grieta en el techo de una de las estancias.

Fotografía nº 41:
Desperfectos en techo de la cocina.

Fotografía nº 42:
Grietas en azulejos situados encima de la puerta de la cocina.

Fotografía nº 43:
Puerta del establo.

Fotografía nº 44:
Fachada N del establo.

2.3.6 Edificio nº 6

Características
- Edificio construido en piedra y mortero, completado con materiales modernos; estaba enlucido.
- Se destinó a cuadra, pajar y cocina.
Daños visibles
- Existían grietas visibles en las fachadas N, S y O de varios metros de continuidad y hasta 3 mm de abertura.
- La puerta de la fachada N estaba desencajada.

Tabla nº 13:

Edificio nº 6.

Fotografía nº 45:

Grietas visibles en la fachada O.

Fotografía nº 46:
Aspecto parcial de la fachada S.

Fotografía nº 47:
Grietas visibles en la fachada N.

Fotografía nº 48:
Aspecto parcial de la fachada S.

2.3.7 Edificio nº 7

Características

- Construcción realizada en piedra y materiales modernos.

Daños visibles

- Numerosas grietas visibles de abertura milimétrica en las fachadas. - Existencia de grietas en el interior de la vivienda en paredes y techo, tanto en la escalera de acceso a la primera planta como en salón-comedor. - Las cerchas de madera que sujetaban el tejado tenían las vigas rajadas longitudinalmente.

Tabla nº 14:
Edificio nº 7.

Fotografía nº 49:
Fachada S.

Fotografía nº 50:
Grieta vertical en la fachada S.

Fotografía nº 51:
Grieta en la fachada S.

Fotografía nº 52:
Grieta en la fachada S.

Fotografía nº 53:
Aspecto parcial de la fachada N donde existen varias grietas que afectan al entorno de puertas y ventanas.

Fotografía nº 54:
Grieta encima de la ventana en la fachada N.

Fotografía nº 55:
Grieta encima de la ventana en la fachada N.

Fotografía nº 56:
Puerta de acceso a la vivienda.

Fotografía nº 57:
Grieta horizontal en pared de la escalera de acceso a la vivienda.

Fotografía nº 58:
Grieta de 2-3 mm de abertura existente en el techo de las habitaciones.

Fotografía nº 59:
Grieta en el marco de la ventana del salón.

Fotografía nº 60:
Grietas en una de las estancias.

Fotografía nº 61:
Pequeñas grietas en una de las vigas de la planta baja.

Fotografía nº 62:
Grietas en el suelo de la planta baja.

Fotografía nº 63:
Rajas en las vigas de las cerchas de madera del tejado.

Fotografía nº 64:
Cercha de madera que sostiene el tejado. La viga de madera tiene una raja longitudinal y la cercha tiene una luz considerable.

2.3.8 Edificio nº 8

Características

- Construcción realizada en piedra y materiales modernos, donde la parte destinada a la vivienda estaba enlucida.

Daños visibles

- En las fachadas O y S existían pequeñas grietas de abertura de 1 mm y poca continuidad.
- En la fachada del almacén, de piedra vista, existían grietas verticales más importantes.
- En el interior del edificio existían varios desperfectos: grietas en las paredes y en el techo, azulejos rotos y losetas levantadas.

Tabla nº 15:
Edificio nº 8.

Fotografía nº 65:
Fachada E.

Fotografía nº 66:
Fachada S.

Fotografía nº 67:
Detalles de fachada NE donde se aprecia una grieta vertical de varios cm de abertura en algunas zonas.

Fotografía nº 68:
Detalles de fachada S en el que se distingue una grieta vertical < 1 mm en el enlucido.

Fotografía nº 69:
Detalles de fachada S en el que se distingue un pequeña grieta bajo el alero del tejado.

Fotografía nº 70:
Detalles de la ventana de la planta baja de la fachada E en el que se aprecian grietas horizontales y verticales que afectan al enlucido que hay entre piedras.

Fotografía nº 71:
Grietas de 2-3 mm de abertura en la pared de la despensa.

Fotografía nº 72:
Desperfectos en el techo del pasillo.

Fotografía nº 73:
Azulejos levantados en la terraza.

Fotografía nº 74:
Grieta vertical en la columna generada por la separación del muro de la despensa.

Fotografía nº 75:
Grietas en los azulejos del cuarto de baño.

Fotografía nº 76:
Grieta vertical de abertura milimétrica en uno de los cuartos.

2.3.9 Edificio nº 9

Características

- Edificio hecho con piedra y vigas de madera, en el que se observaban pequeñas reformas con materiales más modernos; no estaba renovado.

Daños visibles

- En el interior se apreciaban desperfectos en las habitaciones. Existían grietas en las paredes de dos dormitorios, en la cocina y en el cuarto de baño.

Tabla nº 16:
Edificio nº 9.

Fotografía nº 77:

Fachada N en la que se aprecian reparaciones.

Fotografía nº 78:
Separación de los muros de carga.

Fotografía nº 79:
Fachada S.

Fotografía nº 80:
Grieta vertical que parte de la viga.

Fotografía nº 81:
Grieta vertical en la pared que hay en uno de los cuartos.

2.3.10 Edificio nº 10

Características

- Edificio de construcción nueva y moderna en comparación con el resto; bloques y pilares de hormigón.
--

Daños visibles

- Se observaban despegues verticales en las uniones de los muros de bloques con dos de los pilares de hormigón. Uno de ellos en la fachada E de abertura < 1 mm y el otro en la esquina NO de 2-3 mm de abertura.

Tabla nº 17:
Edificio nº 10.

Fotografía nº 82:

Despegue de la columna en la esquina NO de los muros de bloques.

2.3.11 Edificio nº 11

Características

- Construcción de piedra con reformas parciales realizadas con modernos materiales de construcción.

Daños visibles

- Se observaban grietas en el enlucido, quicios de puertas y ventanas debido a la calidad de la construcción. - Existían grietas que transcurrían entre esquinas de puertas y de ventanas. - También se podían ver los peldaños de la escalera, en la fachada NE, descolocados por la antigüedad de la construcción y el mal estado de las vigas de madera.

Tabla nº 18:
Edificio nº 11.

Fotografía nº 83:

Se observa una grieta que une las ventanas inferior y superior, así como otra horizontal en mitad de la fachada SO.

Fotografía nº 84:
Grietas en el marco de la puerta debido a la calidad de los materiales.

Fotografía nº 85:
Grietas verticales que afectan a las esquinas de la ventana.

2.3.12 Edificio nº 12

Características
- Construcción muy antigua de piedra.
Daños visibles
- Aparecían pequeños agrietamientos en la fachada S en el entorno de los dinteles de madera de las ventanas, por el mal estado de conservación y la antigüedad de la edificación.
Observaciones
- El edificio se encontraba fuera de uso.

Tabla nº 19:
Edificio nº 12.

Fotografía nº 86:
Mal estado de conservación de la fachada SE.

Fotografía nº 87:
Grietas verticales que afectan a las esquinas de la ventana.

2.3.13 Edificio nº 13

Características
- Construcción muy antigua de piedra con reformas realizadas con ladrillo.
Daños visibles
- Se apreciaban aberturas de juntas de varios cm en la fachada NE.
Observaciones
- Se construyó una parte de la planta superior con ladrillo sobre muros de mampostería antiguos.

Tabla nº 20:
Edificio nº 13.

Fotografía nº 88:

Vista de la fachada SE en la que se aprecia la zona que se añadió a la antigua edificación.

Fotografía nº 89:

Se observan dos juntas verticales de varios cm de abertura que recorren la fachada de techo a suelo en la fachada NE.

2.3.14 Edificio nº 14

Características
- Construcción antigua de piedra de la región.
Daños visibles
- Se apreciaban varias grietas en las fachadas exteriores, así como sus malas condiciones de conservación.
Observaciones
- Edificio muy antiguo y muy mal conservado.

Tabla nº 21:
Edificio nº 14.

Fotografía nº 90:

Se observa una grieta vertical de ventana a ventana en la fachada NO que transcurre por las juntas de piedra.

Fotografía nº 91:
Mal estado de conservación de la fachada NE.

2.3.15 Edificio nº 15

Características
- Construcción antigua de piedra.
Daños visibles
- Se apreciaban varias grietas verticales que comenzaban en el alero del tejado de la fachada NO.
- En la fachada SO se apreciaban, en el tramo de muro que rodeaba la puerta, la ausencia de mortero entre las piedras del muro.
Observaciones
- Edificio muy antiguo y muy mal conservado.

Tabla nº 22:
Edificio nº 15.

Fotografía nº 92:
Varias grietas verticales en la fachada SO.

Fotografía nº 93:
Varias grietas verticales en la fachada NO.

Fotografía nº 94:
Diversas grietas alrededor de la puerta y de la ventana de la fachada SO debido al mal estado de conservación.

2.3.16 Edificio nº 16

Características
- Construcción antigua de piedra con reformas parciales realizadas con materiales de construcción modernos.
Daños visibles
- Mal estado de conservación. - Destacaban aberturas en el exterior de las juntas, entre las piedras de las ventanas, y en los muros de las fachadas SE y NO.
Observaciones
- Este edificio era la antigua escuela y fue destruido.

Tabla nº 23:
Edificio nº 16.

Fotografía nº 95:
Grietas y mal estado de conservación de la fachada SO.

Fotografía nº 96:
Se aprecian nuevas construcciones sobre los muros antiguos.

Fotografía nº 97:
Grieta vertical al lado de la ventana de la fachada SE.

Fotografía nº 98:
Grieta vertical en la estancia interior.

Fotografía nº 99:
Grietas verticales de 2-3 mm que recorren las paredes de la estancia interior.

2.3.17 Edificio nº 17

Características
- Construcción resistente fabricada con materiales de construcción modernos.
Daños visibles
- Existían numerosas grietas de muy poca abertura en las fachadas del edificio, verticales y horizontales, en las uniones entre bloques de hormigón y entre éstos y las vigas, debidas a la calidad de la construcción. - En la calle se apreciaban grietas de abertura < 1 cm que afectaban al muro de hormigón que rodea la finca. - La solera de hormigón, situada junto a la fachada principal, tenía una abertura longitudinal debida a la construcción en dos fases. - En el salón existían pequeñas grietas visibles en una de las esquinas.

Tabla nº 24:
Edificio nº 17.

Fotografía nº 100:

Aspecto parcial de la fachada NE donde se observan algunas aberturas verticales y horizontales en el enlucido debidas a la calidad de la construcción.

Fotografía nº 101:
Fachada SE en la que aparecen múltiples grietas horizontales y verticales debidas a la construcción.

Fotografía nº 102:
Muro que rodea el edificio. Se aprecia una grieta en él que continúa en el hormigón de la calle.

Fotografía nº 103:

Solera delante de la fachada NE donde se aprecia un asentamiento producido por construcción en dos fases.

Fotografía nº 104:

Se observan pequeñas grietas en las proximidades de la esquina en uno de los cuartos.

2.3.18 Edificio nº 18

Características

- Edificio muy antiguo fabricado en piedra y con algunas reformas de material de construcción más moderno.
--

Daños visibles

- Se observaron dos aberturas de juntas centimétricas en la fachada SO. También se podían ver grietas verticales en las fachadas SE y NO y grietas de abertura milimétrica en la unión de las piedras de la esquina N de la fachada SO.

Tabla nº 25:
Edificio nº 18.

Fotografía nº 105:

Fachada SO en la que se aprecia un regular estado de conservación a lo largo de la unión entre la viga de madera y la parte superior.

Fotografía nº 106:
Fachada NE.

Fotografía nº 107:
Fachada S en la que se ve una grieta vertical debajo de la ventana, así como la nueva construcción realizada.

Fotografía nº 108:
Grieta vertical de varios cm de abertura en la fachada NO.

2.3.19 Edificio nº 19

Características
- Construcción antigua de piedra, y piso de madera, en la que se llevaron a cabo pequeñas reformas de ladrillo.
Daños visibles
- Se apreciaban grietas verticales en las fachadas SE y NO en proximidades de ventanas y esquinas. - Las estancias interiores se encontraban con grietas y abertura de juntas, grietas en paredes y azulejos agrietados en la cocina. En las estancias había separación de juntas ente muros y entre muros y techos. - Se apreciaba una grieta entre las puertas de los dormitorios. - También hay que resaltar que las puertas de los dormitorios cerraban con alguna dificultad.

Tabla nº 26:
Edificio nº 19.

Fotografía nº 109:
Fachada E.

Fotografía nº 110:
Fachada S.

Fotografía nº 111:
Grieta vertical en la ventana de la fachada E.

Fotografía nº 112:
Piedras agrietadas en la esquina de la fachada E.

Fotografía nº 113:
Junta abierta de varios cm en la esquina de una de las estancias.

Fotografía nº 114:
Grieta en el contacto techo pared y otra grieta a lo largo de la pared de la estancia.

Fotografía nº 115:
Detalle de la cocina.

Fotografía nº 116:
Grieta de varios mm entre las puertas de las dos estancias.

2.3.20 Edificio nº 20

Características
- Construcción realizada íntegramente con piedra y vigas de madera.
Daños visibles
- Existían varias grietas verticales de abertura < 1 mm en la fachada NE, visibles también desde el interior del edificio.
Observaciones
- La fachada NE se encontraba muy inclinada hacia el exterior.

Tabla nº 27:
Edificio nº 20.

Fotografía nº 117:
Fachadas NE y NO.

Fotografía nº 118:
Existencia de asiento diferencial en la escalera de la fachada S que ha provocado un desplazamiento de parte de las piedras.

Fotografía nº 119:
Fragmento de la fachada SE en el que se aprecia una importante flecha de la viga de madera del balcón.

Fotografía nº 120:

Detalle de la fachada NE en la que se aprecia un agrietamiento sensiblemente vertical en el enlucido.

2.3.21 Edificio nº 21

Características
- Estructura mixta de hormigón y muros de carga de piedra muy antiguos.
Daños visibles
- Eran visibles pequeñas grietas en el enlucido, en las zonas correspondientes a la unión entre piedras, de la fachada SO. - En la cocina existían azulejos rajados, en las proximidades del fogón y cañerías de agua.

Tabla nº 28:
Edificio nº 21.

Fotografía nº 121:
Fachada NO.

Fotografía nº 122:
Grieta de 45° de inclinación en la fachada SO que transcurre por la unión de piedras del muro.

Fotografía nº 123:
Azulejos agrietados en la cocina.

Fotografía nº 124:
Azulejos agrietados en la cocina.

2.3.22 Edificio nº 22

Características
- Edificación muy antigua de piedra con reformas parciales realizadas en hormigón y ladrillo.
Daños visibles
- Se apreciaban algunas grietas en la fachada NE, en zonas próximas donde se cambiaron los materiales de construcción. Además se podían ver algunos agujeros en la zona correspondiente a la zona de piedra. - El peso de la viga de hormigón de la terraza provocó la rotura y desplazamiento de alguna de las piedras. - En las estancias interiores se apreciaban algunas grietas verticales en las paredes.

Tabla nº 29:
Edificio nº 22.

Fotografía nº 125:
Fachada S.

Fotografía nº 126:

Fachada E en la que destacan las reparaciones parciales realizadas con ladrillo. Se aprecian grietas que siguen las uniones de las piedras en las zonas de cambio de materiales de construcción.

Fotografía nº 127:

Se distingue una abertura vertical en el contacto de las paredes de la fachada N por diferencias de asentamiento en el terreno.

Fotografía nº 128:

El peso de la viga de hormigón ha provocado la grieta vertical observada.

Fotografía nº 129:

Grieta vertical en la pared.

Fotografía nº 130:
Azulejos agrietados en la cocina.

2.3.23 Edificio nº 23

Características
- Edificación muy antigua de piedra y madera con pequeñas reformas realizadas con nuevos materiales de construcción.
Daños visibles
- Aparecían algunas grietas en el entorno de ventanas y vigas siempre en zonas donde se usó hormigón. - En la columna que sujetaba la viga de la terraza aparecían grietas verticales originadas por el incremento de volumen de las armaduras al oxidarse. - En las estancias interiores había separación en dormitorios, cocina y pasillo, de las juntas entre muros de carga y las esquinas del falso techo.

Tabla nº 30:
Edificio nº 23.

Fotografía nº 131:

Grieta vertical en la columna.

Se hace notar el gran canto de la viga de hormigón así como la gran luz que existe entre pilares.

Fotografía nº 132:

Grieta vertical a lo largo de la columna de la entrada por hinchamiento de la armadura que se ha oxidado.

Fotografía nº 133:

Agujeros en las ventanas.

Fotografía nº 134:

Se observan dos grietas, horizontal y vertical, en los contactos pared-pared y pared-techo de unas de las estancias.

Fotografía nº 135:

Fisuras verticales en la viga del piso inferior.
Dicha viga presenta una flecha importante.

2.3.24 Edificio nº 24

Características
- Edificación muy antigua de piedra y madera.
Daños visibles
- Este edificio presentaba una grieta vertical en una de las estancias; grieta que se encontraba muy próxima al marco de la puerta.

Tabla nº 31:
Edificio nº 24.

Fotografía nº 136:

Grieta vertical, de abertura apreciable, en la proximidad de la puerta de una de las estancias.

Fotografía nº 137:

Fachada N en la que se aprecia la nueva construcción adosada, así como algunas reparaciones.

2.3.25 Edificio nº 25

Características
- Edificación muy reciente, en comparación al resto, fabricados con materiales modernos en el que probablemente se conservaron parte de los muros de carga de una edificación más antigua.
Daños visibles
- Se apreciaban grietas solamente en el enlucido de la fachada O.

Tabla nº 32:
Edificio nº 25.

Fotografía nº 138:
Fisura vertical en la fachada O.

Fotografía nº 139:

Detalle de la fachada O en el que se aprecian pequeñas grietas, en el enlucido, próximas a la esquina inferior derecha de la ventana.

Fotografía nº 140:
Fachada O.

2.3.26 Edificio nº 26

Características
<ul style="list-style-type: none">- Edificación antigua, hecha en piedra y vigas de madera, con reformas parciales con materiales de construcción modernos.- Adjunto al edificio principal se situaba una edificación, destinada al almacén, realizada en piedra.
Daños visibles
<ul style="list-style-type: none">- Se apreciaron diversas grietas en las fachadas del conjunto principal de aberturas hasta de 3 mm.- Existían también desperfectos en dinteles de algunas puertas y ventanas del patio.- El almacén situado en el S de la edificación principal, presentaba un regular estado de conservación.
Observaciones
<ul style="list-style-type: none">- Edificación dividida entre varios propietarios, con construcciones de diferentes edades.

Tabla nº 33:
Edificio nº 26.

Fotografía nº 141:
Detalle de la fachada O.

Fotografía nº 142:

Se aprecian grietas horizontales y verticales en el enlucido del entorno de la ventana situada en la fachada O.

Fotografía nº 143:

Detalle de la fachada S en el que se distinguen una grieta vertical de 1 cm de abertura.

Fotografía nº 144:
Fachada S donde se aprecian varias grietas de hasta 2 mm de abertura.

Fotografía nº 145:
Detalle de la fachada O en el que se aprecian dos grietas.

Fotografía nº 146:
Estado de una puerta de acceso a una de las viviendas.

Fotografía nº 147:
Puerta en el patio interior que presenta grietas en las piedras del dintel.

Fotografía nº 148:
Puerta situada en el patio interior.

Fotografía nº 149:
Grieta situada en la fachada E.

Fotografía nº 150:

Fachada S del almacén que presenta en la esquina una importante grieta reparada.

2.3.27 Edificio nº 27

Características
<ul style="list-style-type: none">- Conjunto de cuatro construcciones:<ul style="list-style-type: none">Vivienda: edificación de hormigón.Bodega: estructura de hormigón y base antigua de piedra.Cochera: estructura de hormigón.Cuadra: edificación antigua de piedra.
Daños visibles
<ul style="list-style-type: none">- En la vivienda existían grietas en varias de las estancias, así como en el suelo de la entrada.- En la cochera se apreciaba una abertura de las juntas entre bloques de hormigón sobre la ventana.- La cuadra destacaba por las malas condiciones de conservación.
Observaciones
<ul style="list-style-type: none">- Edificación dividida entre varios propietarios, con construcciones de diferentes edades.

Tabla nº 34:
Edificio nº 27.

Fotografía nº 151:
Fachada S.

Fotografía nº 152:
Baldosas agrietadas en el suelo de la vivienda.

Fotografía nº 153:
Grietas en el falso techo de una de las estancias.

Fotografía nº 154:
Grietas en la pared de una de las estancias.

Fotografía nº 155:
Grieta que atraviesa varios azulejos del techo de la cocina.

Fotografía nº 156:
Despegue de los bloques de hormigón de la ventana de la bodega.

Fotografía nº 157:
Mal estado de conservación de la cuadra.

Fotografía nº 158:
Despegues de las juntas de las dos construcciones.

2.3.28 Edificio nº 28

Características
- Edificación antigua de piedra.
Daños visibles
- En este edificio destacaba la gran inclinación de la fachada N.
- No se apreciaron daños.

Tabla nº 35:
Edificio nº 28

Fotografía nº 159:
Gran inclinación de la fachada N.

2.3.29 Edificio nº 29

Características
- Edificación muy antigua de piedra con vigas, suelo de madera, y en donde se hicieron reformas con materiales modernos.
Daños visibles
- En este edificio existían separaciones de juntas entre muros y vigas de hormigón y muros en las fachadas E y S. - No se apreciaron daños.
Observaciones
- Se vio afectado por asentamiento del edificio colindante, identificado como Edificio nº 30.

Tabla nº 36:
Edificio nº 29.

Fotografía nº 160:
Grietas verticales en la fachada E que transcurren principalmente por las uniones de muros y vigas.

Fotografía nº 161:

Fachada S.

Despegue de las juntas entre muros, así como entre la viga horizontal y muros.

Fotografía nº 162:

Grieta de 5º de inclinación que parte de la puerta hasta el techo.

Fotografía nº 163:
Grietas verticales y horizontales en las estancias.

Fotografía nº 164:
Grieta vertical en una de las estancias.

2.3.30 Edificio nº 30

Características
- Edificación muy antigua de piedra en la que se hicieron reparaciones con materiales modernos de construcción.
Daños visibles
- Edificación en mal estado de conservación, que se separó en parte, como se aprecia en la fachada O. - Existían asentamientos de parte del muro de la fachada S que provocó la apertura de juntas entre piedras del muro, y que afectaron en parte al Edificio nº 29.
Observaciones
- Presentaba un estado de ruina.

Tabla nº 37:
Edificio nº 30.

Fotografía nº 165:

Grieta vertical en la fachada S provocadas por asentamiento de muro.
Ocasionó daños en la edificación adjunta (Edificio nº 29).

Fotografía nº 166:

Detalle de la fachada O en el que se observan las reparaciones realizadas en el muro: cierre de juntas y reparación de parte del mismo.

Fotografía nº 167:

Grieta vertical desde el techo hasta el suelo provocada por asentamiento del muro O. Peldaños descolocados en la fachada N.

2.3.31 Edificio nº 31

Características
- Edificación de índole más reciente.
Daños visibles
- Ligeras grietas verticales de poca profundidad en la fachada E que atravesaron los ladrillos.

Tabla nº 38:
Edificio nº 31.

Fotografía nº 168:
Grieta vertical en fachada E.

Fotografía nº 169:
Grieta vertical en fachada E.

2.3.32 Edificio nº 32

Características

- Edificación de piedra remodelada en parte.
--

Daños visibles

- Grietas horizontales que recorrían toda la fachada O.- En la fachada E se apreciaban varias grietas en las esquinas de una ventana, así como una grieta vertical de varios mm de abertura en la esquina S por despegue de un pilar del muro.- En la fachada N se apreciaron grietas horizontales de < 1 mm de abertura y varios m de longitud.

Tabla nº 39:
Edificio nº 32.

Fotografía nº 170:
Grietas horizontales fachada O.

Fotografía nº 171:
Grietas fachada E.

Fotografía nº 172:
Dos grietas horizontales en la fachada N.

Fotografía nº 173:
Grieta vertical en fachada E.

2.3.33 Edificio nº 33

Características
- Edificación de muros de piedra en la parte inferior y de ladrillos y techo de madera en la parte superior.
Daños visibles
- Existían grietas desarrolladas de forma horizontal generalmente en la fachada correspondiente al primer piso. - En el suelo del piso inferior había grietas, una de ellas de una abertura de casi 1 cm.

Tabla nº 40:
Edificio nº 33.

Fotografía nº 174:
Grietas en la esquina SO, así como en las fachadas concurrentes.

Fotografía nº 175:
Grietas en fachada E.

Fotografía nº 176:
Grietas en el suelo del interior del edificio.

Fotografía nº 177:
Grieta vertical del techo a la ventana.
Y grieta horizontal bajo la misma en la fachada E.

Fotografía nº 178:
Grieta horizontal de muy estrecha abertura en fachada E.

Fotografía nº 179:
Grieta de aproximadamente 1 cm en el suelo del piso superior.

2.3.34 Edificio nº 34

Características
- Edificación de piedra muy antigua en la que se realizaron reparaciones con ladrillo y hormigón.
Daños visibles
- Edificio en desuso donde se apreciaron despegues de muros visibles en las proximidades de las esquinas de las fachadas.

Tabla nº 41:
Edificio nº 34.

Fotografía nº 180:
Fachada N.

Fotografía nº 181:
Fachada O en la que se aprecia un notorio deterioro.

Fotografía nº 182:
Fachada S.

2.3.35 Edificio nº 35

Características

- Edificación muy antigua de piedra y vigas de madera.
--

Daños visibles

- Edificio muy deteriorado por abandono.
--

Tabla nº 42:
Edificio nº 35.

Fotografía nº 183:
Fachada E.

2.3.36 Edificio nº 36

Características
- Edificación moderna con estructura de hormigón y muros de bloque enlucidos en parte.
Daños visibles
- Existían grietas visibles en las fachadas, en las juntas de uniones de la edificación adosada, así como en las columnas y muros. - Existían grietas de menos longitud que se localizaban en los pilares de hormigón y esquinas de las ventanas.

Tabla nº 43:
Edificio nº 36.

Fotografía nº 184:

Fachada O en la que se observa una grieta en la junta del pilar derecho con el muro de abertura milimétrica.

Fotografía nº 185:

Grieta de abertura $< 1\text{mm}$ en el extremo O de la fachada N, en la unión de la edificación principal con esta estructura adosada.

Fotografía nº 186:

Detalle del pilar de la esquina SE en el que se observan pequeñas grietas verticales y horizontales.

Fotografía nº 187:
Grietas que afectan a la ventana N de la fachada E.

2.3.37 Edificio nº 37

Características

- Edificación antigua realizada en piedra y vigas de madera que sufrió alguna reforma con materiales de construcción modernos.
- Por el lado N estaba adosado un pajar en ruinas construido en piedra y madera.

Daños visibles

- En la zona encalada de la fachada O existían varias grietas de abertura < 1 mm y otras de abertura milimétrica que afectaban a la ventana izquierda del piso superior y a la existente en la planta baja.
- En la fachada interior, visible desde el patio, aparecían grietas en el pilar de hormigón de la derecha, así como el tramo sin enlucir de la viga horizontal de hormigón.
- En el interior de la vivienda existían desperfectos en la cocina, donde había grietas verticales en una de las esquinas, azulejos rajados y desconchados; en el salón se apreciaban grietas en techo y en una de las paredes.
- El pajar adosado por el N estaba en ruinas.

Tabla nº 44:
Edificio nº 37.

Fotografía nº 188:

Ventana de la fachada O afectada por grietas con abertura < 2 mm.

Fotografía nº 189:
Grietas existentes alrededor de la ventana así como en el resto de la fachada O.

Fotografía nº 190:
Grietas verticales y horizontales que afectan a los pilares y vigas de hormigón de la fachada interior.

Fotografía nº 191:
Despegues entre el pilar de hormigón y el muro de piedra de la izquierda en el establo nuevo.

Fotografía nº 192:
Establo en ruinas adosado por el lado N al edificio.

Fotografía nº 193:

Grietas en el pilar izquierdo así como desperfectos subsanados aprovechando muros existentes N en la fachada E.

Fotografía nº 194:

Grieta en la pared del salón.

Fotografía nº 195:
Azulejos desconchados y agrietados en la cocina.

Fotografía nº 196:
Grietas vertical.

2.3.38 Edificio nº 38

Características
- Edificio antiguo donde existían reformas parciales con materiales modernos de construcción.
Daños visibles
<ul style="list-style-type: none">- En el lado E de la fachada S existía una importante grieta con ramificación y abertura de hasta 4-5 mm. En el tramo O de la misma fachada S existían también grietas, aunque menores en longitud y abertura.- Se encontraban grietas horizontales de poca abertura y longitud en la parte inferior de la fachada N interna.- Grietas en la ventana de la planta baja de la fachada E.- Grieta vertical de varios metros de longitud a la izquierda de la puerta del establo.- Grietas en el salón y en el pasillo en el techo y en la pared, así como desperfectos en azulejos y baldosas en el suelo de la cocina y cuarto de baño.

Tabla nº 45:
Edificio nº 38.

Fotografía nº 197:
Grietas de abertura < 1 mm bajo la ventana y sobre la puerta.

Fotografía nº 198:
Importante grieta horizontal que afecta a la zona E de la fachada S.

Fotografía nº 199:
Fachada E.

Fotografía nº 200:
Grietas en la fachada interior.

Fotografía nº 201:
Grietas vertical junto a la puerta.

Fotografía nº 202:
Grietas visible bajo la ventana S de la fachada E.

Fotografía nº 203:
Azulejos agrietados en la cocina.

Fotografía nº 204:
Importante grieta horizontal en el cuarto de baño.

Fotografía nº 205:
Baldosines agrietados.

2.3.39 Edificio nº 39

Características
- Dos edificaciones pequeñas con estructuras de hormigón y muros de bloque.
Daños visibles
- En el mayor de los edificios existían grietas en todas las uniones entre pilares y muros, siendo las más importantes las correspondientes a las esquinas SO y SE. En la esquina SE las grietas continuaban hacia el tejado con aberturas de hasta 1 cm. - En la fachada N existían además otras grietas que afectan a las ventanas. - En el menor de los edificios se apreciaban grietas en la línea de unión de las vigas del tejado con los muros. La chimenea estaba ligeramente inclinada.

Tabla nº 46:
Edificio nº 39.

Fotografía nº 206:
Grietas que separan el pilar de los muros en la esquina SO del edificio mayor.

Fotografía nº 207:
Lado NE de la edificación menor.

Fotografía nº 208:
Grieta vertical en las proximidades del pilar, así como otras de menor abertura en el entorno del alero y la ventana de la esquina NO del mayor edificio.

Fotografía nº 209:
Grieta vertical de pequeña abertura situada bajo la ventana de la fachada N del edificio mayor.

Fotografía nº 210:
Grietas entre el pilar y los muros de la esquina SE.

2.3.40 Edificio nº 40

Características
<ul style="list-style-type: none">- La planta baja del edificio se hizo con muros de piedra. El resto de la edificación con vigas de hormigón y ladrillo.- La zona O era un establo de piedra.
Daños visibles
<ul style="list-style-type: none">- En la fachada E aparecían grietas verticales y horizontales que unían las esquinas de puertas y ventanas. Eran en general de pequeña abertura, pero ocasionalmente podían tener varios milímetros.- En la fachada N aparecían grietas en las uniones de la madera y vigas de hormigón con los muros.- De la puerta posterior de la edificación, antiguo establo, quedaban solamente los muros por haberse desplomado hace tiempo la techumbre.

Tabla nº 47:

Edificio nº 40.

Fotografía nº 211:

Grietas horizontales y verticales que afectan a toda la fachada, varias de ellas unen las esquinas de puertas y ventanas en esta fachada E.

Fotografía nº 212:

En la parte E de la fachada N existen grietas en las uniones madera-enlucido y en la zona derecha que afectan al enlucido, así como desperfectos en la esquina inferior izquierda de la ventana.

Fotografía nº 213:

La zona sin enlucir corresponde al hueco dejado por el desplome de la techumbre del establo.

2.3.41 Edificio nº 41

Características
<ul style="list-style-type: none">- Edificación de piedra enlucida.- Tras el patio existía una edificación de bloques y vigas de hormigón sobre muros de piedra.
Daños visibles
<ul style="list-style-type: none">- La fachada E presentaba numerosas grietas de longitud plurimétrica, que enlazaban las esquinas de puertas y ventanas con aberturas de hasta varios milímetros ocasionalmente.- En la fachada O, correspondiente a la cuadra, existía una grieta de 1 m de longitud.

Tabla nº 48:
Edificio nº 41.

Fotografía nº 214:

Fragmentos de la fachada E en la que aparecen números grietas de gran longitud y abertura de orden milimétrica.

Fotografía nº 215:

Fragmentos de la fachada E en la que aparecen números grietas de gran longitud y abertura de orden milimétrica.

Fotografía nº 216:

Fachada O, correspondiente al establo/pajar, donde destaca una grieta de 45° de inclinación que parte de la abertura superior.

Fotografía nº 217:
Varias grietas en las esquinas de puertas y ventanas de la fachada E.

2.3.42 Edificio nº 42

Características
- Construcción mixta de piedra y materiales modernos.
Daños visibles
- Grietas verticales y horizontales en las dos fachadas visibles. Aparecieron principalmente en las uniones entre vigas de hormigón y muros; marcadas en el enlucido de los contornos de los bloques del muro.

Tabla nº 49:
Edificio nº 42.

Fotografía nº 218:

Grietas visibles en el enlucido existente en la zona superior de la piedra vista de la fachada E.

Fotografía nº 219:
Grietas en las uniones entre vigas de hormigón y muros de bloques en la fachada S.

Fotografía nº 220:
Grieta vertical de 1 cm de apertura en la unión entre la viga de hormigón y el muro de la fachada S.

2.3.43 Edificio nº 43

Características
- Construcción antigua de piedra y vigas de madera donde se apreciaban pequeñas reformas realizadas con materiales modernos de construcción.
Daños visibles
- La edificación presentaba un estado de conservación regular. - En la fachada E aparecieron dos grietas, una horizontal de más de 1 cm de abertura y otra paralela al tejado de menor abertura. - En la fachada S la puerta de acceso presentaba la escalera destruida, grietas verticales en las uniones de pilares con el muro y desperfectos en el enlucido en general. - En la fachada O se apreciaron grietas verticales y horizontales sobre el balcón, así como desperfectos sobre la pared de piedra y el enlucido.

Tabla nº 50:
Edificio nº 43.

Fotografía nº 221:

Grietas verticales y horizontales sobre el balcón de la esquina S de la fachada O. Además de desperfectos en el enlucido y en la pared de piedra.

Fotografía nº 222:
Fachada O.

Fotografía nº 223:
Grieta de la fachada E y mal estado del balcón.

Fotografía nº 224:
Vista parcial del patio al que acceden las edificaciones.

Figura nº 31:
Identificación de las edificaciones nº 40, 41 y 43.

2.3.44 Edificio nº 44

Características
- Construcción de piedra con pequeñas reformas realizadas con materiales modernos de construcción.
Daños visibles
- En la fachada O existían varias grietas de poca continuidad y dirección variable, todas de muy pequeña abertura salvo una horizontal que afectaba a una de las puertas con abertura de 1 a 2 mm. - En la fachada S aparecieron grietas verticales y horizontales que continuaban en el edificio de piedra no enlucido. - En la fachada E eran visibles grietas. - En el interior del edificio se observaron grietas en el techo y en las paredes, en la despensa, en la cocina, en la escalera de acceso al piso superior, en el baño y en dos estancias.
Observaciones
- El piso de la primera planta estaba apreciablemente inclinado.

Tabla nº 51:
Edificio nº 44.

Fotografía nº 225:
Grietas verticales y horizontales en la fachada O.

Fotografía nº 226:
Grietas horizontales cruzadas por otra vertical en la fachada NO.

Fotografía nº 227:
Pequeñas grietas horizontales que afectan a la puerta en la fachada S.

Fotografía nº 228:
Grieta vertical situada por encima de la ventana en la fachada E.
Vista desde el patio interior.

Fotografía nº 229:
Grieta vertical y horizontal a media altura en la puerta del piso superior de la fachada E.

Fotografía nº 230:
Grietas en la esquina SO.

Fotografía nº 231:
Grietas de abertura < 1 mm en techo y pared de una de las estancias.

Fotografía nº 232:
Aspecto de una estancia.

2.3.45 Edificio nº 45

Características
- Construcción mixta de piedra y ladrillos con vigas de madera y hormigón.
Daños visibles
- Presentaba grietas visibles en el enlucido de la fachada E, en las zonas de contacto entre pilares y muros de piedra y ladrillo, y en marcos de puertas y ventanas. - En la fachada O aparecían grietas de separación con los edificios adyacentes y entre los pilares de hormigón y los muros de ladrillo. - En las estancias de la parte dedicada a vivienda aparecían grietas tanto en paredes como en el techo. - En la planta baja se observaron grietas horizontales en el muro de los pilares de hormigón.

Tabla nº 52:
Edificio nº 45.

Fotografía nº 233:

Aberturas de juntas entre los edificios, así como entre pilares y muros de ladrillo, en la fachada O.

Fotografía nº 234:
Grietas horizontales en la parte superior de las dos ventanas y ligeros desperfectos en el enlucido de la fachada E.

Fotografía nº 235:
Grietas en una estancia.

Fotografía nº 236:
Grietas en una estancia.

Fotografía nº 237:
Grieta vertical de 2 a 3 mm a lo largo de la esquina de una de las estancias.

Fotografía nº 238:
Grieta vertical de aproximadamente 1 mm de abertura en la pared que parte del suelo en una de las estancias.

Fotografía nº 239:
Grietas horizontales en el pilar de la planta baja.

2.3.46 Edificio nº 46

Características
- Edificación de piedra con reforma parcial llevada a cabo con materiales modernos de construcción.
Daños visibles
- Destacaba el mal estado general del enlucido. - Existencia de grietas en las fachadas.

Tabla nº 53:
Edificio nº 46.

Fotografía nº 240:

Numerosas grietas así como desprendimiento en el enlucido de la mitad S de la fachada E.

Fotografía nº 241:

Grietas horizontales en la parte superior así como desprendimiento en el enlucido de la mitad N de la fachada E.

Fotografía nº 242:

Grieta vertical que desde el techo transcurre por la puerta y continúa por trazado irregular hasta la ventana inferior de la fachada N.

Fotografía nº 243:
Grietas verticales en una de las ventanas de la fachada O.

Fotografía nº 244:
Fachada O.

2.3.47 Edificio nº 47

Características
- Garaje realizado con pilares de hormigón y muros de ladrillo y piedra.
Daños visibles
- En la fachada E no se apreciaron desperfectos importantes, pequeñas grietas en el enlucido a ambos lados de la puerta pequeña, así como varias áreas con el enlucido desprendido. - En la fachada S existían grietas que partían desde las ventanas hacia el techo. - Es de señalar el mal estado de una pequeña estructura adosada en la fachada O. - En el interior no se apreciaron más que pequeñas fisuras en uno de los pilares de hormigón.

Tabla nº 54:
Edificio nº 47.

Fotografía nº 245:
Algunas grietas y agujeros en la zona izquierda de la fachada O.

Fotografía nº 246:
Ventana del piso inferior de la fachada E.

Fotografía nº 247:
Grietas verticales en la parte superior de la fachada O.

Fotografía nº 248:
Fachada E.

2.3.48 Edificio nº 48

Características

- Edificación mixta en la que la parte inferior se realizó en piedra y la superior en vigas de hormigón y ladrillo. Estaba destinada a almacén.

Daños visibles

- No se apreciaron más desperfectos que unas grietas que partían una columna de hormigón de una ventana y que continuaban por la unión entre este edificio y el anterior.

Tabla nº 55:
Edificio nº 48.

Fotografía nº 249:

Grietas en la esquina de la ventana que continúan por la junta entre los dos edificios.

2.3.49 Edificio nº 49

Características
- Construcción mixta de piedra y materiales modernos de construcción.
Daños visibles
- Aparecieron en la fachada E pequeñas grietas de fraguado en las uniones de pilar y muros, y en las correspondientes a ventanas y muros.

Tabla nº 56:
Edificio nº 49.

Fotografía nº 250:
Fachada O.

Fotografía nº 251:
Grietas horizontales y verticales.

2.3.50 Edificio nº 50

Características

- Edificación antigua realizada en piedra y vigas de madera.
- Se realizaron reformas con materiales modernos de construcción; enlucido en algunas zonas.
- Presentaba una estructura independiente destinada a establo/pajar hecha de piedra y vigas de madera.

Daños visibles

- La fachada O de piedra vista, presentaba una superficie irregular, aunque no se identificaron grietas.
- En el establo/pajar no se observaron daños.
- En el interior de la vivienda existían grietas, de abertura variable desde < 1 mm hasta un 1 cm, que afectaban a las paredes y al techo. Se observó en pasillo, habitaciones, cocina y no en el cuarto de baño.

Tabla nº 57:
Edificio nº 50.

Fotografía nº 252:

Fachada O en la que se pueden ver la nueva estructura adosada.

Fotografía nº 253:
Fachada O del establo.

Fotografía nº 254:
Azulejos rotos en la cocina.

Fotografía nº 255:
Grietas horizontales en la pared de una de las estancias.

Fotografía nº 256:
Grietas en pared y techo en el pasillo.

Fotografía nº 257:
Grieta vertical en el pasillo.

Fotografía nº 258:
Grietas horizontales en la entrada a las habitaciones.

Fotografía nº 259:
Grieta horizontal en columna la del pasillo.

2.3.51 Edificio nº 51

Características
- Construcción muy antigua realizada íntegramente en piedra y madera con tejado de paja.
Daños visibles
- Presentaba estado de ruina; muros y techumbre parcialmente derruidos.

Tabla nº 58:
Edificio nº 51.

Fotografía nº 260:
Estado de la edificación.

2.3.52 Edificio nº 52

Características
<ul style="list-style-type: none">- Estructura de piedra y pequeñas reformas realizadas con materiales modernos.- La parte destinada a la vivienda estaba enlucida y encalada.
Daños visibles
<ul style="list-style-type: none">- En la parte encalada había pequeñas grietas situadas principalmente en las proximidades del porche de entrada a la planta baja.- En la fachada E, encima de la puerta de acceso al patio, eran visibles varias grietas de trazado irregular bajo el alero del tejado.- En la zona dedicada a la vivienda aparecían diversas grietas.

Tabla nº 59:
Edificio nº 52.

Fotografía nº 261:
Fachada E.

Fotografía nº 262:

Grietas de pequeña abertura en la zona superior al pilar situado al porche de acceso.

Fotografía nº 263:

Grietas verticales en la fachada O sobre la puerta de acceso.

Fotografía nº 264:
Grieta vertical en la fachada O.

Fotografía nº 265:
Aspecto general de la mitad S de la fachada O.

Fotografía nº 266:
Importante grieta en la zona de la vivienda sin reformas.

2.3.53 Edificio nº 53

Características

- La edificación principal era de piedra en la que se hicieron pequeñas reformas utilizando modernos materiales de construcción.
- El edificio pequeño situado al S era un pajar de piedra antiguo.

Daños visibles

- En las fachadas enlucidas aparecían múltiples grietas de pequeña abertura, en diferentes direcciones.
- En el corral se observaba una grieta en una de las columnas del corredor de acceso al mismo, así como en techo de la parte cubierta.
- En el interior de la vivienda aparecían grietas que afectaban a marcos de puertas, paredes y techo, en el pasillo y habitaciones. Había azulejos rotos.
- En el pajar existente en el S de la edificación principal existía una cierta separación en la unión de los muros de piedra entre la estructura principal y una menor adosada en el lado E.

Tabla nº 60:
Edificio nº 53.

Fotografía nº 267:
Grietas en la escalera así como desperfectos en la pintura.

Fotografía nº 268:
Aberturas en la junta entre los ladrillos y el edificio construido en piedra en la fachada O.

Fotografía nº 269:
Grieta en la fachada N.

Fotografía nº 270:
Grietas en la fachada E.

Fotografía nº 271:
Grieta vertical en la columna.

Fotografía nº 272:
Grieta en el techo del corral.

Fotografía nº 273:
Grieta vertical que afecta a la unión entre puerta y muro que continua hacia el techo.

Fotografía nº 274:
Grietas en partes reparadas de la fachada S situada en el porche.

Fotografía nº 275:
Grieta en la unión pared/techo con ramificaciones y otra vertical que afecta a la viga en una de las habitaciones.

Fotografía nº 276:
Grieta en una de las paredes.

Fotografía nº 277:
Grietas de 2-3 mm en el techo y la pared del pasillo.

Fotografía nº 278:
Grieta horizontal < 1 mm que atraviesa varios azulejos.

Fotografía nº 279:
Cierta separación en la unión de muros en el pajar del S.

2.3.54 Edificio nº 54

Características
- Antigua edificación de piedra y vigas de madera, con pequeñas reformas realizadas con materiales modernos de construcción.
Daños visibles
- Presentaba algunas grietas en las fachadas de abertura, normalmente milimétrica, excepto en la fachada N donde alcanzaba varios cm. - Se observaron boquetes por desplazamientos de piedras; falta de alineación en columnas de la terraza S.
Observaciones
- Presentaba un estado ruinoso.

Tabla nº 61:
Edificio nº 54.

Fotografía nº 280:

Grietas verticales, mal estado de la puerta y desplazamientos de piedras, en la parte superior, de la fachada O.

Fotografía nº 281:
Falta de alineación de las columnas de la derecha en la fachada O.

Fotografía nº 282:
Grieta vertical importante en la pared N en la que ha habido desplazamiento de piedras y apertura de huecos.

2.3.55 Edificio nº 55

Características

- Iglesia de Santa Eulalia; realizada en piedra.
--

Daños visibles

<ul style="list-style-type: none">- Presentaba un estado de conservación bastante malo, con multitud de desperfectos tanto en el exterior como en el interior.- Existían numerosas grietas con aberturas de varios centímetros en todas las fachadas, así como huecos creados por caída de piedras.- En el interior existían grietas de abertura centimétrica en la sacristía, coro y en la escalera de acceso al campanario.- La bóveda y la cúpula presentaban tanto grietas como caídas del enlucido, dejando la piedra al descubierto.

Tabla nº 62:
Edificio nº 55.

Fotografía nº 283:

Grietas verticales y horizontales, así como desperfectos importantes en el enlucido de la fachada O.

Fotografía nº 284:
Fachada principal, fachada E.

Fotografía nº 285:
Grietas verticales así como caída de piedras en el campanario N.

Fotografía nº 286:

Grieta vertical que atraviesa la ventana así como evidencias de caídas de piedras en la fachada principal.

Fotografía nº 287:

Dos grietas verticales así como una porción de alero caído en la fachada N.

Fotografía nº 288:
Grieta vertical bajo la cúpula en la fachada N.

Fotografía nº 289:
Importantes grietas verticales con desplazamiento de piedras en el lado S.

Fotografía nº 290:
Vista de la cúpula desde el lado SE.

Fotografía nº 291:
Puerta de la Iglesia.

Fotografía nº 292:
Importante grieta de varios cm de abertura en el lado S de la cúpula.

Fotografía nº 293:
Grietas horizontales y verticales en la fachada NE.

Fotografía nº 294:
Aspecto de la cúpula.

Fotografía nº 295:
Aspecto general de la Iglesia donde resultan visibles desperfectos en el enlucido de la bóveda.

Fotografía nº 296:
Grietas en las piedras de los arcos así como en la bóveda y en la cúpula.

Fotografía nº 297:
Ventana derecha del altar.

Fotografía nº 298:
Grietas y desprendimientos del enlucido en el tramo central de la bóveda.

Fotografía nº 299:
Grieta en la sacristía que recorre la pared S.

2.3.56 Edificio nº 56

Características
- Edificación muy antigua de piedra y vigas de madera.
Daños visibles
- En esta edificación se apreciaron daños ocasionados por la antigüedad de la misma y la falta de mantenimiento. - Existían desperfectos en la techumbre y en muros, faltando incluso tramos enteros de muro.

Tabla nº 63:

Edificio nº 56.

Fotografía nº 300:

Mal estado de la fachada S.

Fotografía nº 301:
Fachada O.

2.3.57 Edificio nº 57

Características
- Edificación mixta que se levantó sobre unos muros muy antiguos de piedra; estructura de hormigón y ladrillos.
Daños visibles
- No se apreciaron desperfectos.

Tabla nº 64:
Edificio nº 57.

Fotografía nº 302:
Fachada SE.

Fotografía nº 303:
Fachada NO.

Fotografía nº 304:
Fachada NE.

2.3.58 Edificio nº 58

Características
- Edificación antigua de piedra.
Daños visibles
- En la parte de acceso a la vivienda, en la fachada E, aparecía una caída de parte del dintel producida al picarlo para encajar el marco de la puerta. - Se observaron en las fachadas pequeñas fisuras que se desarrollaban por la fina capa de enlucido que junta las piedras de los muros. Estas fisuras ocasionalmente atravesaban verticalmente las vigas de hormigón. - En el interior se apreciaron grietas en la cocina, azulejos, así como el falso techo rejado.

Tabla nº 65:
Edificio nº 58.

Fotografía nº 305:

Grieta vertical en el lado izquierdo de la puerta de la fachada S.

Fotografía nº 306:
Dintel de la puerta de acceso a la vivienda por la fachada E al que le falta un trozo por encajar el marco de la puerta.

Fotografía nº 307:
Grieta en la viga de hormigón en la fachada S.

Fotografía nº 308:
Grietas horizontales producidas al hacer el agujero para colocar la bisagra de la puerta.

Fotografía nº 309:
Grieta vertical entre las ventanas.

Fotografía nº 310:
Fisura de desarrollo vertical en la fachada E.

Fotografía nº 311:
Grieta sensiblemente horizontal en la columna, así como despegues de las uniones entre la columna y muro.

Fotografía nº 312:
Grietas que atraviesan varios azulejos de la cocina.

2.3.59 Edificio nº 59

Características
- Edificio de piedra en el que se hicieron reformas con materiales modernos de construcción.
- Había adosado un edificio más antiguo de piedra en la fachada E.
Daños visibles
- En la mayoría de los marcos de hormigón de las ventanas de la edificación había grietas de fraguado.
- En la fachada principal del edificio más moderno aparecían grietas verticales que transcurrían por las uniones de las piedras, donde las más importantes se encontraban en el extremo S de la fachada.
- En el edificio más antiguo aparecían en la fachada E aberturas reparadas con anterioridad en las uniones de diferentes muros de piedra debidos a asentamientos diferenciales.

Tabla nº 66:
Edificio nº 59.

Fotografía nº 313:

Grieta a la derecha de la puerta superior que transcurre por las uniones de las piedras en la esquina SO de la edificación más moderna.

Fotografía nº 314:

Grieta vertical encima de la ventana, así como otra horizontal de fraguado en la viga del marco de la ventana en la fachada S.

Fotografía nº 315:

Grieta horizontal en el enlucido del marco de hormigón de la ventana de la fachada O.

Fotografía nº 316:
Agujero practicado en la pared de la fachada N.

Fotografía nº 317:
Abertura importante en la esquina de la unión de los dos muros parcialmente reparados con anterioridad de la fachada O.

Fotografía nº 318:
Fachada S de la edificación donde se pueden apreciar los dos edificios.

2.3.60 Edificio nº 60

Características

- La edificación estaba formada por dos estructuras adjuntas bien diferenciadas. Una de ellas era muy antigua, hecha en piedra. Mientras que la nueva estaba en construcción en aquel momento.

Daños visibles

- La parte vieja de la edificación presentaba despegues en las uniones de los muros. En la entrada, desde el N, se observaba el regular estado de conservación con huecos creados por caída de piedras, así como despegues en la unión con el muro contiguo por el O.

Tabla nº 67:
Edificio nº 60.

Fotografía nº 319:
Vista parcial de la nueva edificación.

Fotografía nº 320:

Regular estado de conservación de la antigua edificación. Se aprecian huecos por caída de piedras, así como despegues en la unión de muros.

Fotografía nº 321:

Pequeñas discontinuidades en la unión de los muros de la fachada S de la edificación antigua.

2.3.61 Edificio nº 61

Características

- Dos edificaciones antiguas hechas en piedra.

Daños visibles

- La más antigua de las dos, situada al O, se encontraba en malas condiciones de conservación. Presentaba una grieta vertical por despegue de muros de piedra de varios cm de abertura en el extremo N de su fachada E.
- En el edificio E se observaban pequeñas grietas de fraguado en el enlucido, principalmente en el lado S.
- En la fachada O se apreciaban despegues del balcón, en la unión del mismo con el muro de piedra de la vivienda y entre los muros del balcón y vigas horizontales de madera. En esta fachada se observaba antiguas grietas reparadas.

Tabla nº 68:
Edificio nº 61.

Fotografía nº 322:
Esquina SO.

Fotografía nº 323:
Nueva estructura de ladrillo adosada al edificio de piedra en la fachada E.

Fotografía nº 324:
Separaciones entre estructuras de diferentes materiales visibles en la unión del balcón con el muro de piedra de la fachada O. Se observan antiguas grietas separadas.

Fotografía nº 325:
Separación centimétrica entre los muros N y E de la fachada E.

Fotografía nº 326:
Ligeras fisuras debidas al fraguado del enlucido.

2.3.62 Edificio nº 62

Características
- Estructura muy antigua de piedra con vigas de madera.
Daños visibles
- Presentaba estado ruinoso con muros parcialmente derribados. - En la parte en uso de la edificación aparecieron despegues de las juntas de los muros de piedra. - Existía una grieta de abertura centimétrica vertical en la terraza de la fachada S.
Observaciones
- Una pequeña parte de la edificación tenía la misión de almacén.

Tabla nº 69:
Edificio nº 62.

Fotografía nº 327:
Grieta vertical en la terraza de la fachada S.

Fotografía nº 328:
Mal estado de conservación, fachada SE.

2.3.63 Edificio nº 63

Características
- Estructura muy antigua de piedra y madera. Quedaba en pie solamente la parte destinada a la vivienda.
Daños visibles
- En la fachada O se observaron desperfectos debidos a la antigüedad y falta de mantenimiento.
- En la fachada E se observaron aberturas de hasta 1 cm en las juntas del marco de la puerta y los muros, con caídas de piedras y mortero, grieta inclinada hacia el N en la ventana más próxima a la puerta.
- El pajar/establo adjunto, que formaba parte de la edificación, estaba en ruinas.

Tabla nº 70:

Edificio nº 63.

Fotografía nº 329:

Destacan en la fachada E la grieta vertical bajo el alero, la abertura de las juntas entre el marco de madera y el muro y la grieta inclinada que afecta a la ventana.

Fotografía nº 330:

Desperfectos propios de la antigüedad y falta de mantenimiento en la fachada O. Destaca el hueco existente bajo la puerta del piso superior y la separación del muro de la edificación adyacente. Existen también grietas en el enlucido a ambos lados de la ventana izquierda.

Fotografía nº 331:

Estado de parte de la edificación.

2.3.64 Edificio nº 64

Características
<ul style="list-style-type: none">- Construcción de ladrillo sin enlucir, con tejado de fibrocemento.- Existía una pequeña construcción del mismo material al N del edificio principal.
Daños visibles
<ul style="list-style-type: none">- Se apreciaron partes de la techumbre desplazadas; parte de los ladrillos, los situados a 2,5 m del suelo se encontraban en general descolocados.- En la esquina NO existía una grieta irregular de 50 cm de longitud y 4-5 mm de abertura.- Se apreció una grieta de varios m de longitud y hasta 5 mm de abertura en la cocina.- La construcción pequeña, situada en el lado N, presentaba el tejado con placas desplazadas, así como los ladrillos descolocados en la zona de la puerta de entrada.

Tabla nº 71:
Edificio nº 64.

Fotografía nº 332:

Partes de la techumbre desplazadas así como ladrillos desplazados en la parte superior de la fachada S.

Fotografía nº 333:
Construcción situada al N.

Fotografía nº 334:
Grieta de hasta 5 mm de abertura en la parte superior izquierda de la esquina NO.

Fotografía nº 335:
Grieta en la cocina.

2.3.65 Edificio nº 65

Características

- Escuela y vivienda para maestra realizada con modernos materiales de construcción.

Daños visibles

- Múltiples grietas en la fachada S en las zonas enlucidas. Las cristalerías y paredes de ladrillo de la escalera de subida al aula se encontraban separadas de los pilares por grietas de hasta 1 cm de apertura.
- La fachada S presentaba igualmente grietas en la zona enlucida, haciéndose mayores en longitud y abertura hacia el lado E. La columna del porche tenía una importante grieta con caída del enlucido.
- En la fachada O de la vivienda aparecían múltiples zonas reparadas. En su extremo N existía una grieta vertical, se hacía visible en el lado NO.
- En el resto de la fachada aparecían grietas, destacando las existentes en los aleros.
- Ambos edificios estaban apoyándose ocasionado desperfectos, grietas y desplazamientos del ladrillo, visibles tanto desde el exterior como interiormente. Había grietas en paredes, suelo y techo.

Observaciones

- La techumbre estaba separada y algunas grietas se taparon.

Tabla nº 72:
Edificio nº 65.

Fotografía nº 336, 337, 338:

Múltiples grietas en las zonas enlucidas, tanto por encima como por debajo de las ventanas, así como otras que afectan a los ladrillos en el extremo derecho de la fachada SE.

Fotografía nº 339, 340, 341:
Grietas en las zonas encaladas que crecen en longitud y abertura hacia la derecha en la fachada S.
Vivienda de la maestra.

Fotografía nº 342:
Columna del porche.

Fotografía nº 343:
Fachada O.

Fotografía nº 344:
Grietas en el muro de hormigón de la esquina O de la fachada NO.

Fotografía nº 345:
Esquina N de la fachada O de la vivienda.

Fotografía nº 346:
Grieta vertical de la fachada NE.

Fotografía nº 347:
Escuela y vivienda apoyadas en la parte superior.

Fotografía nº 348:
Grietas en el servicio de la escuela.

Fotografía nº 349:
Grieta visible en la esquina del aula de la escuela.
Corresponde a la zona en que se apoyan los dos edificios.

Fotografía nº 350:
Grietas en la pared de una de las estancias de la vivienda.

Fotografía nº 351:
Grietas y desprendimientos del enlucido en la pared de la escuela.

2.3.66 Edificio nº 66

Características
- Edificio antigua de piedra y ladrillo con techumbre de placas de fibrocemento.
Daños visibles
- Presentaba diversos desperfectos como piedras descolocadas en las zonas que rodeaban las puertas.
Observaciones
- Un incendio forestal destruyó la mayor parte de la edificación.

Tabla nº 73:
Edificio nº 66.

Fotografía nº 352:

En la zona próxima a la puerta se observaban las piedras descolocadas así como una flecha importante en la techumbre.

Fotografía nº 353:

Fragmento del edificio que quedó en pie donde se observan agujeros por caída de piedras, fachada S.

2.3.67 Edificio nº 67

Características
- Construcción de vigas y bloques de hormigón sobre ruinas de piedra.
Daños visibles
- Pequeños agujeros en los bloques de hormigón.
Observaciones
- Se reconstruyó después del incendio que afectó a esta parte del pueblo.

Tabla nº 74:
Edificio nº 67.

Fotografía nº 354:
Algún agujero en la fachada NE.

2.3.68 Edificio nº 68

Características
- Edificios modernos en los que uno estaba destinado a vivienda y el otro a establo/almacén.
Daños visibles
- En la fachada N de la vivienda aparecían grietas verticales y horizontales que principalmente partían de las esquinas de las ventanas. - En la entrada de la vivienda existía una grieta horizontal de varios m de longitud. - En el interior de la vivienda se apreciaban grietas en las proximidades del salón, en puerta y ventana; grietas de 1-2 mm cerca de las paredes de los dormitorios y en la cocina en paredes y azulejos. - En el almacén no había daños en el interior.

Tabla nº 75:
Edificio nº 68.

Fotografía nº 355:

Grieta vertical en las proximidades de la esquina así como horizontales en los peldaños.

Fotografía nº 356:
Grieta de < 1 mm de abertura en la fachada N de la vivienda.

Fotografía nº 357:
Varias grietas verticales y horizontales que parten de la ventana en la fachada N.

Fotografía nº 358:
Grieta horizontal de abertura milimétrica en una de las habitaciones de la vivienda.

Fotografía nº 359:
Fisura vertical en el interior de la vivienda.

Fotografía nº 360:

Desprendimiento del enlucido en la parte inferior y un cristal roto en la fachada N del almacén.

2.3.69 Edificio nº 69

Características
- Edificación muy antigua construida íntegramente en piedra y vigas de madera.
Daños visibles
- Mal estado de conservación. - Importantes grietas de separación de muros en la fachada N visibles en las esquinas de hasta varios cm de abertura. Se apreciaban también en el interior del edificio. - Puertas y ventanas desencajadas.
Observaciones
- Parte de la edificación estaba destruida.

Tabla nº 76:
Edificio nº 69.

Fotografía nº 361:
Mal estado de la fachada SO.

Fotografía nº 362:
Separación existente entre los muros NE y SE.

Fotografía nº 363:
Grieta en la esquina que continua en la intersección de la pared con el suelo en una de las estancias.

Fotografía nº 364:
Grieta en la esquina en otra de las estancias.

2.3.70 Edificio nº 70

Características

- Edificación construida con piedra y vigas de madera; rodeaba a parte del solar de la edificación un muro de bloques de hormigón.
--

Daños visibles

- En la fachada E se apreciaban grietas horizontales y verticales que afectaban a la puerta de acceso a la planta baja y al balcón de la escalera. - Aparecían en las fachadas diversas áreas en que había caído parte del enlucido. - Los escalones de subida a la primera planta estaban rajados. - En el interior existían pequeñas grietas en la cocina; una grieta en uno de los dormitorios y varias en el cuarto de baño.

Observaciones

- Parte de la edificación quedó destruida por un incendio, quedando en su lugar un solar usado como huerta.

Tabla nº 77:
Edificio nº 70.

Fotografía nº 365:

Grietas horizontales y un desprendimiento del enlucido en la parte superior y una grieta vertical en la esquina interna del porche NE.

Fotografía nº 366:
Desperfectos de la fachada E.

Fotografía nº 367:
Varias grietas en el contacto del enlucido con la piedra y un importante desprendimiento del enlucido.

Fotografía nº 368:
Grietas en las uniones pared-pared y pared-techo en una de las estancias.

2.3.71 Edificio nº 71

Características
<ul style="list-style-type: none">- Construcción de piedra en la que se hicieron pequeñas reformas empleando materiales modernos de construcción.- Existía una edificación adjunta realizada en piedra y vigas de madera.
Daños visibles
<ul style="list-style-type: none">- Grietas en las vigas de hormigón sobre la ventana.- La escalera de subida al primer piso, realizada en hormigón, presentaba varias grietas, tanto en el piso como en los laterales.- El edificio adjunto se encontraba en regular estado de conservación.

Tabla nº 78:
Edificio nº 71.

Fotografía nº 369:
Grietas en las vigas de las ventanas.

Fotografía nº 370:
Estado del edificio adjunto.

Fotografía nº 371:
Escalera de acceso a la primera planta en el que destaca una grieta vertical en la esquina de la terraza y una vertical en la solera de hormigón, encima del número.

Fotografía nº 372:
Grietas del techo del porche.

2.3.72 Edificio nº 72

Características
- Edificio de construcción reciente en comparación con el resto.
Daños visibles
- No se apreciaban más que dos grietas en el exterior del edificio; una horizontal bajo la ventana inferior de la fachada O y la otra vertical en la esquina N del porche de entrada. - En el interior aparecía una grieta de 1 m de longitud de < 1 mm de abertura en el pasillo.
Observaciones
- Se construyó tres años después del incendio.

Tabla nº 79:
Edificio nº 72.

Fotografía nº 373:
Fachada SE.

Fotografía nº 374:
Grieta horizontal debajo de la ventana en la fachada O.

Fotografía nº 375:
Fisura vertical en la esquina del porche de entrada.

2.3.73 Edificio nº 73

Características
<ul style="list-style-type: none">- Edificio de nueva construcción que conservaba algunas partes de uno más antiguo.- Pajar/establo y vivienda formaban el conjunto.
Daños visibles
<ul style="list-style-type: none">- El pajar/establo presentaba una pequeña abertura horizontal sobre la puerta en la junta entre el pilar y la viga.- Grietas de fraguado en el enlucido de la fachada.- En el interior sólo se apreciaba una pequeña grieta vertical en uno de los dormitorios.
Observaciones
<ul style="list-style-type: none">- El edificio primitivo había quedado destruido hacía pocos años por el incendio forestal.

Tabla nº 80:
Edificio nº 73.

Fotografía nº 376:

Detalle de la fachada O donde se observa cómo el edificio se ha construido sobre muros de piedra mucho más antiguos.

Fotografía nº 377:
Fisuras verticales y horizontales en las uniones entre bloques de hormigón originadas por el fraguado en la fachada E.

Fotografía nº 378:
Fisura horizontal en la unión entre viga y columna de hormigón.

Fotografía nº 379:
Grietas en la fachada E.

2.3.74 Edificio nº 74

Características
- Edificación construida con modernos materiales de construcción.
Daños visibles
- No había daños.
Observaciones
- Se edificó sobre un solar anteriormente ocupado por una edificación que quedó destruida en el incendio forestal.

Tabla nº 81:
Edificio nº 74.

Fotografía nº 380:
Fachada E.

2.3.75 Edificio nº 75

Características

- Edificio principal antiguo con pequeñas reformas realizadas con materiales modernos de construcción al que se le añadió un nuevo edificio.
- Establo de muy antigua construcción en el que la mitad estaba reconstruida.
- Pajar más reciente que se construyó sobre las ruinas de uno más antiguo de piedra.

Daños visibles

- La fachada SO de edificio presentaba una grieta horizontal en la cocina del balcón. Las vigas de hormigón del balcón provocaron grietas en el enlucido, así como la caída de parte de éste.
- En el interior se observaban aberturas en las esquinas de las estancias por separación entre muros de piedra del edificio y paredes de habitaciones. Existían grietas en paredes y techo, en cocina y dormitorio.
- La cuadra presentaba una abertura de varios cm en las juntas existentes entre muros de piedra y ladrillo.
- En la esquina SE del pajar existía una abertura en el tramo de muro, hecho de piedra, correspondiente al horno. En este edificio se observaron dos pequeñas grietas en la fachada N a 50 cm a cada lado de la puerta.

Observaciones

- Todas las edificaciones tenían materiales de construcción muy diferentes en diversa proporción.

Tabla nº 82:
Edificio nº 75.

Fotografía nº 381:
Fachada N de la vivienda donde se construyó una nueva edificación.

Fotografía nº 382:

Desprendimiento y grietas en el enlucido por flexión de la viga y una grieta horizontal en el pilar de la fachada S.

Fotografía nº 383:

Grieta que recorre el techo y una de las paredes en una de las estancias.

Fotografía nº 384:
Grieta desde la puerta al techo en una estancia.

Fotografía nº 385:
Falta del enlucido a lo largo de toda la esquina de una de las habitaciones.

Fotografía nº 386:
Grietas y desprendimientos en la pared de una estancia.

Fotografía nº 387:
Abertura vertical en la unión de la parte construida en piedra y la reforma de ladrillo.

Fotografía nº 388:

Fachada N del pajar que se ha construido en parte sobre un edificio antiguo. Existen dos grietas, sensiblemente verticales, una a 50 cm a la izquierda de la puerta, bajo el tejado, y la otra en la esquina del muro de piedra.

2.3.76 Edificio nº 76

Características

- La parte inferior del edificio era de piedra y madera. En la parte superior se utilizó hormigón y ladrillos para su construcción.

Daños visibles

- En la fachada E se distinguía una grieta vertical de 2 mm de abertura y más de 1 m de longitud que afectaba a la viga de hormigón y parte de la fachada de piedra vista.
- En el entorno de la puerta de la primera planta de la fachada E aparecían grietas verticales de varios mm de abertura.
- En la vivienda situada en el lado E de la edificación, la pintada de amarillo, existían grietas verticales y horizontales de varios metros y diversas aberturas que afectaban a las ventanas y puertas.

Tabla nº 83:
Edificio nº 76.

Fotografía nº 389:
Fachada O.

Fotografía nº 390:
Grieta vertical debajo de la ventana de la fachada E. También existen otras de menor longitud a la izquierda.

Fotografía nº 391:
Grietas verticales y horizontales en la fachada O. Destaca una vertical en la unión de ambos edificios.

Fotografía nº 392:
Grietas verticales y un agujero debajo de la puerta, así como los cristales rotos.

Fotografía nº 393:
Grieta vertical en la esquina del porche de entrada a la vivienda situada al NE de la edificación.

2.3.77 Edificio nº 77

Características
- Edificación construida con modernos materiales de construcción.
Daños visibles
- Aberturas de juntas y grietas.

Tabla nº 84:
Edificio nº 77.

Fotografía nº 394:
Fachada S.

Fotografía nº 395:

Abertura de juntas encima de la ventana así como grietas sobre la ventana derecha y entre las dos ventanas.

2.3.78 Edificio nº 78

Características

- Edificio de piedra y madera que se utilizaba como pajar.
--

Daños visibles

- No se encontraron daños sobresalientes.- Existían huecos entre piedras por haber desaparecido parte del mortero utilizado en su construcción.- En el tejado había desplazamiento de losetas de pizarra.

Tabla nº 85:
Edificio nº 78.

Fotografía nº 396:
Fachada S.

2.3.79 Edificio nº 79

Características
- Edificio antiguo de piedra y vigas de madera. - Quedaba en pie una parte pequeña de la edificación destinada al pajar.
Daños visibles
- Mal estado de conservación. - Numerosos huecos creados por desaparición de mortero y desplazamiento de piedras. - Se apreciaban grietas principalmente en la fachada N.
Observaciones
- El resto de la edificación quedó destruida por el incendio forestal.

Tabla nº 86:
Edificio nº 79.

Fotografía nº 397:
Mal estado de conservación. Fachada S.

Fotografía nº 398:
Algunas grietas en la parte derecha y desprendimientos en el enlucido de la fachada N.

Fotografía nº 399:
Multitud de juntas y agujeros dejados por desprendimiento de piedras y enlucido en la fachada E.

2.3.80 Edificio nº 80

Características
- Edificación antigua realizada en piedra y madera.
Daños visibles
- Mal estado de conservación. - Grietas de abertura centimétrica en la escalera de acceso a la primera planta, en el entorno de la puerta de acceso a la planta baja. - Grietas verticales entre la puerta y ventana izquierda de la primera planta de la fachada O.

Tabla nº 87:

Edificio nº 80.

Fotografía nº 400:

Daños en techumbre, escalera y paredes.

Fotografía nº 401:

Daños en la techumbre y grietas verticales entre la puerta del piso superior y ventanas en la fachada O.

2.3.81 Edificio nº 81

Características
- Almacenes contruidos sobre las ruinas de un edificio antiguo de piedra.
Daños visibles
- Irregularidades superficiales en los muros de piedra que formaban parte de los almacenes.
Observaciones
- El edificio original fue destruido por el incendio forestal.

Tabla nº 88:
Edificio nº 81.

Fotografía nº 402:
Fachada NE.

Fotografía nº 403:
Vista de una de las edificaciones.

Fotografía nº 404:
Fachada NO.

2.3.82 Edificio nº 82

Características
- Edificación muy antigua realizada en piedra y madera.
Daños visibles
- Grietas sensiblemente verticales en el tramo visible de la fachada S. - La unión entre los muros de la puerta S presentaba una abertura de hasta 2 cm. - Los peldaños de acceso a la puerta de entrada estaban desplazados.
Observaciones
- Era una de las edificaciones más antiguas del pueblo.

Tabla nº 89:
Edificio nº 82.

Fotografía nº 405:
Fachada N.

Fotografía nº 406:

Serie de grietas sensiblemente verticales en el extremo derecho de la fachada E. Cierta separación en la unión de muros y desperfectos.

2.3.83 Edificio nº 83

Características

- Conjunto de edificaciones muy antiguas, de piedra y madera, sobre las que se realizaron reformas con modernos materiales de construcción.
- Formaban un conjunto de cuatro edificios: pozo, establo, almacén/cocina y vivienda.

Daños visibles

- En el establo existían grietas verticales a ambos lados de la puerta de acceso, que también eran visibles en la roca del suelo de la edificación.
- El edificio adjunto, un pajar de considerable antigüedad, presentaba abertura de las juntas entre los muros y grietas visibles en el entorno de la puerta de acceso a la cocina/almacén.
- En la vivienda propiamente dicha aparecían grietas verticales que recorrían gran parte de la altura del edificio en la fachada O y N. En la fachada S aparecía una grieta horizontal bajo una de las ventanas.
- En el interior de la vivienda y en el suelo del comedor aparecía una grieta en la pared E.

Tabla nº 90:
Edificio nº 83.

Fotografía nº 407:

Grieta que atraviesa los bloques y varias más que atraviesan las piedras en el establo.

Fotografía nº 408:

Varias grietas a la izquierda de la ventana del establo que no afectan al trozo de la fachada reformada.

Fotografía nº 409:

Grieta de varios cm de abertura en la roca del piso del establo.

Fotografía nº 410:

Desalineada la columna de ladrillo y grandes aberturas en la unión de muros del almacén/cocina.

Fotografía nº 411:

Grietas que siguen las uniones de las piedras que enmarcan la puerta del almacén/cocina.

Fotografía nº 412:
Varias grietas en este fragmento de la fachada O de la vivienda.

Fotografía nº 413:
Grietas de apertura milimétrica en este fragmento de la fachada N.

Fotografía nº 414:
Grietas sensiblemente verticales en la fachada de la vivienda.

Fotografía nº 415:
Grieta que atraviesa varias baldosas en el interior de la vivienda.

2.3.84 Edificio nº 84

Características
- Edificación muy antigua en piedra y vigas de madera con pequeñas reformas de hormigón adosada a otra construcción sobre restos de muros de otro muy antiguo.
Daños visibles
- En el enlucido de la fachada antigua aparecían varias grietas; las vigas de hormigón al flexionarse habrían ocasionado aberturas en su unión con los muros.
- En el interior de la vivienda antigua existían grietas importantes en paredes y techos.
- Presentaba reparaciones de antiguas grietas.

Tabla nº 91:
Edificio nº 84.

Fotografía nº 416:

Grietas en el enlucido así como otras horizontales causadas por flexión de la viga de hormigón en la fachada E del edificio antiguo.

Fotografía nº 417:
Edificación construida sobre las ruinas de otro muy antiguo hecho de piedra.

Fotografía nº 418:
Aberturas en las juntas de las piedras junto al quicio de la puerta en el balcón de la fachada O.

Fotografía nº 419:

Grietas de apreciable anchura en el techo de una de las habitaciones. Se observan separaciones en la pared correspondiente a antiguas grietas.

2.3.85 Edificio nº 85

Características
- Edificación muy antigua de piedra en la que parte se reconstruyó con hormigón.
Daños visibles
<ul style="list-style-type: none">- Grietas verticales inclinadas en la fachada enlucida de la edificación.- En el suelo bajo la puerta de entrada del patio existía una grieta de abertura < 1 mm.- En la pared, bajo la puerta de entrada a la vivienda, desde el patio existía una grieta de varios mm de abertura vertical.- El suelo de madera de varias habitaciones estaba separado de los muros de piedra varios cm; abertura que estaba cerrada con escayola.- Había azulejos rajados en la cocina.- En varias habitaciones existían grietas en paredes.
Observaciones
<ul style="list-style-type: none">- Parte de la edificación fue destruida por el incendio.- Se observaban grietas en la calle.

Tabla nº 92:
Edificio nº 85.

Fotografía nº 420:
Fachada E. Corresponde a la parte reconstruida.

Fotografía nº 421:
Grietas verticales y horizontales en la fachada E.

Fotografía nº 422:
Grietas sensiblemente verticales en la fachada E.

Fotografía nº 423:
Grieta vertical en el patio interno.

Fotografía nº 424:
Multitud de azulejos agrietados en la cocina.

Fotografía nº 425:
Grietas inclinadas.

2.3.86 Edificio nº 86

Características
- Edificación muy antigua realizada en piedra y madera.
Daños visibles
- Estado ruinoso; si bien las fachadas E y S se conservaban en buen estado.

Tabla nº 93:
Edificio nº 86.

Fotografía nº 426:

Separaciones entre piedras y huecos creados por caída de las mismas en la fachada S.

Fotografía nº 427:
Varios agujeros por caídas de piedras y mortero en la fachada E.

Fotografía nº 428:
Aspecto posterior de la edificación. Estado ruinoso.

Fotografía nº 429:
Arco de entrada al patio.

2.3.87 Edificio nº 87

Características

- Construcción de piedra y vigas de madera sobre la que se añadió ladrillo y hormigón.
--

Daños visibles

- En la fachada E aparecían numerosas grietas de abertura milimétrica; la mayoría verticales, en ambos lados de la puerta; entre la puerta y la ventana situada a la izquierda y bajo la ventana y a la izquierda de la misma. - Bajo el alero del tejado y a ambos lados de la ventana situada sobre la puerta existían dos zonas con importantes grietas; de corta longitud pero con aberturas próximas a 1 cm. - En las otras dos fachadas visibles no se apreciaron desperfectos, salvo irregularidades superficiales de los muros de piedra.

Tabla nº 94:
Edificio nº 87.

Fotografía nº 430:

Grietas en la esquina inferior derecha de la venta izquierda de la fachada E.

Fotografía nº 431:
Fachada S.

Fotografía nº 432:
Daños a la derecha de la ventana situada sobre la puerta.

Fotografía nº 433:
Grietas en la fachada E.

2.3.88 Edificio nº 88

Características
Daños visibles
Observaciones

Tabla nº 95:
Edificio nº 88.

No se hallaron fotografías para llevar a cabo el estudio de la edificación.

2.3.89 Edificio nº 89

Características
- Edificio antiguo de piedra y vigas de madera con algunas reformas con hormigón.
Daños visibles
- En la fachada E, la principal, se observaron grietas en la zona del enlucido bajo la escalera. También en esta fachada se apreciaron grietas verticales en las esquinas derechas inferiores de la puerta y en la ventana que había sobre la escalera. - En la parte trasera, fachada O, aparecían dos grietas verticales de mayor importancia, de longitud plurimétrica y de 1 cm aproximadamente de abertura. En esta misma fachada existían otras grietas menores.

Tabla nº 96:
Edificio nº 89.

Fotografía nº 434:
Fachada E.

Fotografía nº 435:

Grieta vertical de 1 m de longitud y 2-3 mm de abertura en la esquina derecha de la puerta superior.

Fotografía nº 436:

Grietas de poca longitud en la fachada O.

Fotografía nº 437:

Dos grietas verticales plurimétricas y de 1 cm de abertura en la línea de separación de los edificios y entre las dos ventanas de la fachada O.

2.3.90 Edificio nº 90

Características
- Estructura realizada en piedra y madera.
Daños visibles
- La fachada E presentaba varias grietas bajo el alero a ambos lados de la ventana. En las esquinas superiores de la misma eran de abertura casi centimétrica, siendo la de la derecha de más de un 1 m de longitud. - Sobre la puerta y bajo el alero se distinguía otra vertical de poca longitud y abertura < 1 cm. - En la fachada N existían varias grietas en las esquinas superiores de la ventana y en el tramo de fachada cercano al extremo E de la misma.

Tabla nº 97:
Edificio nº 90.

Fotografía nº 438:
Grietas en las esquinas superiores de la ventana de la fachada E.

Fotografía nº 439:
Daños existentes bajo el alero del tejado de la ventana de la fachada E.

Fotografía nº 440:
Grietas en la fachada N.

Fotografía nº 441:
Grietas en las esquinas de las ventanas de la fachada S.

Fotografía nº 442:
Fachada NO.

2.3.91 Edificio nº 91

Características
- Varias construcciones en la misma edificación de las que había parte realizadas en piedra y vigas de madera y parte realizadas con modernos materiales de construcción.
Daños visibles
- Dos grietas horizontales de 1 m de longitud aproximadamente y de abertura < 1 mm se localizaban en la primera planta de la fachada E; una en la esquina superior S y otra cercana a la esquina inferior N. - En la parte de la edificación sin enlucir se apreciaban grietas sobre la puerta y desperfectos en la estructura de planta semicircular.

Tabla nº 98:
Edificio nº 91.

Fotografía nº 443:

Grieta horizontal en la esquina de la izquierda de la fachada E.

Fotografía nº 444:
Grietas entre las piedras de la puerta y desperfectos en la estructura de planta semicircular de la fachada E.

Fotografía nº 445:
Fachada S.

Fotografía nº 446:
Fachada S.

2.3.92 Edificio nº 92

Características
- Garaje construido con bloques de hormigón; techumbre de vigas de madera y placas de fibrocemento.
Daños visibles
- No se apreciaron daños.

Tabla nº 99:
Edificio nº 92.

Fotografía nº 447:
Esquina NE.

2.3.93 Edificio nº 93

Características
- Construcción con bloques de hormigón, vigas de madera y placas de fibrocemento.
Daños visibles
- No se apreciaron daños.

Tabla nº 100:
Edificio nº 93.

Fotografía nº 448:
Fachadas S y E.

2.3.94 Edificio nº 94

Características
- Caseta del transformador.
Daños visibles
- Presentaba un regular estado de conservación.

Tabla nº 101:
Edificio nº 94.

Fotografía nº 449:
Vista O.

Fotografía nº 450:
Vista E y S.

3. SEGUNDO PERIODO. ESTUDIO DE LA SUBSIDENCIA (Desde 1990 hasta 1995)

3.1 Antecedentes

A principios de 1989 Antracitas de Gaiztarro S.A. encargó a la empresa Geocontrol S.A. un estudio de la Subsidencia del área de Langre que cristalizó en un somero informe a finales de dicho año (*Primer periodo. Valoraciones previas*).

Posteriormente, la Excm. Diputación Provincial de León, en 1991, solicitó la asistencia técnica del ITGE (Instituto Tecnológico Geominero) para la realización de un informe sobre el subsuelo de dicha localidad, en relación con los agrietamientos que venían produciéndose en las viviendas.

Dos años más tarde, la misma institución provincial remitió una nueva petición al ITGE para que averiguase de dónde provenían los ruidos y los agrietamientos observados en los últimos meses.

Victoriano González S.A., antes llamada Antracitas de Gaiztarro S.A., encargó un nuevo estudio a Geocontrol S.A., que ésta empresa entregó en febrero de 1994 bajo el título de "Subsidencia producida por la Explotación de la capa Perdiz, de Antracitas de Gaiztarro S.A., bajo el pueblo de Langre"

En marzo de 1995, la Sección Comarcal del Bierzo del Servicio Territorial de Economía de León solicitó un informe al ITGE sobre la influencia que podía tener la explotación minera que entonces estaba llevando a cabo la empresa en las inmediaciones del pueblo.

Por último la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Junta de Castilla y León encargó en mayo de 1995 a la Asociación de Investigación Energética y Minera de León, ENERMITEC, un estudio de la influencia de la superficie de las labores mineras del Grupo Escandal del Coto Minero del Sil en el entorno del pueblo de Langre, así como una evaluación de los daños verificados en aquellos entonces en las construcciones.

3.2 Objetivos

El estudio de este segundo periodo tiene una doble finalidad diferenciada, aunque complementaria en la actuación final.

1. Evaluación de la situación del pueblo de Langre al final de dicho periodo.
2. Valoración de la previsible situación futura derivada de la actividad minera.

3.3 Medios técnicos

Entre los medios técnicos utilizados se puede destacar el siguiente equipamiento específico:

1. Deflectómetro digital de Proteus Instruments: instrumento capaz de apreciar desplazamientos de 0,001 mm.
2. Registrador de vibraciones de Thomas Instruments Inc: instrumento que permite, ajustada la sensibilidad, medir los desplazamientos del terreno consecuencia de la utilización de explosivos.
3. Estación total y soporte informático: equipamiento, que con sus prestaciones, permite levantamientos topográficos precisos y su posterior tratamiento en ordenador.
4. Software FLAC versión 3.22 Itasca Consulting grup Inc: programa que permite la modelización del terreno y determina la influencia en superficie derivada de excavaciones.

3.4 Metodología

1. Reconocimiento y evaluación de daños:

Para el estudio se reconocieron cincuenta y seis construcciones (56). La numeración de las mismas se realizó tomando como punto de partida la entrada a Langre desde Toreno. Para cada vivienda se elaboró una ficha en la que se reflejó aquellos datos que se consideraban de interés, señalando que a veces no se pudo verificar si las viguetas eran pretensadas, al no estar descubiertos sus extremos. Además la distinción entre auto y semirresistentes sólo fue posible señalarlo en base a las indicaciones recibidas de sus propietarios, entendiendo, sin embargo, que tal condición no debería afectar en absoluto a la seguridad de la edificación. Únicamente la distinción entre unos y otros permitió en alguna medida diferenciar las fisuras debidas al asiento diferencial de las viguetas, e incluso con el tiempo las diferidas debido a la pérdida de tensión de los alambres, en las pretensadas (las paredes cuando están raseadas, su constitución sólo puede detectarse desde el interior de los edificios y, además, dando por supuesto que en el exterior no ha sido revestido con ningún otro tipo de material distinto del raseo).

La medición de las grietas se realizó con un sistema electrónico con microprocesador especialmente diseñado para el control y seguimiento de las fisuras. En las viviendas se colocaron un total 18 testigos que permitieron obtener medidas de grietas y su evolución durante un periodo de 100 días en los que se realizaron un máximo de siete mediciones en intervalos de quince días aproximadamente.

2. Análisis de deformaciones:

Para la modelización de las geometrías de explotación se empleó el FLAC versión 3.22; un programa bidimensional que basa su cálculo en un método de diferencias finitas que permite la simulación del comportamiento de estructuras de suelo, roca y otros materiales al deformarse plásticamente cuando ciertos límites son sobrepasados al realizar en el subsuelo obras o labores de explotación.

3.5 Reconocimiento y evaluación de daños

1. Descripción y ubicación de edificios:

La ficha que se incorpora recoge los aspectos más significativos de cada construcción.

2. Control de daños:

La ficha describe esquemáticamente las fisuras y grietas, así como su posicionamiento, señalando cuando se creyó necesario las particularidades de los daños.

3. Plan de actuación:

El plan de actuación que se debería de haber implantado, anexo a la ficha, señala las acciones a realizar, su ejecución en el tiempo y la periodicidad de control bajo las premisas establecidas.

3.6 Datos de interés y reportaje fotográfico

3.6.1 *Edificio Langre - 1*

Características
<ul style="list-style-type: none">- Situación: desde Toreno 1ª casa habitada a la izquierda.- Fecha aproximada de construcción: 1986.- Uso del edificio:<ul style="list-style-type: none">Vivienda habitual (adosada a nueva construcción).Cuadra y/o a pajares (en planta baja).
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento: pétreos.- Material aglomerante: arcilla.- Acabado exterior:<ul style="list-style-type: none">Raseado de cemento (fachada frontal).Rejunteado de cemento (en algunas zonas).- Elementos portantes: muros portantes.- Forjados:<ul style="list-style-type: none">Viguetas de madera.Bovedillas, tableado.- Cubierta:<ul style="list-style-type: none">Entramado de madera.Elementos de cubrición de pizarras.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización: muro portante.- Riesgo de daños: leves.- Observaciones:<ul style="list-style-type: none">Corredor ubicado a la calle.Grietas situadas en parte posterior del edificio.Parte superior de bloques de hormigón asentados sobre pared de piedra, unida con barro; no rejunteada. Sobre los bloques descansa la cubierta de pizarras.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas:<ul style="list-style-type: none">Reparación de muros portantes (observar el seguimiento de la estabilidad).Reparación de fisuras y grietas (en el tiempo aconsejado).- En el tiempo: entre seis y doce meses.- Seguimiento: cada doce meses (aumentando la frecuencia si la evolución hubiese sido más rápida).

Tabla nº 102:
Edificio Langre – 1.

Plano nº 4:
Situación Edificio Langre – 1.

Fotografía nº 451:
Grieta y fisura, aproximadamente horizontal, sobre raseo.

Fotografía nº 452:
Fachada posterior. Grieta en bloques de hormigón viborcompactados (rojo). Posible prolongación en muro de piedra hasta el hueco (verde).

Fotografía nº 453:

Fachada posterior. Grieta en bloques de hormigón, aproximadamente vertical (rojo). Posible prolongación en muro de piedra (verde), difícil de seguir al no estar ni rejuntado ni raseado.

3.6.2 Edificio Langre – 1 BIS

Características
<ul style="list-style-type: none">- Situación: desde Toreno junto a la 1ª casa (no adosada).- Uso del edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento:<ul style="list-style-type: none">Pétreos (parte inferior de la fachada principal y posterior).Cerámicos/ladrillos (parte superior de la fachada principal y posterior).Otros/bloques de hormigón (fachada lateral).- Material aglomerante: argamasa de cemento.- Acabado exterior: no.- Elementos portantes: estructura porticada.- Forjados:<ul style="list-style-type: none">Viguetas de hormigón armado.Bovedillas de hormigón.- Cubierta: elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización: solera suelo.- Longitud aproximada (m): 4 ó 5, suelo.- Anchura máxima (mm): 84,13 perpendicular a 81,35 del suelo.- Riesgo de daños:<ul style="list-style-type: none">Significativos en el suelo del corral.Leves en el resto de la construcción.- Controlable: sí. <i>Código en apartado 3.7.</i>- Observaciones:<ul style="list-style-type: none">Grieta en bloque de piedra (suelo) situado en el patio (corral) posterior de la casa.Grieta en la esquina de la ventana izquierda de la parte superior.Hay una zona raseada donde no se apreciaba nada.Grieta mínima debida previsiblemente a la unión pilar-muro en el lado derecho de la fachada posterior.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas:<ul style="list-style-type: none">Reparación de fisuras y grietas.Otras: control de las grietas en el suelo del corral y seguimiento de las fisuras en la fachada posterior. Deduciendo de ellas una posible afección a la estabilidad de la estructura porticada del edificio. Rellenar grietas.- En el tiempo: entre tres y seis meses.- Seguimiento: cada mes (aumentando la frecuencia si la evolución hubiese sido más rápida).

Tabla nº 103:
Edificio Langre – 1 BIS.

Plano nº 5:
Situación Edificio Langre – 1 BIS.

Fotografía nº 454:
Grieta en el suelo del corral de la casa.

Fotografía nº 455:
Grieta en el suelo del corral de la casa.

Fotografía nº 456:

Grieta en el suelo del corral de la casa, se dejaron testigos (círculos rojos). Grietas en dos direcciones aproximadamente perpendiculares. La longitud de cada lado del orden de 5 m y la abertura, medida con calibre, del orden de 8 cm.

Fotografía nº 457:

Grieta en el suelo del corral de la casa. Al fondo cerramiento de bloques en primera planta de edificio de nueva construcción.

3.6.3 Edificio Langre - 2

Características
<ul style="list-style-type: none">- Situación: desde Langre - 1 BIS.- Uso del edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento:<ul style="list-style-type: none">Pétreos (parte inferior).Cerámicos (parte superior, raseado).- Material aglomerante:<ul style="list-style-type: none">Arcilla (parte inferior).Argamasa de cemento (parte superior frontal).- Acabado exterior:<ul style="list-style-type: none">Raseado de cemento (parte superior frontal).Rejunteado de cemento.- Elementos portantes: estructura porticada (nueva).- Forjados:<ul style="list-style-type: none">Viguetas de hormigón armado y autorresistentes. Intereje en m (0,7).Bovedillas de hormigón.- Cubierta:<ul style="list-style-type: none">Entramado de madera (con pendulones y vigas, armados a tres aguas).Elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización:<ul style="list-style-type: none">Muro no portante (posterior).Solera (suelo).- Observaciones:<ul style="list-style-type: none">Grieta en el suelo del gallinero que probablemente era la continuación de la grieta en el corral de la casa Langre - 3.Grieta en la pared del estudio, con forjado de madera.Grietas en la fachada principal.La parte baja del muro posterior está hecha con arcilla y rejunteado las grietas, que aparecen verticales con inclinación aparentemente siguiendo las juntas de las piedras, es decir, rompiendo el rejunteado; la grieta llega hasta la cornisa, con los salientes de ladrillo raseado y pintado en crema.Piedra rota en una grieta a la izquierda, vista desde detrás.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas (en muros y suelo gallinero).- En el tiempo: entre seis y doce meses.- Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 104:
Edificio Langre - 2.

Plano nº 6:
Situación Edificio Langre - 2.

Fotografía nº 458:
Fachada principal. Entre las ventanas se ha cerrado un antiguo balcón.

Fotografía nº 459:
Fachada del edificio "gallinero" situado a la derecha según se accede a la finca.

Fotografía nº 460:
Fachada lateral izquierda. Fisuras en muro.

Fotografía nº 461:
Fachada posterior. Fisuras en muro de cerramiento.

3.6.4 Edificio Langre - 3

Características
<ul style="list-style-type: none">- Situación: más abajo de Langre - 1.- Uso del edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento:<ul style="list-style-type: none">Pétreos (parte derecha).Otros/ bloques de hormigón (parte delantera e izquierda).- Material aglomerante: arcilla.- Acabado exterior:<ul style="list-style-type: none">Raseado de cemento.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización:<ul style="list-style-type: none">Muro portante.- Anchura media (mm): 8,53.- Controlable: sí. <i>Código en apartado 3.7.</i>- Observaciones:<ul style="list-style-type: none">Grieta grande en pared de bloques de hormigón, con zuncho.En vivienda, raseada y pintada de blanco, aparece una fisura vertical sobre pared de piedra.En la bodega, debajo de la vivienda, existe refuerzo de madera sobre vigas principales para apoyar unos pórticos transversales que coinciden con las divisiones en la primera planta. Además de refuerzo hay una columna de madera.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas:<ul style="list-style-type: none">Reparación de estructura (observar unión viga-pilar y reforzar. En las vigas de madera conviene apuntalar).Reparación de muros (de forma especial el de bloques de hormigón).Reparación de fisuras y grietas (en el resto del edificio y en la solera del portal).Otras (el zuncho sobre pared de bloques deber ser armado).- En el tiempo:<ul style="list-style-type: none">Antes de tres meses (en zuncho, unión viga-pilar, vigas de madera y muro de bloques).Entre seis y doce meses (en el resto de las acciones).- Seguimiento:<ul style="list-style-type: none">Cada quince días (en lo que afecta a la estructura).Cada tres meses (resto del edificio).

Tabla nº 105:
Edificio Langre - 3.

Plano nº 7:
Situación Edificio Langre - 3.

Fotografía nº 462:
Fachada principal, bloques de hormigón. Colocación de testigos.

Fotografía nº 463:
Desconchón en la unión viga-pilar. Reparación con cemento.

Fotografía nº 464:
Fachada principal. Fisura sobre raseo pintado en blanco.

Fotografía nº 465:
Fachada principal. Detalle de la fisura anterior.

Fotografía nº 466:

Fachada principal. Se nota claramente como los testigos se desprendieron (círculos verdes); se colocaron en la misma grieta por el interior del edificio. Fisura en raseo a la derecha de la puerta de acceso.

Fotografía nº 467:

Grieta en el suelo del portal.

Fotografía nº 468:
Fachada principal, bloques de hormigón. Fisuras en camino.

Fotografía nº 469:
Fachada principal, bloques de hormigón. Observar zuncho de hormigón.

Fotografía nº 470:
Grieta en el suelo del portal vista desde el fondo.

Fotografía nº 471:
Grieta en el suelo del portal vista desde la escalera.

3.6.5 Edificio Langre - 3 BIS

Características
- Situación: a continuación de Langre - 3.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: pétreos.
- Cubierta: elemento de cubrición pizarra.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.
- Actuaciones aconsejadas: no se nota nada especial en los muros de cerramiento, edificio aparentemente abandonado.
- En el tiempo: más de un año y menos de tres.
- Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 106:
Edificio Langre - 3 BIS.

Plano nº 8:
Situación Edificio Langre - 3 BIS.

Fotografía nº 472:
Edificio de piedra.

3.6.6 Edificio Langre - 3 TER

Características
- Situación: a continuación de Langre – 3 BIS.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: pétreos.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - En el tiempo: entre tres y seis meses. - Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 107:
Edificio Langre - 3 TER.

Plano nº 9:
Situación Edificio Langre - 3 TER.

Fotografía nº 473:
Restos de edificio de piedra.

3.6.7 Edificio Langre - 4

Características
- Uso del edificio: cuadras y/o pajares.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: pétreos. - Material aglomerante: arcilla. - Acabado exterior: Raseado de cemento (parte alta). Paleteada (parte baja). - Cubierta: elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Localización: muro. - Riesgo de daños: leves.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas. - En el tiempo: más de un año y menos de tres. - Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 108:
Edificio Langre - 4.

Plano nº 10:
Situación Edificio Langre – 4.

Fotografía nº 474:
Edificio paleteado y raseado de argamasa de cemento. Fachada principal. Fisuras.

Fotografía nº 475:
Edificio paleteado y raseado de argamasa de cemento. Fachada principal. Fisuras.

3.6.8 Edificio Langre - 5

Características
- Uso del edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: pétreos. - Acabado exterior: rejunteado de cemento (parte alta). - Forjados: viguetas de madera. - Cubierta: elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Localización: muro. - Riesgo de daños: apreciables. - Observaciones: Grietas en cocina de vivienda. Grietas en bodega. En la fachada posterior aparece una grieta sobre el raseado al lado de la ventana.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: Reparación de fisuras y grietas. Otras: sujeción de la ventana posterior. - En el tiempo: entre tres y seis meses. - Seguimiento: cada mes (atención a la ventana que se menciona y al forjado de la bodega).

Tabla nº 109:
Edificio Langre – 5.

Plano nº 11:
Situación Edificio Langre – 5.

Fotografía nº 476:
Fachada principal. Vivienda en planta alta. Raseo pintado de blanco.

3.6.9 Edificio Langre - 6

Características
- Uso del edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: Pétreos (no llega a la primera planta). Cerámicos (superior y raseado). - Acabado exterior: raseado de cemento. - Elementos portantes: Muros portantes (sobre viejo). Estructura porticada (ligeramente). - Forjados: viguetas de madera. - Cubierta: Entramado de madera. Elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Localización: muro portante. - Riesgo de daños: apreciables. - Observaciones: Grieta casi horizontal. Reparación de uralita. En zona vieja parece que una viga apoyada sobre el quicio de la puerta está tirando en un sentido perpendicular a la fachada; parece que la piedra del dintel gira sobre un eje paralelo a la fachada (estructura de madera). Grieta al lado de la puerta junto a la huerta.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: Reparación de fisuras y grietas. Otras: revisar la verticalidad del dintel de piedra sobre puerta de madera antigua y estabilidad de viga que apoya sobre el dintel. - En el tiempo: entre seis y doce meses (salvo desplazamiento acusado de la viga de madera mencionada). - Seguimiento: cada dos meses.

Tabla nº 110:
Edificio Langre – 6.

Plano nº 12:
Situación Edificio Langre - 6.

Fotografía nº 477:
Fachada principal. Vivienda en planta alta. Raseado de cemento.

Fotografía nº 478:
Fachada principal. Vivienda en planta alta. Raseado de cemento. Detalle en esquina izquierda.

Fotografía nº 479:

Fachada posterior-lateral izquierda. Detalle unión cubierta de uralita con fachada posterior. Detalle de fisuras en esquina posterior izquierda.

Fotografía nº 480:

Fachada posterior. Detalle de unión muro de piedra con muro de bloques.

Fotografía nº 481:
Fachada posterior. Detalle de rejunteado.

3.6.10 Edificio Langre - 7

Características
- Uso del edificio: vivienda accidental.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: pétreos. - Material aglomerante: arcilla. - Elementos portantes: Muros portantes. - Forjados: viguetas de madera. - Cubierta: Entramado de madera. Elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Localización: muro portante. - Riesgo de daños: leves. - Observaciones: en la fachada principal grieta en esquina derecha, hacia abajo, y en el raseo sobre la ventana.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas (fundamental en muros de cerramiento). - En el tiempo: entre seis y doce meses. - Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 111:
Edificio Langre – 7.

Plano nº 13:
Situación Edificio Langre – 7.

Fotografía nº 482:
Fachada principal.

Fotografía nº 483:
Fachada lateral derecha.

3.6.11 Edificio Langre - 8

Características
<ul style="list-style-type: none">- Situación: frente a Langre - 7.- Fecha aproximada de construcción: 1987/1988- Uso del edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento:<ul style="list-style-type: none">Cerámicos.Otros (bloques hasta primera planta).- Acabado exterior: raseado de cemento.- Forjados:<ul style="list-style-type: none">Viguetas de hormigón pretensado. Intereje en m (0,70).Bovedillas de hormigón.- Cubierta: elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización:<ul style="list-style-type: none">Muro.Solera de hormigón.Forjados (1ª planta) bovedillas.- Riesgo de daños: apreciables.- Observaciones:<ul style="list-style-type: none">Fisura sobre puerta grande aproximadamente horizontal.Grieta en muro posterior sube hasta forjado con inclinación de unos 45º.Grieta en solera, desde puerta grande hasta muro de fondo, con dirección casi coincidente con la de Langre - 9, es posible que incluso sea prolongación.Pequeñas fisuras sobre bovedillas que no llegan a cubrir la luz de las viguetas.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas:<ul style="list-style-type: none">Reparación de fisuras y grietas.Otras (revisar grieta en solera y bovedillas)- En el tiempo: entre seis y doce meses (de progresar las grietas en bovedillas se observará si afectan a las viguetas, en cuyo caso se debe de actuar).- Seguimiento: cada dos meses (aumentando frecuencia si se hubiesen visto afectadas las viguetas).

Tabla nº 112:
Edificio Langre - 8

Plano nº 14:
Situación Edificio Langre – 8.

Fotografía nº 484:
Fachada principal. Raseado pintado en blanco. Calle hacia la Iglesia.

Fotografía nº 485:
Fachada lateral derecha. Fisura sobre puerta grande.

Fotografía nº 486:
Detalle en forjado de primera planta.

3.6.12 Edificio Langre – 9

Características
- Uso del edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: cerámicos (ladrillo visto, en edificio vivienda). - Material aglomerante: argamasa de cemento. - Acabado exterior: rejunteado de cemento (garaje y cuadras). - Elementos portantes: Muros portantes (en garaje y cuadras). Estructura porticada (en vivienda). - Forjados: Viguetas de hormigón pretensado. Intereje en m (0,70). - Cubierta: elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Localización: Muro no portante (garaje). Solera de hormigón. - Anchura media (mm) de 4,94. - Riesgo de daños: apreciables. - Controlable: sí. <i>Código en apartado 3.7.</i> - Observaciones: Grieta en el comedor de la casa. La grieta del suelo continúa a dos niveles, de entrada a la casa y de entrada al garaje, y, además, continúa en finca anexa. En el área, casi adosado, existe otro edificio de bloques de hormigón, raseado, utilizado como garaje; las grietas en el lado que da a la calle de la Iglesia hacen parecer como si una mitad se hubiera desplazado en sentido perpendicular a la fachada. Además, en el garaje hay una grieta en el suelo.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: Reparación de muros (prestar atención a los muros portantes del garaje). Reparación de fisuras y grietas (tanto exteriores como interiores). Otras (verificar estabilidad en la solera de acceso a la vivienda). - En el tiempo: entre tres y seis meses (prestar atención al muro de cerramiento del garaje en la calle de la Iglesia, desplazamiento de bloques). - Seguimiento: cada mes.

Tabla nº 113:
Edificio Langre – 9.

Plano nº 15:
Situación Edificio Langre – 9.

Fotografía nº 487:

Entrada a la vivienda a nivel de la primera planta. A la izquierda escalera de descenso a nivel de la entrada al garaje y patio. A la derecha grieta.

Fotografía nº 488:

Fachada posterior del garaje. Detalle de grieta sobre muro de cerramiento con bloques, en parte raseado.

Fotografía nº 489:
Fachada de garaje a la calle de la Iglesia. Bloques con raseo. El desconchón inferior fue retirado intencionadamente.

Fotografía nº 490:
Unión pilar-cerramiento. El nivel inferior coincide con el nivel del garaje en su fachada posterior.

3.6.13 Edificio Langre - 10

Características
<ul style="list-style-type: none">- Situación: frente a Langre - 10.- Fecha aproximada de construcción: 1954.- Uso del edificio: vivienda accidental.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento: pétreos.- Material aglomerante: argamasa de cemento.- Acabado exterior: rejunteado de cemento.- Cubierta: elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización: muro.- Riesgo de daños: leves.- Observaciones: aparecen fisuras en cargaderos de ventana en fachada posterior y en muro de bloques de cochera, y aparentemente en el muro de cerramiento de piedra.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas.- En el tiempo: más de un año menos de tres.- Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 114:
Edificio Langre - 10.

Plano nº 16:
Situación Edificio Langre – 10.

Fotografía nº 491:

Fachada posterior. Construcción de piedra. Relativamente nueva. Adosada construcción de bloques.
Detalle de fisuras.

3.6.14 Edificio Langre - 11

Características
- Uso del edificio: vivienda accidental.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: pétreos. - Material aglomerante: arcilla. - Forjados: viguetas de madera. - Cubierta: elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Localización: muro (unión entre dos construcciones distintas). - Riesgo de daños: leves. - Observaciones: Grieta al lado de puerta pequeña, unión entre dos construcciones probablemente distintas. Grieta en esquina lateral derecha de construcción alta.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas. - En el tiempo: más de un año menos de tres. - Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 115:
Edificio Langre – 11.

Plano nº 17:
Situación Edificio Langre - 11.

Fotografía nº 492:
Fachada principal (frente a Langre - 9). Detalle de fisuras sobre raseo.

3.6.15 Edificio Langre - 12

Características
<ul style="list-style-type: none">- Uso del edificio: Vivienda habitual. Cuadra y o pajares (en parte posterior de vivienda).
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento: Pétreos (hasta 1ª planta). Cerámicos (planta alta).- Material aglomerante: argamasa de cal.- Acabado exterior: raseado de cemento.- Elementos portantes: muros portantes.- Forjados: bovedillas de cerámica.- Cubierta: elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización: muro portante (en cuadras).- Riesgo de daños: significativos.- Observaciones: En fachada principal, raseado de cemento, no se aprecia nada. En cuadras y pajares hay grietas significativas, y resto de testigos de yeso dejados en otra ocasión.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas (en cuadras y pajares, tanto en muros como en soleras).- En el tiempo: entre tres y seis meses (en cuadras y pajares).- Seguimiento: cada mes.

Tabla nº 116:
Edificio Langre – 12.

Plano nº 18:
Situación Edificio Langre – 12.

Fotografía nº 493:
Edificio de vivienda en planta alta. Fachada principal. Raseado.

Fotografía nº 494:
Muro de bloques en cuadra y pajares. Detrás de vivienda. Detalle de grietas.

3.6.16 Edificio Langre - 13

Características
<ul style="list-style-type: none">- Uso del edificio: Vivienda habitual. Cuadra y o pajares.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento: Pétreos. Otros (techos con barrotillo, cañizo y yeso).- Material aglomerante: argamasa de cal.- Acabado exterior: raseado de cemento (pintado en blanco).- Elementos portantes: muros portantes.- Forjados: Viguetas de madera. Bovedillas tableado.- Cubierta: Entramado de madera. Elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización: Muro portante. Forjados (techos).- Anchura media (mm) 2,95.- Riesgo de daños: importantes.- Controlable: sí. <i>Código en apartado 3.7.</i>- Observaciones: Fachada principal: grietas a señalar las que aparecen debajo del corredor y en el corredor. Fachada posterior: grieta vertical en un ángulo interior. Grietas en construcción antigua anexa.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas: Reparación de estructura (atención apoyo de la viga madera del corredor sobre pilar. Si hubiese sido necesario apuntalar o construir columna gemela de apoyo). Reparación de muros. Reparación de fisuras y grietas.- En el tiempo: antes de tres meses (garantizar la estabilidad corredor).- Seguimiento: cada quince días.

Tabla nº 117:
Edificio Langre – 13.

Plano nº 19:
Situación Edificio Langre – 13.

Fotografía nº 495:
Fachada principal-lateral derecha.

Fotografía nº 496:
Fachada principal. Detalle de grieta debajo del corredor.

Fotografía nº 497:
Fachada principal. Detalle al lado del quicio izquierdo de la puerta grande.

Fotografía nº 498:
Fachada principal. Detalle de fisuras sobre puerta y en ángulo interior.

Fotografía nº 499:
Construcción anexa al edificio principal. Detalle de grietas.

Fotografía nº 500:
Construcción anexa al edificio principal. Detalle de grietas.

Fotografía nº 501:
Construcción anexa al edificio principal. Detalle de grietas.

Fotografía nº 502:
Construcción antigua anexa a la izquierda de la fachada principal.

Fotografía nº 503:
Grieta en el interior de la vivienda (pasillo). Tabique y unión tabique-techo.

Fotografía nº 504:
Fachada principal. Detalle de grieta en corredor.

Fotografía nº 505:

Fachada principal. Detalle de apoyo de viga de corredor sobre columna. Posible desplazamiento de la viga de madera.

3.6.17 Edificio Langre - ABREVADERO

Plan de actuación que se debería de haber implantado

- Premisas:
 - Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.
 - El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.
- Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas.
- En el tiempo: entre tres y seis meses.
- Seguimiento: cada mes.

Tabla nº 118:
Edificio Langre – ABREVADERO.

Fotografía nº 506:
Camino de la escuela. Camino de Langre – 13.

Fotografía nº 507:
Camino de la escuela. Camino de Langre – 13.

3.6.18 Edificio Langre – CAMINO ESCUELA

Plan de actuación que se debería de haber implantado

- Premisas:
 - Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.
 - El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.
- Actuaciones aconsejadas: controlar la evolución y reparación en el tiempo.
- En el tiempo: entre tres y seis meses.
- Seguimiento: cada quince días.

Tabla nº 119:
Edificio Langre – CAMINO ESCUELA.

Fotografía nº 508:
Camino de la escuela. Al lado de Langre – 13 BIS. Detalle de grieta en el suelo.

3.6.19 Edificio Langre – 13 BIS

Características
<ul style="list-style-type: none">- Situación: más arriba de Langre - 14.- Uso del edificio: cuadra y o pajares.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento: pétreos.- Cubierta:<ul style="list-style-type: none">Entramado de madera.Elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Observaciones:<ul style="list-style-type: none">Grieta en piedra-dintel de puerta en fachada principal.Grieta en fachada lateral izquierda.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas:<ul style="list-style-type: none">Reparación de muros.Reparación de fisuras y grietas.Otras: prestar atención a la estabilidad del dintel de la puerta.- En el tiempo: entre seis y doce meses.- Seguimiento: cada dos meses.

Tabla nº 120:
Edificio Langre – 13 BIS.

Plano nº 20:
Situación Edificio Langre - 13 BIS.

Fotografía nº 509:
Fachada principal. Calle de la escuela. Detalle en dintel de puerta. Vista desde abajo.

Fotografía nº 510:
Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 511:

Fachada principal. Calle de la escuela. Detalle grieta en dintel de puerta. Vista de frente.

3.6.20 Edificio Langre – 14

Características
<ul style="list-style-type: none">- Situación: calle Barranco nº 5.- Uso del edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento:<ul style="list-style-type: none">Pétreos (hasta primer piso).Cerámico/ladrillo (hasta cubierta).- Material aglomerante:<ul style="list-style-type: none">Argamasa de cal.Argamasa de cemento.- Acabado exterior: raseado de cemento (pintado en blanco; parte inferior en salmón).- Forjados:<ul style="list-style-type: none">Viguetas de hormigón armado.Bovedillas cerámica (ferroladrillo).- Cubierta:<ul style="list-style-type: none">Entramado de madera.Elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización: muro portante.- Riesgo de daños: significativos.- Observaciones:<ul style="list-style-type: none">Fisuras en vigas de hormigón u, verticales, en muro (interior de la bodega).Grietas en fachada principal.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas:<ul style="list-style-type: none">Reparación de forjados.Reparación de fisuras y grietas.- En el tiempo: entre tres y seis meses.- Seguimiento: cada mes.

Tabla nº 121:
Edificio Langre – 14.

Plano nº 21:
Situación Edificio Langre – 14.

Fotografía nº 512:
Fachada principal-lateral derecha. Detalle de grietas.

Fotografía nº 513:
Fachada principal. Detalle de grietas.

Fotografía nº 514:
Forjado de ferroladrillo en bodegas. Fisura debajo de escalera.

3.6.21 Edificio Langre – 15

Características
<ul style="list-style-type: none">- Situación: a continuación de Langre - 14.- Uso del edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento: pétreos (hasta primer piso).- Material aglomerante:<ul style="list-style-type: none">Argamasa de cal.Argamasa de cemento.- Acabado exterior: raseado de cemento.- Forjados:<ul style="list-style-type: none">Viguetas de madera (cubierta) (ferroladrillo en primera planta).Bovedillas tableado (cañizo con yeso).
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización:<ul style="list-style-type: none">Muro no portante.Forjados (terrazos).- Riesgo de daños: significativos.- Controlable: sí. <i>Código en apartado 3.7.</i>- Observaciones:<ul style="list-style-type: none">Grieta oblicua en la fachada.Separación de la escalera a la pared de 3,09 mm. En la cocina (2º piso) aparecen baldosas separadas en zig-zag; también aparecen grietas en el terrazo, debajo de las baldosas, abertura de cocina 7,9 mm)Grieta en pared "portal" entrada posterior.Abombamiento de solera de hormigón en portal.Aparentemente en el establo baja el forjado cada 2ª vigueta.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas:<ul style="list-style-type: none">Reparación de forjados (en zona de cuadras).Reparación de muros (atención al muro de apoyo de vigas en portal).Reparación de fisuras y grietas (fundamentalmente en la fachada principal).Otras: solera de hormigón en portal.- En el tiempo: entre tres y seis meses.- Seguimiento: cada quince días.

Tabla nº 122:
Edificio Langre – 15.

Plano nº 22:
Situación Edificio Langre – 15.

Fotografía nº 515:

Portal de la vivienda, entrada por fachada posterior. Abombamiento de solera de hormigón.

Fotografía nº 516:

Portal de la vivienda, entrada por fachada posterior. Grieta en pared lateral derecha desde altura de vigas.

Fotografía nº 517:
Interior de la vivienda. Detalle de plaqueta en suelo de pasillo.

Fotografía nº 518:
Interior de la vivienda. Detalle de plaqueta en suelo de pasillo.

Fotografía nº 519:
Fachada principal. La fisura marcada corresponde a Langre - 16.

Fotografía nº 520:
Fachada principal.

Fotografía nº 521:

Portal de la vivienda, entrada por fachada posterior. Abombamiento de solera de hormigón. Vista desde el exterior.

Fotografía nº 522:

Portal de la vivienda, entrada por fachada posterior. Abombamiento de solera de hormigón. Vista desde el interior.

Fotografía nº 523:

Portal de la vivienda. Grieta en pared lateral derecha desde altura de vigas (puede observarse que el testigo de vidrio, fijado con yeso, aparece roto casi en su totalidad. La zona rota del vidrio estaba recubierta con yeso, y una vez separada cuidadosamente, aparece el testigo roto. Aparentemente es una zona sometida a fuerzas de tracción).

3.6.22 Edificio Langre – 16

Características
- Situación: a continuación de Langre - 15.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento:<ul style="list-style-type: none">Pétreos (primer piso).Cerámicos (segundo piso).Otros (zuncho de hormigón armado).- Material aglomerante:<ul style="list-style-type: none">Arcilla.Argamasa de cemento.- Acabado exterior: raseado de cemento.- Elementos portantes: muros portantes.- Forjados:<ul style="list-style-type: none">Viguetas de madera (2ª planta) (ferroladrillo en 1ª planta).Bovedillas cerámica (ladrillo).- Cubierta:<ul style="list-style-type: none">Entramado de madera.Elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización: muro portante.- Riesgo de daños: significativos.- Observaciones:<ul style="list-style-type: none">Grietas oblicuas en dos fachadas adyacentes.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas:<ul style="list-style-type: none">Reparación de muros (atención a los apoyos de la viga de hormigón).Reparación de fisuras y grietas (fundamentalmente en la fachada principal).- En el tiempo: entre tres y seis meses.- Seguimiento: cada quince días.

Tabla nº 123:
Edificio Langre – 16.

Plano nº 23:
Situación Edificio Langre – 16.

Fotografía nº 524:
Fachada principal a calle de la escuela.

Fotografía nº 525:
Fachada principal a calle de la escuela. Detalle de grietas.

Fotografía nº 526:
Chaflán.

Fotografía nº 527:
Chaflán. Detalle grietas.

Fotografía nº 528:
Chaflán. Detalle grietas.

3.6.23 Edificio Langre – 17

Características
<ul style="list-style-type: none">- Situación: detrás de Langre - 16.- Uso del edificio: vivienda accidental (fines de semana y verano).
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento:<ul style="list-style-type: none">Pétreos (parte inferior).Cerámicos (parte superior, ladrillo con cámara de aire).- Acabado exterior: raseado de cemento.- Elementos portantes: muros portantes.- Forjados:<ul style="list-style-type: none">Viguetas de hormigón armado.Bovedillas hormigón.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización: muro portante.- Riesgo de daños: leves.- Observaciones:<ul style="list-style-type: none">Fisuras en fachadas.Forjado en zona bodega.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas.- En el tiempo: más de un año y menos de tres.- Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 124:
Edificio Langre – 17.

Plano nº 24:
Situación Edificio Langre - 17.

Fotografía nº 529:
Fachada posterior.

Fotografía nº 530:
Fachada posterior. Detalle fisura.

Fotografía nº 531:
Fachada principal-lateral izquierda.

3.6.24 Edificio Langre – 18

Características
<ul style="list-style-type: none">- Situación: al final del pueblo.- Uso del edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento: pétreos.- Material aglomerante: arcilla.- Acabado exterior: raseado de cemento (fachada lateral izquierda y posterior).- Forjados: viguetas de madera.- Cubierta:<ul style="list-style-type: none">Entramado de madera.Elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización: muro portante.- Riesgo de daños: apreciables.- Observaciones:<ul style="list-style-type: none">Fisuras en fachadas principal y posterior.Fisura en esquina superior derecha de la fachada principal.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas.- En el tiempo: entre seis y doce meses.- Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 125:
Edificio Langre – 18.

Plano nº 25:
Situación Edificio Langre – 18.

Fotografía nº 532:
Fachada principal.

Fotografía nº 533:
Fachada principal. Detalle fisura esquina derecha.

Fotografía nº 534:
Fachada posterior. Detalle de fisura sobre paleteado.

Fotografía nº 535:
Fachada posterior. Detalle de fisura sobre paleteado.

3.6.25 Edificio Langre – IGLESIA

Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento: pétreos (pilares de cantería).- Material aglomerante: argamasa de cal.- Acabado exterior:<ul style="list-style-type: none">Raseado de cal (laterales, desprendido en grandes zonas).Rejunteado de arcilla (laterales) y de cal (en algunas partes)- Cubierta: elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización: muro portante.- Riesgo de daños: importantes.- Controlable: sí. <i>Código en apartado 3.7.</i>- Observaciones:<ul style="list-style-type: none">Múltiples grietas en todas las caras.Fachada principal: piedra saltada en dintel de ventana.Fachada lateral izquierda: grieta vertical y en dintel de puerta.Fachada lateral derecha: grieta vertical.Fachada posterior: grieta vertical, arco de ventana desplazado.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas:<ul style="list-style-type: none">Reafirmar cimentación (una adecuada conservación futura aconsejaría un recalzado de la cimentación).Reparación de muros (coser cuando fuera necesario con grapas ocultas las grietas de los mismos).Reparación de cubierta (indispensable para una buena conservación, momento que se puede aprovechar para reforzar con tirantes).Reparación de fisuras y grietas.Otras: revisar seguridad en el anclaje de las campanas (apuntalar con urgencia en el arco de fachada posterior).- En el tiempo:<ul style="list-style-type: none">Antes de tres meses (al menos arco fachada posterior, anclaje campanas, grietas en fachadas posterior y laterales).Entre seis y doce meses (resto de actuaciones).- Seguimiento: cada quince días (al menos durante el periodo de reparación).

Tabla nº 126:
Edificio Langre – IGLESIA.

Plano nº 26:
Situación Edificio Langre – IGLESIA.

Fotografía nº 536:
Vista interior.

Fotografía nº 537:
Fachada posterior. Detalle alfeizar.

Fotografía nº 538:
Fachada principal.

Fotografía nº 539:
Fachada principal.

Fotografía nº 540:
Fachada principal.

Fotografía nº 541:
Fachada principal. Detalle dintel ventana.

Fotografía nº 542:
Fachada lateral derecha.

Fotografía nº 543:
Fachada lateral derecha.

Fotografía nº 544:
Fachada principal. Torre izquierda.

Fotografía nº 545:
Fachada principal. Torre izquierda. Vista detalle interior desde el campanario.

Fotografía nº 546:
Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 547:
Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 548:
Fachada lateral izquierda. Detalle de dintel en entrada lateral.

Fotografía nº 549:
Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 550:
Fachada posterior. Vista parcial.

Fotografía nº 551:
Fachada posterior. Detalle de arco ventana.

Fotografía nº 552:
Fachada posterior.

Fotografía nº 553:
Fachada posterior. Detalle.

Fotografía nº 554:
Fachada posterior. Detalle de impacto sobre acristalamiento.

Fotografía nº 555:
Fachada posterior. Detalle de reparación de grieta.

Fotografía nº 556:
Fachada posterior. Ampliación de detalle de reparación de grieta.

Fotografía nº 557:
Fachada posterior. Detalle de arco después de la reparación.

Fotografía nº 558:
Fachada posterior. Detalle de arco después de la reparación.

3.6.26 Edificio Langre – CANCHA

Plan de actuación que se debería de haber implantado

- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas: Reparación de muros (se cosería armando los dos muros perpendiculares).Reparación de fisuras y grietas (pero, si se opta por echar una nueva capa, armar y colocar capa continua, luego cortar con disco para hacer juntas de dilatación).- En el tiempo: entre seis y doce meses.- Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 127:
Edificio Langre – CANCHA.

Fotografía nº 559:
Grieta en piso. En dirección entrada-esquina posterior derecha.

Fotografía nº 560:
Grieta en piso. Próxima a canasta izquierda.

Fotografía nº 561:
Grieta en muro de contención-cerramiento.

3.6.27 Edificio Langre – CAMINO 1

Plan de actuación que se debería de haber implantado

- Premisas:
Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.
El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas: reparación del camino de rodadura.- En el tiempo: entre seis y doce meses.- Seguimiento: cada tres meses. |
|---|

Tabla nº 128:
Edificio Langre – CAMINO 1.

Fotografía nº 562:
Intersección camino de la escuela con camino hacia el barrio de Langre.

Fotografía nº 563:
Intersección camino de la escuela con camino hacia el barrio de Langre.

Fotografía nº 564:
Intersección camino de la escuela con camino hacia el barrio de Langre.

3.6.28 Edificio Langre – CAMINO 2

Plan de actuación que se debería de haber implantado

- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas: reparación del camino de rodadura.- En el tiempo: entre seis y doce meses.- Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 129:
Edificio Langre – CAMINO 2.

Fotografía nº 565:
Camino hacia vivienda Langre – 13 BIS. A la izquierda del camino de la escuela.

Fotografía nº 566:
Camino hacia vivienda Langre – 13 BIS. A la izquierda del camino de la escuela.

Fotografía nº 567:
Camino hacia vivienda Langre – 13 BIS. A la izquierda del camino de la escuela.

3.6.29 Edificio Langre – 201

Características
- Uso del Edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento:<ul style="list-style-type: none">Pétreos (hasta 1ª planta).Cerámicos (desde 1ª planta).- Material aglomerante:<ul style="list-style-type: none">Arcilla (hasta 1ª planta).Argamasa de cemento (desde 1ª planta).- Acabado exterior: raseado de cemento (pintado en blanco).- Elementos portantes: muros portantes.- Forjados: viguetas de madera.- Cubierta:<ul style="list-style-type: none">Entramado de madera.Elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización:<ul style="list-style-type: none">Muro portante.Pilares (en toda su altura).Solera de hormigón.- Riesgo de daños: significativos.- Controlable: sí. <i>Código en apartado 3.7.</i>- Observaciones:<ul style="list-style-type: none">Detalle en cuadras, al lado de fachada posterior; fijarse en detalle de la columna con posible junta de hormigonado.Fisuras en fachada principal.Grieta en fachada posterior (soporta voladizo sobre porche).
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas:<ul style="list-style-type: none">Reafirmar forjados (fachada posterior; posible solución pilar adosado).Reparación de muros.Reparación de fisuras y grietas.Otras: apuntalar en el tiempo que transcurra la reparación.- En el tiempo: antes de tres meses.- Seguimiento: cada quince días (al menos hasta la reparación aconsejada).

Tabla nº 130:
Edificio Langre – 201.

Plano nº 27:
Situación Edificio Langre – 201.

Fotografía nº 568:
Fachada principal.

Fotografía nº 569:
Fachada posterior. Detalle de columna y solera.

Fotografía nº 570:
Fachada posterior. Detalle de cerramiento sobre porche.

Fotografía nº 571:
Fachada posterior. Detalle de columna.

Fotografía nº 572:
Fachada posterior. Detalle de columna.

Fotografía nº 573:
Fachada cuadras (frente a fachada posterior). Detalle de pilar.

Fotografía nº 574:
Fachada cuadras (frente a fachada posterior) detalle de la unión viga-pilar.

3.6.30 Edificio Langre – 202

Características
- Uso del Edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento: pétreos (probablemente).- Material aglomerante: arcilla (hasta 1ª planta).- Acabado exterior: raseado de cemento (pintado en blanco).- Forjados:<ul style="list-style-type: none">Viguetas de madera (construcción antigua), de hormigón pretensado (ferroladrillo en nueva construcción) y autorresistentes (ferroladrillo en nueva construcción).Bovedillas cerámica.- Cubierta:<ul style="list-style-type: none">Entramado de madera (probablemente).Elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización:<ul style="list-style-type: none">Muro portante.Forjados bovedillas.- Riesgo de daños: significativos.- Observaciones:<p>El Edificio del al lado está hecho con estructura porticada y ferroladrillo; no aparecen demasiadas fisuras graves, aún cuando aparecen muchas leves.</p><p>En el pajar falta de aplomo de la pared lateral. Aparentemente se ha desplazado la pared lateral y se ha roto la "uralita", entrando luz y posibles goteras.</p><p>Fisuras notables en fachada a calle y en bovedillas de bodega.</p><p>Grietas en baño.</p><p>Ménsula, en fachada lateral izquierda, se desmorona.</p>
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<p>Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.</p><p>El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.</p>- Actuaciones aconsejadas:<p>Reparación de muros (resistentes en construcción antigua) de cerramiento en pajar.</p><p>Reparación de cubiertas (zona de pajar).</p><p>Reparación de fisuras y grietas.</p><p>Otras: seguir puntualmente la ménsula en fachada lateral izquierda, observar si se desmorona, probable sea apoyo de alguna viga.</p>- En el tiempo: entre tres y seis meses.- Seguimiento: cada quince días.

Tabla nº 131:
Edificio Langre – 202.

Plano nº 28:
Situación Edificio Langre – 202.

Fotografía nº 575:
Fachada principal-lateral izquierda (calle de la Iglesia).

Fotografía nº 576:
Pajar. Al lado de vivienda. Detalle de entramado de madera.

Fotografía nº 570:
Fachada principal-lateral izquierda.

Fotografía nº 578:
Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 579:

Fachada principal. Entrada a la vivienda. Detalle de la unión de pilar de nueva construcción con construcción antigua.

Fotografía nº 580:

Pajar. Al lado de la vivienda. Fachada lateral izquierda.

3.6.31 Edificio Langre – 202-1

Características
<ul style="list-style-type: none">- Situación: en la calle de la Iglesia, al lado de Langre-202.- Uso del Edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento: pétreos.- Acabado exterior: raseado de cemento.- Cubierta: elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Riesgo de daños: apreciables.- Observaciones: fisura vertical en fachada principal y en esquina interior junto a la puerta.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas.- En el tiempo: más de un año y menos de tres.- Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 132:
Edificio Langre – 202-1.

Plano nº 29:
Situación Edificio Langre - 202-1.

Fotografía nº 581:
Fachada principal.

3.6.32 Edificio Langre – 202-2

Características
- Situación: en la calle de la Iglesia, al lado de Langre - 202-1. - Uso del Edificio: cuadras y/o pajares (bodega)
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: pétreos. - Acabado exterior: raseado de cemento.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Riesgo de daños: apreciables. - Observaciones: grieta en dintel de la puerta y fisuras en la fachada.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas. - En el tiempo: más de un año y menos de tres. - Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 133:
Edificio Langre – 202-2.

Plano nº 30:
Situación Edificio Langre - 202-2.

Fotografía nº 582:
Fachada principal.

3.6.33 Edificio Langre – 202-3

Características
- Situación: en la calle de la Iglesia, al lado de Langre - 202-2.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: pétreos. - Acabado exterior: raseado de cemento. - Cubierta: elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Riesgo de daños: leves. - Observaciones: fisura en la fachada.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas. - En el tiempo: más de un año y menos de tres. - Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 134:
Edificio Langre – 202-3.

Plano nº 31:
Situación Edificio Langre – 202-3.

Fotografía nº 583:
Fachada principal.

3.6.34 Edificio Langre – 203

Características
- Situación: a continuación de Langre - 202-3.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: pétreos. - Material aglomerante: arcilla (probablemente). - Acabado exterior: raseado de cemento. - Cubierta: elemento de cubrición uralita.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Localización: muro portante. - Riesgo de daños: apreciables. - Controlable: sí. <i>Código en apartado 3.7.</i> - Observaciones: se controlaron fisuras en dos paredes perpendiculares.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas. - En el tiempo: entre seis y doce meses. - Seguimiento: cada mes.

Tabla nº 135:
Edificio Langre – 203.

Plano nº 32:
Situación Edificio Langre - 203.

Fotografía nº 584:
Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 585:
Fachada lateral izquierda. Testigos para comprobación.

Fotografía nº 586:
Fachada principal.

Fotografía nº 587:
Fachada principal. Detalle de grieta. Testigos para comprobación.

Fotografía nº 588:
Fachada principal. Detalle de grieta. Testigos para comprobación.

3.6.35 Edificio Langre – 204

Características
<ul style="list-style-type: none">- Situación: marcada con una placa del nº 15.- Uso del Edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento: pétreos.- Material aglomerante: arcilla.- Acabado exterior: raseado de cemento.- Elementos portantes: muros portantes.- Forjados:<ul style="list-style-type: none">Viguetas de madera (probablemente).Bovedillas tableado.- Cubierta:<ul style="list-style-type: none">Entramado de madera.Elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización: muro portante.- Riesgo de daños: apreciables.- Observaciones:<ul style="list-style-type: none">Tiene una terraza posterior afectada por el óxido de las barras de armado, y aparecen fisuras. Parece que se cayó una bovedilla.Grieta en cornisa; ángulo superior derecho de la fachada principal.Desconchamiento general del raseo.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas:<ul style="list-style-type: none">Reparación de forjados: adosado al Edificio; aconsejable impermeabilización para evitar que progrese la oxidación de armaduras.Reparación de fisuras y grietas.- En el tiempo:<ul style="list-style-type: none">Entre tres y seis meses: el forjado adosado (próximas estaciones de lluvias y heladas).Entre seis y doce meses: fisuras y grietas.- Seguimiento: cada dos meses.

Tabla nº 136:
Edificio Langre – 204.

Plano nº 33:
Situación Edificio Langre – 204.

Fotografía nº 589:
Fachada principal. Esquina izquierda.

Fotografía nº 590:
Fachada principal.

Fotografía nº 591:
Fachada principal-lateral derecha. Detalle de esquina.

Fotografía nº 592:
Detalle de forjado adosado a la fachada posterior.

3.6.36 Edificio Langre – 205

Características
<ul style="list-style-type: none">- Situación: frente a Langre - 204. Marcada con el nº 15.- Uso del Edificio: vivienda accidental.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento: pétreos (probablemente).- Material aglomerante: arcilla.- Acabado exterior: raseado de cemento (pintado sobre raseo).- Elementos portantes: muros portantes.- Cubierta: elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización: muro portante.- Riesgo de daños: apreciables.- Observaciones:<ul style="list-style-type: none">Balcón con microfisuras.Grietas horizontales e inclinadas sobre dintel de puertas y ventanas.Grieta en zócalo.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas.- En el tiempo: entre tres y seis meses- Seguimiento: cada mes (el control del entorno de la Iglesia podría haber sido lo más indicativo en el seguimiento).

Tabla nº 137:
Edificio Langre – 205.

Plano nº 34:
Situación Edificio Langre – 205.

Fotografía nº 593:
Fachada principal.

Fotografía nº 594:
Fachada principal. Detalle.

Fotografía nº 595:
Fachada lateral derecha (frente a la Iglesia).

Fotografía nº 596:
Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 597:
Fachada principal. Detalle esquina izquierda.

3.6.37 Edificio Langre – 206

Características
- Situación: marcada con el nº 13.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: pétreos. - Material aglomerante: arcilla. - Acabado exterior: raseado de cemento. - Cubierta: elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Localización: muro portante. - Riesgo de daños: apreciables. - Observaciones: Grieta horizontal sobre ventana. Grieta vertical al lado de puerta grande.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas. - En el tiempo: entre seis y doce meses. - Seguimiento: cada mes.

Tabla nº 138:
Edificio Langre – 206.

Plano nº 35:
Situación Edificio Langre - 206.

Fotografía nº 598:
Fachada principal. Unión con Langre - 205.

Fotografía nº 599:
Fachada principal. Detalle sobre dintel-cargadero.

3.6.38 Edificio Langre – 207

Características
- Situación: marcada con el nº 11 (posiblemente).
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: Pétreos. Cerámicos (planta alta). - Material aglomerante: arcilla. - Acabado exterior: raseado de cemento. - Cubierta: elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Observaciones: Ninguna grieta apreciable sobre raseo. Fisura esquina inferior puerta grande.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas. - En el tiempo: más de un año y menos de tres. - Seguimiento: cada mes (como se sugiere en el entorno de la Iglesia).

Tabla nº 139:
Edificio Langre – 207.

Plano nº 36:
Situación Edificio Langre – 207.

3.6.39 Edificio Langre – 208

Características
- Situación: marcada con el nº 9 (posiblemente).
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: muro de hormigón y ladrillo. - Material aglomerante: arcilla (zuncho de hormigón). - Cubierta: elemento de cubrición uralita.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Localización: Pilares (a la derecha de la puerta). Vigas (zuncho). - Riesgo de daños: leves. - Observaciones: grieta en quicio de la puerta en unión con Langre - 207.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas. - En el tiempo: más de un año y menos de tres. - Seguimiento: cada mes.

Tabla nº 140:
Edificio Langre – 208.

Plano nº 37:
Situación Edificio Langre - 208.

Fotografía nº 600:
Fachada principal. En segundo plano Langre - 207.

3.6.40 Edificio Langre – 209

Características
<ul style="list-style-type: none">- Situación: marcada con el nº 7.- Uso del Edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento: pétreos.- Material aglomerante:<ul style="list-style-type: none">Arcilla (primera planta).Argamasa de cemento (resto del Edificio).- Acabado exterior: raseado de cemento.- Forjado:<ul style="list-style-type: none">Viguetas de hormigón pretensado.Bovedillas cerámica.- Cubierta: elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización:<ul style="list-style-type: none">Muro portante.Forjados bovedillas.- Riesgo de daños: apreciables.- Observaciones:<ul style="list-style-type: none">Desconchamiento sobre dintel-cargadero en puerta grande.Fisuras en paredes y forjado de bodega..
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas:<ul style="list-style-type: none">Reparación de forjados y muros en zona de bodega.Reparación de fisuras y grietas (atención especial a desconchamientos en zona de bodega).- En el tiempo: entre seis y doce meses.- Seguimiento: cada mes (como se sugiere en edificios en el entorno de la Iglesia).

Tabla nº 141:
Edificio Langre – 209.

Plano nº 38:
Situación Edificio Langre – 209.

Fotografía nº 601:
Fachada principal. Raseado.

Fotografía nº 602:
Fachada principal. Detalle en puerta grande.

3.6.41 Edificio Langre – 210

Características
- Situación: frente a Langre - 208.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: pétreos. - Material aglomerante: arcilla. - Acabado exterior: rejunteado de cal (en algunas zonas). - Forjado: viguetas de madera. - Cubierta: Entramado de madera. Elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Localización: Muro portante. Pilares. - Riesgo de daños: apreciables. - Observaciones: Nada apreciable en fachada, salvo una aparente falta de verticalidad. Destacar que el pilar señalado sirve de apoyo al corredor (preocupante). Grieta en muro de piedra en cuadra.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: Reparación de estructura (los pilares que soportan los corredores deben ser objeto de una rápida actuación; convendría apuntalar provisionalmente). Reparación de muros (grietas en muro de cuadras, cosiendo si fuera necesario). Otras (seguir la evolución de la verticalidad del muro de cerramiento en fachada principal). - En el tiempo: Antes de tres meses (al menos los pilares mencionados). Entre tres y seis meses (el resto de actuaciones). - Seguimiento: cada quince días (al menos en lo relativo a la columnas, si entramos en época de sobrecargas de viento o nieve aumentar frecuencia).

Tabla nº 142:
Edificio Langre – 210.

Plano nº 39:
Situación Edificio Langre - 210.

Fotografía nº 603:

Fachada principal. Detalle de piedra en montante izquierdo de la puerta grande. Vista de frente.

Fotografía nº 604:

Fachada principal. Detalle de piedra en montante izquierdo de la puerta grande. Vista lateral.

Fotografía nº 605:
Fachada lateral derecha. Detalle de corredor.

Fotografía nº 606:
Fachada lateral derecha. Detalle de columna de corredor.

Fotografía nº 607:

Fachada principal. Corredores en los dos extremos de la casa (izquierdo y derecho).

3.6.42 Edificio Langre – 211

Características
<ul style="list-style-type: none">- Situación: a continuación de Langre - 209.- Uso del Edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento: pétreos.- Acabado exterior:<ul style="list-style-type: none">Raseado de cemento (una parte sobre puerta pequeña).Rejunteado de cal.- Forjado: viguetas de madera.- Cubierta:<ul style="list-style-type: none">Entramado de madera.Elemento de cubrición pizarra.Elemento de cubrición uralita (zona baja).
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización: muro portante.- Riesgo de daños: leves.- Observaciones:<ul style="list-style-type: none">Nada apreciable en fachada principal.Fachada posterior: grieta y desprendimiento de alguna piedra en esquina de fachada lateral derecha con fachada posterior.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas:<ul style="list-style-type: none">Reparación de muros (esquina posterior del Edificio garantizando estabilidad).Reparación de fisuras y grietas.- En el tiempo: entre tres y seis meses.- Seguimiento: cada mes (como el resto de edificios próximos a la Iglesia).

Tabla nº 143:
Edificio Langre – 211.

Plano nº 40:
Situación Edificio Langre – 211.

Fotografía nº 608:
Fachada principal.

Fotografía nº 609:
Fachada principal.

3.6.43 Edificio Langre – 212

Características
- Uso del Edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: pétreos. - Acabado exterior: raseado de cemento (pintado de blanco). - Cubierta: Entramado de madera. Elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Localización: muro portante. - Riesgo de daños: apreciables. - Observaciones: Grietas en azulejo de la cocina, en los vierteaguas de las ventanas de la pared lateral (4,21 mm). Vierteaguas exterior en otra ventana (salta a compresión). Fisuras en el interior de vivienda en zona de escalera y suelos.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: Reparación de muros. Reparación de fisuras y grietas (fisuras en vierteaguas e interiores). - En el tiempo: entre seis y doce meses. - Seguimiento: cada dos meses.

Tabla nº 144:
Edificio Langre – 212.

Plano nº 41:
Situación Edificio Langre – 212.

Fotografía nº 610:
Rotonda. Raseado pintado en blanco.

Fotografía nº 611:
Rotonda. Raseado pintado en blanco. Detalle de grietas.

Fotografía nº 612:
Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 613:
Fachada principal. Corredor sobre columnas.

Fotografía nº 614:
Rotonda. Raseado pintado en blanco. Detalle de grietas.

Fotografía nº 615:
Rotonda. Raseado pintado en blanco. Detalle de grietas.

3.6.44 Edificio Langre – 213

Características
- Situación: frente a Langre - 212.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: pétreos. - Acabado exterior: raseado de cemento (pintado de blanco). - Forjados: viguetas de madera. - Cubierta: entramado de madera.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Riesgo de daños: apreciables. - Observaciones: Grieta en escayola de planta baja. Grieta en suelo, entrada puerta grande. Forjado de madera; posible descenso diferencial en viga.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: Reparación de forjados (revisar el posible descenso diferencial de vigas). Reparación de fisuras y grietas (fisuras en vierteaguas e interiores). - En el tiempo: entre seis y doce meses. - Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 145:
Edificio Langre – 213.

Plano nº 42:
Situación Edificio Langre – 213.

3.6.45 Edificio Langre – 214

Características
- Situación: frente a Langre - 215.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: pétreos. - Material aglomerante: arcilla. - Forjados: viguetas de madera. - Cubierta: Entramado de madera. Elementos de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Localización: muro portante. - Riesgo de daños: importantes (materiales). - Observaciones: Grieta en fachada lateral izquierda y al fondo del corredor. Edificio aparentemente abandonado.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: Reparación de muros (edificio aparentemente abandonado). Reparación de cubiertas. - En el tiempo: más de un año y menos de tres (si no se va a mantener porque esté abandonado vallar adecuadamente). - Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 146:
Edificio Langre – 214.

Plano nº 43:
Situación Edificio Langre – 214.

Fotografía nº 616:
Fachada principal. Corredor cerrado al fondo a la derecha.

Fotografía nº 617:
Fachada lateral izquierda, corredor en primer plano. Detalle de grieta al fondo del corredor.

3.6.46 Edificio Langre – 215

Características
- Situación: marcada con una placa del nº 5.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: pétreos. - Material aglomerante: arcilla. - Acabado exterior: raseado de cemento (pintado en crema). - Forjados: viguetas de madera. - Cubierta: Entramado de madera. Elementos de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Localización: muro portante. - Riesgo de daños: leves. - Observaciones: fisuras en todo el raseado en fachadas principal y derecha.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas. - En el tiempo: más de un año y menos de tres. - Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 147:
Edificio Langre – 215.

Plano nº 44:
Situación Edificio Langre – 215.

Fotografía nº 618:
Fachada principal. Corredor cerrado.

3.6.47 Edificio Langre – 216

Características
<ul style="list-style-type: none">- Situación: Edificio del bar del pueblo.- Uso del Edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento: pétreos.- Acabado exterior: rejunteado de cemento.- Cubierta: elementos de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Localización:<ul style="list-style-type: none">Muro portante.Forjados cargaderos.- Riesgo de daños: leves.- Observaciones:<ul style="list-style-type: none">Grieta en el lateral derecho de la unión entre piedra y hormigón.Fachada principal, grieta en cargadero y lateral de 1ª planta.Desprendimiento en cargadero del bar (piso 1º).
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas:<ul style="list-style-type: none">Reparación de fisuras y grietas.Otras (reparación de cargaderos y laterales de ventana).- En el tiempo:<ul style="list-style-type: none">Antes de tres meses (cargaderos).Más de un año y menos de tres (resto de acciones).- Seguimiento: cada mes (como se sugiere para edificios en el entorno de la Iglesia).

Tabla nº 148:
Edificio Langre – 216.

Plano nº 45:
Situación Edificio Langre - 216.

Fotografía nº 619:
Fachada principal. Detalle alero.

Fotografía nº 620:
Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 621:
Fachada principal. Detalle cargadero en planta baja.

Fotografía nº 622:
Fachada principal. Detalle cargadero en planta baja.

Fotografía nº 623:
Fachada principal.

Fotografía nº 624:
Fachada principal. Detalle esquina superior derecha.

Fotografía nº 625:
Fachada principal. Detalle lateral ventana de primera planta.

3.6.48 Edificio Langre – 217

Características
- Situación: frente al bar.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: Pétreos. Cargaderos y zuncho de hormigón. - Material aglomerante: argamasa de cal. - Elementos portantes: muros portantes. - Forjados: viguetas de hormigón pretensado. - Cubierta: elementos de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Localización: zuncho. - Riesgo de daños: leves. - Observaciones: fisuras verticales en zuncho en fachada lateral izquierda.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas. - En el tiempo: más de un año y menos de tres. - Seguimiento: cada mes (como se sugiere para edificios en el entorno de la Iglesia).

Tabla nº 149:
Edificio Langre – 217.

Plano nº 46:
Situación Edificio Langre – 217.

Fotografía nº 626:
Fachada lateral derecha. Detalle de zuncho.

3.6.49 Edificio Langre – 218

Características
- Situación: frente a la casa del bar.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: cerámicos (bloques en 1º planta). - Elementos portantes: muros portantes. - Forjados: Viguetas de hormigón pretensado. Bovedilla cerámica (forjado 1ª planta). Bovedilla de hormigón (forjado 2ª planta). - Cubierta: elementos de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Localización: vigas. - Observaciones: grieta a ambos lados del pilar de hormigón junto a la entrada del garaje.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas. - En el tiempo: más de un año y menos de tres. - Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 150:
Edificio Langre – 218.

Plano nº 47:
Situación Edificio Langre - 218.

Fotografía nº 627:
Fachada principal. Edificio en construcción.

Fotografía nº 628:
Fachada principal. Detalle de fisuras en la unión pilar-viga.

3.6.50 Edificio Langre – 301

Detalles constructivos

- Materiales de cerramiento: pétreos.
- Material aglomerante: arcilla.
- Acabado exterior: a hueso.

Control de daños (grietas y fisuras)

- Riesgo de daños: apreciables.
- Observaciones: construcción en aparente abandono, agrietamiento habitual en este tipo de construcciones.

Plan de actuación que se debería de haber implantado

- Premisas:
 - Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.
 - El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.
- Actuaciones aconsejadas: si no se desea mantener parece poco aconsejable ninguna actuación.
- En el tiempo: más de un año y menos de tres.
- Seguimiento: cada mes.

Tabla nº 151:
Edificio Langre – 301.

Fotografía nº 629:
Vista de edificación.

Fotografía nº 630:
Vista de edificación.

3.6.51 Edificio Langre – 302

Detalles constructivos
- Elementos portantes: estructura porticada. - Cubierta: elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Riesgo de daños: apreciables. - Observaciones: construcción moderna destinada, aparentemente, a cuadras.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: ninguna. - En el tiempo: más de un año y menos de tres. - Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 152:
Edificio Langre – 302.

Plano nº 48:
Situación Edificio Langre – 302.

Fotografía nº 631:
Vista de situación.

3.6.52 Edificio Langre – 303

Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none">- Materiales de cerramiento: pétreos.- Material aglomerante: arcilla.- Acabado exterior: a hueso.
Control de daños (grietas y fisuras)
<ul style="list-style-type: none">- Riesgo de daños: apreciables.- Observaciones: construcción abandonada.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
<ul style="list-style-type: none">- Premisas:<ul style="list-style-type: none">Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas: seguir evolución.- En el tiempo: más de un año y menos de tres.- Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 153:
Edificio Langre – 303.

Fotografía nº 632:
Vista de situación.

Fotografía nº 633:
Vista de conjunto.

3.6.53 Edificio Langre – 304

Detalles constructivos

- Materiales de cerramiento: pétreos.- Material aglomerante: arcilla.- Acabado exterior: a hueso.- Elementos portantes: muros portantes.- Forjados: viguetas de madera.- Cubierta: Entramado de madera.Elemento de cubrición pizarra.

Control de daños (grietas y fisuras)

- Riesgo de daños: apreciables.- Observaciones: construcción en ruinas y en aparente abandono.

Plan de actuación que se debería de haber implantado

- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas: reparación de la cubierta.

Tabla nº 154:
Edificio Langre – 304.

Fotografía nº 634:
Vista del muro al lado del camino.

Fotografía nº 635:
Vista de la construcción (detrás del muro).

3.6.54 Edificio Langre – 305 y 306

Características
- Uso del Edificio: vivienda accidental.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: pétreos. - Material aglomerante: arcilla. - Acabado exterior: Rejunteado de cemento. A hueso. - Forjados: viguetas de madera. - Cubierta: Entramado de madera. Elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Localización: muro portante. - Observaciones: Edificio dividido en varias partijas. Fisura en la vertical de puerta pequeña (es quina fachada principal-lateral izquierda) y en cocina.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: mantener y conservar. - En el tiempo: más de un año y menos de tres. - Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 155:
Edificio Langre – 305 y 306.

Fotografía nº 636:
Vista desde el corral.

Fotografía nº 637:
Vista desde el corral.

Fotografía nº 638:
Fachada principal.

Fotografía nº 639:
Portal. Zona bajo el corredor.

3.6.55 Edificio Langre – 317

Características
- Uso del Edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: cerámicos. - Material aglomerante: argamasa de cemento. - Acabado exterior: ladrillo visto. - Elementos portantes: estructura porticada. - Forjados: Viguetas de hormigón pretensado. Bovedillas de hormigón. - Cubierta: elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Localización: muro portante. - Observaciones: no se aprecian daños visibles.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Seguimiento: cada tres meses.

Tabla nº 156:
Edificio Langre – 317.

Fotografía nº 640:
Vista de conjunto.

3.6.56 Edificio Langre – 325

Detalles constructivos

- Materiales de cerramiento: cerámicos.- Material aglomerante: arcilla.- Acabado exterior: rejunteado de cemento.- Elementos portantes: muros portantes.- Cubierta: Entramado de madera.Elemento de cubrición pizarra.

Control de daños (grietas y fisuras)

- Localización: muro portante.- Riesgo de daños: apreciables.

Plan de actuación que se debería de haber implantado

- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución.El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia.- Actuaciones aconsejadas: reparación de fisuras y grietas.- En el tiempo: más de un año y menos de tres.- Seguimiento: cada mes.

Tabla nº 157:
Edificio Langre – 325.

Fotografía nº 641:
Fachada principal. Detalle de grieta.

Fotografía nº 642:
Fachada principal. Detalle de grieta en piedra.

Fotografía nº 643:
Fachada principal.

Fotografía nº 644:
Vista de conjunto.

3.7 Control de grietas

1. Introducción:

Surgió la necesidad de controlar el deterioro que apareció en algunas estructuras a través del seguimiento de las grietas que fueron presentando.

2. Objetivos:

- Vigilar las grietas de amplitud manifiesta.
- Observar la evolución de las grietas situadas en puntos peligrosos para la estabilidad de la estructura con independencia de su amplitud en el momento en el que se midieron.
- Tener un indicador del tipo de esfuerzo a las que se vieron sometidas las edificaciones con el paso del tiempo para tratar de evaluar su relación con los asentamientos diferenciales que se produjeron.
- Observar, con carácter general, el efecto que provocó la *cubeta de hundimiento* sobre el conjunto del pueblo de Langre.

3. Metodología:

Se decidió distribuir testigos de seguimiento de acuerdo a tres criterios:

- Grietas situadas en la parte de Langre que sufrió asentamientos en el pasado. Permitieron seguir la repercusión del desarrollo de la *cubeta* y su grado de estabilidad en el año 1995.
- Grietas incipientes en la zona de Langre que presentó poca o nula repercusión debida al desarrollo de la *cubeta* en dicho año. Mostraron el posible efecto futuro debido al avance de la explotación.
- Grietas peligrosas para la estabilidad de la estructura.

De acuerdo a estos criterios se tomó la decisión de colocar testigos de seguimiento electrónico en las edificaciones que se relación a continuación (sólo se mencionan los testigos de seguimiento electrónico, cuyas medidas fueron relacionadas con gran precisión):

- Langre - 1 BIS → Códigos: E (2-2) y L (4-1).
- Langre - 3 → Códigos: A (1-4), B (4-3), C (4-1) y C (4-4).
- Langre - 9 → Códigos: F (2-2), G (4-4) y H (1-1).
- Langre - IGLESIA → Código: I (3-3).
- Langre - 201 → Código: M (1-2).
- Langre - 203 → Códigos: J (3-3) y K (1-1).

Se colocó además, un testigo de vidrio en la vivienda Langre - 15, debido al avanzado desarrollo de las grietas. Dado el grave estado de la edificación, provocado por el rápido avance de los movimientos diferenciales de la zona, se procedió a reafirmar y reparar la vivienda, por lo que se cesó en el control de ese testigo.

Por otro parte, también se efectuó de forma continuada mediciones con calibre en dos puntos críticos en la vivienda Langre - 13 para controlar su evolución, habida cuenta de la imposibilidad de la colocación de testigos de seguimiento electrónico de control en dicho lugar.

4. Incidencias:

Debido a la dificultad de la colocación y supervivencia de algunos de los testigos fue necesario reubicar algunos de ellos por su destrucción, lo que imposibilitó un seguimiento continuado de los mismos. Habiéndose colocado un total de dieciocho (18), permanecieron sólo trece, los indicados anteriormente. Es necesario señalar además que las medidas del testigo M (1-2) no se incluyen en el resumen ya que estaba controlando el deterioro de un pilar donde el propietario de la casa tomó la determinación de colocar un puntal de madera provisional, haciendo innecesario seguir con la evolución de la grieta del pilar.

5. Resumen de medidas (resultados en mm):

Fecha	E (2-2)	L (4-1)	A (1-4)	B (4-3)	C (4-1)	C (4-4)
26/06/95	X	197,84	X	X	X	199,46
21/07/95		197,87	199,48	199,05	199,62	199,48
03/08/95		199,87	199,49	199,07	199,62	199,50
11/08/95		199,88	199,54	199,09	199,62	199,56
31/08/95		198,33	199,54	199,16	199,62	199,58
15/09/95	199,44	197,63	199,67	199,11	199,54	199,58
05/10/95	198,81	197,00	199,68	198,75	199,54	199,59
Incremento Neto	- 1,03	- 0,84	0,20	- 0,30	- 0,08	0,13
Fecha	F (2-2)	G (4-4)	H (1-1)	I (3-3)	J (3-3)	K (1-1)
26/06/95	X	199,50	199,70	199,43	199,33	200,08
21/07/95		199,57	199,78	199,56	199,39	200,19
03/08/95		199,59	199,87	199,60	199,40	200,21
11/08/95		199,71	199,98	199,62	199,43	200,24
31/08/95		200,19	200,07	199,63	199,71	200,38
15/09/95	199,05		200,34	199,83	200,25	200,48
05/10/95	200,04		200,72	199,83	200,37	200,74
Incremento Neto	0,99	0,69	1,02	0,40	1,04	0,66

Tabla nº 158:

Resultado de medidas del control de grietas del año 1995.

Notas:

- Las celdas en blanco indican la ausencia de medida por destrucción del testigo.
- En el caso de E (2-2) y F (2-2) se debieron a la precariedad del lugar de ubicación.
- En el caso de G (4-4) se detuvo la medición en la fecha 31/08/95 porque no se consiguió de nuevo fijar el testigo.
- Las celdas con una cruz indican que aún no se había colocado el testigo.

6. Conclusiones:

Se apreció claramente un ligero movimiento generalizado de las múltiples placas que generaron los asientos diferenciales provocando la expansión de las grietas controladas, excepto en el caso de E (2-2), L (4-1), B (4-3) y C (4-1) que se cerraron.

Destacar también que en general los desplazamientos no fueron significativos, excepto para H (1-1) y J (3-3) en el sentido de expansión.

Por otra parte los bloques de hormigón cuyo movimiento se controló con los testigos F (2-2) y G (4-4) presentaron inestabilidad por falta de apoyo estable en profundidad, lo que provocó oscilación de la medida.

No deben sacarse además conclusiones erróneas del resumen de medidas ya que pudo ser presumible una oscilación de las placas que pudieran provocar movimientos en ambos sentidos; situación tensional transitoria que podría tanto beneficiar como perjudicar la estabilidad de las estructuras afectadas mientras no se alcanzara el estado final de los asentamientos.

3.8 Control de vibraciones

1. Antecedentes:

El empleo de explosivos en minería y en obras públicas es prácticamente insustituible hoy en día para el arranque económico de rocas. No obstante, conlleva necesariamente la generación de ondas sísmicas en el terreno, ya que, por término medio, un 40 % de la energía del explosivo se gasta en generar ondas sísmicas que se transmiten al entorno disipándose con la distancia.

La cantidad de energía que alcanza un punto determinado del terreno viene directamente relacionada con la carga explosiva, la transmisibilidad de la roca, la frecuencia de la onda generada, la duración del tren de ondas y la secuencia de los disparos.

2. Introducción:

A priori, teniendo en cuenta el tipo de sustrato geológico y dado el elevado grado de fracturación que existía, no fue de esperar una influencia marcada a causa de las voladuras llevadas a cabo como consecuencia de la actividad preparatoria y extractiva.

Por otro lado, la profundidad de las labores y la cantidad máxima de explosivo que se utilizó para la voladura, en condiciones de seguridad para este tipo de explotaciones, no hizo presuponer un efecto importante en las construcciones.

De todos modos, se decidió llevar a cabo un control de las posibles vibraciones para cuantificar la influencia que las voladuras pudieran tener en las viviendas del pueblo de Langre.

3. Objetivos:

El objetivo principal y único fue cuantificar el efecto que las voladuras pudieran tener sobre las construcciones.

Su importancia radicaba en el grado de deterioro que sufrían algunas edificaciones, cuya estabilidad podría haberse visto comprometida si, además de los efectos diferenciales que las afectaban y otros detalles estructurales, hubieran podido sufrir desplazamientos a través del terreno transmitidos por las vibraciones que se generan en toda voladura.

4. Resultados y conclusiones:

Realizados los tres registros. El primero el día 30 de Junio de 1995 de 01 h a 2,30 h AM. El segundo el día 19 de Julio de 1995 de 00,30 h a 2,30 h AM. Y el tercero el día 20 de Julio de 1995 de 08 h PM a 09 h AM. Se concluyó diciendo que el equipo utilizado (unidad de motorización: VMS-700 de Thomas Instruments, Inc./Geófono: Transductor de velocidad de Thomas Instruments, Inc.) no se disparó al no alcanzar el nivel mínimo establecido (0,51 mm/sg) en ninguna de las ocasiones. Esto permitió saber que las vibraciones inducidas por las voladuras durante los registros efectuados no supusieron un riesgo potencial para las estructuras.

Subsidencia:
Efectos sobre construcciones y medidas correctoras

Página nº 622
Tesis Doctoral

Es necesario matizar: que pudiera haber sido cierto en determinadas circunstancias de proximidad y aumento de la carga explosiva, en relación a la utilizada durante los registros, y cuyos valores exactos fueron desconocidos en todo momento.

3.9 Monitorización de la Subsidencia. Topografía

Al objeto de controlar la posible evolución en tiempos de los hundimientos se realizaron una serie de trabajos topográficos, nivelaciones y planimetría.

Altimetría: se procedió a establecer en primer lugar tres itinerarios cerrados, los cuales partían y cerraban en puntos lo suficientemente alejados la zona previsiblemente afectada, al objeto de no falsear las observaciones.

Planimetría: treinta y cinco (35) puntos distribuidos por toda la localidad de Langre, con estación total. Esto da una idea de los desplazamientos horizontales y ayuda a situar los bordes de la cubeta de hundimiento, si es que éstos caen dentro de la zona de estudio, en este caso Langre.

Los trabajos topográficos realizados no permitieron establecer ni verificar comparaciones porque se contrastaron en un periodo corto de tiempo. Estimando que la periodicidad adecuada para estas mediciones ronda entre los 6-8 meses habría que haber esperado dicho tiempo y tendría que haber sido prolongadas por un espacio de tiempo suficientemente grande como para considerar que el equilibrio del terreno se hubiera alcanzado; aproximadamente 4-5 años, en torno al año 2000.

3.10 Análisis de las deformaciones en superficie

1. Introducción

Al objeto de tener la idea de la magnitud previsible que alcanzaría el hundimiento en el pueblo de Langre, según se fueran explotando los diferentes paneles, se realizó una modelización informática auxiliándose con el programa FLAC.

Como es obvio en toda simulación es necesario agilizar el cálculo así como la propia modelización, realizando algunas simplificaciones. El perfil de la zona estudiada se representó con la mayor precisión posible, pero datos como las características geomecánicas del macizo, por la imposibilidad de realizar sondeos fueron promediadas para cada material, tomando los valores que, en la situación previsible, estuvieran del lado de la seguridad.

2. FLAC 3.22

El FLAC es un programa informático de resolución, tratamiento y simulación del comportamiento de estructuras del suelo, rocas y otros materiales, los cuales se deforman plásticamente cuando ciertos límites son sobrepasados, al realizar en su interior obras o labores de explotación.

Es un programa bidimensional que basa su cálculo en un método explícito de diferencias finitas.

La modelización se realiza siguiendo una red cuadriculada, sobre la que se va introduciendo alteraciones hasta conseguir que represente de la forma más aproximada el perfil del terreno. Una vez logrado esto, se asignan las propiedades geomecánicas conocidas a cada material de que forma el modelo y las tensiones iniciales a las que se ve sometido.

Posteriormente, y una vez alcanzado el equilibrio inicial, se modeliza la excavación de los huecos que representarán zonas vacías que quedan tras la explotación.

Por último, el programa calcula y equilibra las tensiones aparecidas en el modelo, con lo cual se está en condiciones de obtener un resultado.

3. Zonas y perfiles modelizados

En este caso se simularon cinco supuestos que representaron las situaciones más significativas, aunque alguno de ellos correspondió a labores ya realizadas y sólo sirvieron para la comparación de resultados y efectos.

Los supuestos de modelización fueron:

1. Explotación de la capa "Bienhallada" al completo; *Gráficos nº 4 y 5.*
2. Explotación de la capa "Bienhallada" dejando los dos macizos de protección que se indicaron en el plan de labores; *Gráficos nº 6 y 7.*

3. Explotación de la capa "Bienhallada" dejando los macizos de protección que se indicaron en el plan de labores y explotando también el tajo de la "Perdiz" entre las galerías E 11 10 BIS CENTRO y E 11 2 CENTRO; *Gráficos nº 8, 9 y 10.*
4. Explotación de la capa "Bienhallada" con macizos de protección y explotación completa de la "Perdiz" desde las galerías E 11 10 BIS CENTRO hasta E 11 3 CENTRO; *Gráficos nº 11 y 12.*
5. Explotación completa de las capas "Perdiz" y "Bienhallada", sin macizos de protección en ninguna de ellas, bajo el pueblo de Langre; *Gráficos nº 13 y 14.*

En todos los supuestos se dieron al macizo las mismas propiedades geomecánicas, así como el mismo perfil y los mismos pasos de cálculo; por tanto en las condiciones señaladas, los resultados obtenidos fueron homogéneos, lo que permite en todo caso establecer una valoración relativa.

El perfil modelizado coincidió con el suministrado como una sección del terreno por la empresa explotadora del grupo Escandal, y que adjuntó en el plan de labores de 1995, corte que se incluye en este estudio como *Planos nº 49 y 50.*

4. Propiedades geomecánicas

Una caracterización geomecánica óptima pasa por hacer un mallado denso de sondeos con recuperación de testigos de todo el macizo. Sin embargo no se llevaron a cabo por su imposibilidad de su realización en el tiempo establecido y su coste. Contando, no obstante, con los datos de los tres sondeos anteriores existentes, realizados por la empresa, la recopilación bibliográfica y la experiencia en este tipo de material.

Para suplir la deficiencia de no poder realizar la toma de muestras con sondeos mecánicos, se recogieron algunos bloques de piedras en el interior de las labores mineras, en la zona más próxima accesible en la vertical del pueblo de Langre. Se eligieron aquellos lo suficientemente grandes para ser ensayados y los más representativos posible de los materiales del techo de la labor. Estos bloques fueron extraídos y mandados por la empresa a los laboratorios de ENERMITEC.

Para manejar más datos y muestras del terreno suprayacente a las labores de explotación se realizó también la recogida de materiales de superficie y se ensayaron "in situ" con dispositivos móviles.

Las muestras recibidas se enviaron al laboratorio de Mecánica de Rocas de la Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas de León, en su día Escuela Técnica Minera.

Los valores de ensayo realizados, debidamente corregidos, de la observación de los materiales que formaban el macizo, así como también con el resto de propiedades obtenidas por otros métodos (referencias

bibliográficas, datos de sondeos realizados por la empresa en las proximidades de Langre y ensayos directos realizados en superficie) se fueron asignando valores numéricos a cada propiedad mecánica del macizo.

Se obtuvieron, por citar aquí alguna de las propiedades, unos valores de RCS comprendidos entre 50 y 76 MPa para las lutitas del techo de la explotación, y se asignaron unos valores para las areniscas entre 83 a 110 MPa.

Señalar que estas propiedades fueron promediadas a la hora de asignarlas a una cierta zona del modelo, tratando de alcanzar una solución de compromiso entre la densidad de zonas definidas en el modelo y la precisión de los resultados obtenidos en la modelización.

Los resultados de estas modelizaciones fueron obtenidas después de alcanzar entre los 4.000 a 6.000 pasos de cálculo del programa. La salida elegida, de las que ofrece el programa, fue la representación gráfica, sobre las que se señalan, según una escala de colores, los valores del hundimiento y del desplazamiento horizontal.

Para cada una de las cinco situaciones modelizadas se presentaron dos gráficos. El primero representa sobre el perfil modelizado los desplazamientos verticales que presumiblemente sucederían en el terreno, esto es, hundimiento previsto. Y el segundo representa los desplazamientos horizontales previstos para cada modelo.

La unidad de medida utilizada en los gráficos es el metro (m). La parte de la izquierda del gráfico se corresponde con la misma del corte AA' del plan de labores y es el extremo más al N-NO del pueblo de Langre.

A la vista de los resultados obtenidos se puede concluir:

1. Aun dejando unos macizos de protección insuficientes y mal dimensionados, éstos fueron capaces de disminuir sensiblemente los efectos del hundimiento en el caso de la explotación de la capa "Bienhallada"; *Gráficos nº 4, 5, 6 y 7.*
2. En el caso de haber supuesto los macizos de protección en la capa "Bienhallada" y haber realizado la explotación del panel de la capa "Perdiz" que va entre las galerías E 11 10 BIS CENTRO y E 11 2 CENTRO, los efectos se duplican o triplican en algunas zonas en relación a los aparecidos con la explotación pasada antes de 1989, sobre todo más en la zona más al S-SO del pueblo (principio del pueblo según entramos por la carretera que lo une con Tombrio de Arriba), aumentando también la proximidad de las líneas de isohundimiento, lo que provoca asientos diferenciales mayores en las estructuras; *Gráficos nº 8, 9 y 10.*
3. Si se comparan los gráficos obtenidos en las modelizaciones 3ª y 4ª, en el supuesto 4º el hundimiento aumenta de forma apreciable en la zona de entrada al pueblo desde Tombrio. Además, el desplazamiento horizontal casi se duplica desde la entrada antes mencionada hasta la Iglesia; *Gráficos nº 8, 9, 10, 11 y 12.*
4. En el caso de la explotación completa de las capas, "Perdiz" y "Bienhallada", supuesto 5º, los efectos comparados con cualquiera

de las otras simulaciones se incrementan de forma considerable.
Gráficos nº 13 y 14.

A continuación se incorporan los planos del plan de labores y el conjunto de gráficos mencionados.

Plano nº 49:
Plano de labores en la zona de Langre y del barrio de Langre (año 1995).

Plano nº 50:
Plano de labores. Corte AA'.

Gráfico nº 4:
Hundimiento producido en el caso de explotarse al completo la capa "Bienhallada".

Gráfico nº 5:
Desplazamiento horizontal producido en el caso de explotarse la capa "Bienhallada".

Gráfico nº 6:

Hundimiento producido en el caso de explotarse la capa "Bienhalladas" dejando los macizos que se indican en el plan de labores.

Gráfico nº 7:

Desplazamiento horizontal producido en el caso de explotarse la capa "Bienhalladas" dejando los macizos que se indican en el plan de labores.

Gráfico nº 8:

Hundimiento producido en el caso de explotarse la capa "Bienhalladas" dejando los macizos que se indican en el plan de labores y explotando la "Perdiz" entre las galerías E 11 10 BIS CENTRO y E 11 2 CENTRO.

Gráfico nº 9:

Desplazamiento horizontal producido en el caso de explotarse la capa "Bienhalladas" dejando los macizos que se indican en el plan de labores y explotando la "Perdiz" entre las galerías E 11 10 BIS CENTRO y E 11 2 CENTRO.

Gráfico nº 10:

Zoom de hundimiento producido en el caso de explotarse la capa "Bienhalladas" dejando los macizos que se indican en el plan de labores y explotando la "Perdiz" entre las galerías E 11 10 BIS CENTRO y E 11 2 CENTRO (parte superior derecha del gráfico nº7).

Gráfico nº 11:

Hundimiento producido en el caso de explotarse la capa "Bienhalladas" dejando los macizos que se indican en el plan de labores y explotando la "Perdiz" entre las galerías E 11 10 BIS CENTRO y E 11 3 CENTRO.

Gráfico nº 12:

Desplazamiento horizontal producido en el caso de explotarse la capa "Bienhalladas" dejando los macizos que se indican en el plan de labores y explotando la "Perdiz" entre las galerías E 11 10 BIS CENTRO y E 11 3 CENTRO.

Gráfico nº 13:

Hundimiento producido por la explotación completa de las capas "Bienhallada y Perdiz".

Gráfico nº 14:

Desplazamiento horizontal producido por la explotación completa de las capas "Bienhallada y Perdiz".

3.11 Plan de actuación

A continuación se detalla, en función de un código de colores, el plan de actuación que se debería de haber implantado:

- Antes de tres meses ■
- Entre tres y seis meses ■
- Entre seis y doce meses ■
- Más de un año y menos de tres ■

Plano nº 51:
Plan de actuación.

3.12 Conclusiones

1. Toda actividad que cree un hueco en el terreno es susceptible de provocar deformaciones en superficie.
2. Toda deformación en superficie que provoque asientos diferenciales y/o desplazamientos, está induciendo tensiones de tracción o de compresión en toda la estructura que se asienta sobre la misma.
3. Las construcciones diseñadas teniendo en cuenta lo indicado en la conclusión 2ª serían capaces de soportar las tensiones indicadas, o en el peor de los casos, de sufrir en pequeña medida sus consecuencias.
4. Las construcciones de naturaleza pétreo en las que se haya utilizado como material ligante alguno en cierta medida flexible, sufrirían en menor cuantía los efectos del agrietamiento.
5. Defectos constructivos como cimentación escasa o muy escasa, falta de verticalidad, pilares muy esbeltos o vigas sobre muros insuficientes, sólo hacen que magnificar los efectos que un asiento diferencial puede provocar sobre las construcciones.
6. La experiencia en las construcciones rurales asentadas sobre zonas no afectadas por excavaciones ha demostrado que son capaces de mantenerse en el tiempo aún sufriendo agrietamientos.
7. Con frecuencia los asientos diferenciales derivados del asentamiento de las construcciones sobre el terreno provocan daños de distinta importancia (la falta de documentación pormenorizada sobre el estado previo de las construcciones haría imposible diferenciar estos daños de los provocados por otras deformaciones, máxima cuando, además, se vieran superpuestos con otros derivados de una actividad minera o la excavación de huecos).
8. Transcurrido el periodo de asentamiento y tomando las medidas adecuadas, en función de la evolución, que garanticen la estabilidad en este periodo crítico, las construcciones podrían mantenerse en el tiempo.
9. La paralización de las labores mineras en el momento en el que se hizo el estudio situaría previsiblemente el borde la cubeta de asientos en el casco urbano, donde aparecerían las mayores deformaciones y tensiones, con daños permanentes en el entorno natural, afectando de forma notable a las construcciones.
10. De haberse explotado otros paneles en la capa llamada "Perdiz" las deformaciones superficiales se hubieran incrementado de forma notable con relación a otras situaciones.

3.13 Valoraciones finales

1. Siempre hay que hacer un seguimiento puntual de cada una de las construcciones inventariadas, de acuerdo a un plan de actuación indicado en cada caso, y modificarlo si fuera necesario a la vista de la evolución.
2. Hay que llevar a cabo una actuación prioritaria en el mantenimiento de aquellos elementos resistentes y/o estructuras que comprometen la estabilidad de una construcción.
3. Hay que llevar a cabo un seguimiento planimétrico y altimétrico que permita controlar la evolución, y sobre todo, sacar conclusiones para otras actuaciones en zonas distintas en las que pudiera estar prevista la actividad minera.
4. Planificar siempre, previamente y con la antelación suficiente, en futuras actividades mineras, la explotación en zonas urbanas o próximas a núcleos de población, dimensionando adecuadamente macizos de protección que evitarían situaciones conflictivas, como la de Langre.
5. Elaborar siempre un manual de recomendaciones constructivas, adecuado para las zonas previsiblemente afectadas por explotaciones mineras.

4. TERCER PERIODO. COMPARATIVA/CONCLUSIONES (Desde 1996 hasta 2007)

4.1 Consideraciones previas

Tal y como se ha señalado desde un principio, y una vez abordados los dos primeros periodos, el objetivo de este último será el de analizar y evaluar la situación de deterioro derivada de la actividad minera en Langre a finales de 2007.

4.2 Metodología

Para llevar a cabo el análisis de este tercer periodo se dividirá Langre en cuatro zonas. Después se expondrá una visión detallada de cada una de las construcciones más significativas que definen cada zona, con referencia al fenómeno de Subsidencia, y se hará una comparativa con los periodos anteriores para ver cómo ha evolucionado en el tiempo; si bien, dicho estudio comparativo se centrará únicamente entre los dos últimos periodos por no haber concordancia entre las fotos de estos con el primero.

Clasificación de las zonas:

- Zona 1: Sur. Entrada del pueblo.
- Zona 2: Este.
- Zona 3: Norte.
- Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia.

Fotografía nº 645:
Panorámica del pueblo de Langre. Cuatro zonas.

Zona 1: Sur. Entrada del pueblo

La Zona 1 se corresponde con la entrada al pueblo. Esta zona constituye la parte más alta del mismo.

Fotografía nº 646:
Panorámica de la Zona 1.

Zona 2: Este

Al igual que la Zona 1 también está configurada de modo ascendente, partiendo del centro del pueblo, que es la zona más baja.

En esta Zona se encuentran otro tipo de construcciones comunitarias como el polideportivo, la antigua escuela y la Casa de la Cultura.

Fotografía nº 647:
Panorámica de la Zona 2.

Zona 3: Norte

Fotografía nº 648:
Panorámica de la Zona 3.

Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia

Se trata de la zona más céntrica y de menor altitud. Desde esta zona parte la carretera que comunica con el pueblo vecino de San Miguel de Langre.

La configuración de esta zona está determinada por la plaza del pueblo y por su construcción más representativa: La Iglesia de Santa Eulalia.

Fotografía nº 649:
Panorámica de la Zona 4.

4.3 Edificaciones seleccionadas por periodos para el estudio

A continuación se hará una selección de edificaciones para el estudio comparativo de las mismas; si bien, se ha decido señalar también la numeración que ostentaban en el primer periodo.

Zona 1: Sur. Entrada del pueblo

1^{er} Periodo

- Edificio nº 83.
- Edificio nº 84.
- Edificio nº 85.
- Edificio nº 86.

2º Periodo/3^{er} Periodo

- Edificio Langre - 1.
- Edificio Langre - 2.
- Edificio Langre - 3.
- Edificio Langre - 3 TER.
- Edificio Langre - 9.

Zona 2: Este

1^{er} Periodo

- Edificio nº 3.
- Edificio nº 4.
- Edificio nº 6.

2º Periodo/3^{er} Periodo

- Edificio Langre - CAMINO 1.
- Edificio Langre - CANCHA.
- Edificio Langre - 13.
- Edificio Langre - 13 BIS.
- Edificio Langre - 16.

Zona 3: Norte

1^{er} Periodo

- (No está recogido en el 1^{er} Periodo).

2º Periodo/3^{er} Periodo

- Edificio Langre - NUEVO (No está recogido en el 2º Periodo).

Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia

1^{er} Periodo

- Edificio nº 37.
- Edificio nº 38.
- Edificio nº 42.
- Edificio nº 44.
- Edificio nº 55.

2º Periodo/3^{er} Periodo

- Edificio Langre - IGLESIA.
- Edificio Langre - 201.
- Edificio Langre - 202.
- Edificio Langre - 203.
- Edificio Langre - 205.

4.4 Relación entre los periodos y las edificaciones seleccionadas para el estudio

Zona 1: Sur. Entrada del pueblo

- Edificio nº 83 / Edificio Langre - 2.
- Edificio nº 84 / Edificio Langre - 1.
- Edificio nº 85 / Edificio Langre - 3.
- Edificio nº 86 / Edificio Langre - 3 TER.
- Edificio Langre - 9 (No existe relación con el 1^{er} Periodo).

Zona 2: Este

- Edificio nº 3 / Edificio Langre - 13 BIS.
- Edificio nº 4 / Edificio Langre - 13.
- Edificio nº 6 / Edificio Langre - 16.
- Edificio Langre - CAMINO 1 (No existe relación con el 1^{er} Periodo).
- Edificio Langre - CANCHA (No existe relación con el 1^{er} Periodo).

Zona 3: Norte

- Edificio Langre - NUEVO (No existe relación ni con el 1^{er} ni con el 2^o Periodo).

Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia

- Edificio nº 37 / Edificio Langre - 201.
- Edificio nº 38 / Edificio Langre - 202.
- Edificio nº 42 / Edificio Langre - 203.
- Edificio nº 44 / Edificio Langre - 205.
- Edificio nº 55 / Edificio Langre - IGLESIA.

4.5 Reportaje fotográfico y comparativa de los edificios

Las grandes grietas provocadas en el año 1995 por los bordes de la *cubeta de hundimientos* en el terreno habían desaparecido en el año 2007, bien porque se volvieron a cerrar, o bien porque se fueron rellenando con diversos materiales procedentes del entorno cercano.

También desaparecieron las grietas y abombamientos que presentaban los viales y accesos debido a su reparación y posterior asfaltado.

4.5.1 Zona 1: Sur. Entrada Pueblo

4.5.1.1 Edificio nº 83 / Edificio Langre – 2

En el año 2007 quedaba constancia aún de numerosas grietas observadas en fachadas e interiores de viviendas del año 1995.

En la *Fotografía nº 650* aparecen unas grietas en la fachada que presentan el mismo estado tanto para el año 1995 (izquierda) como para el año 2007 (derecha); éste es un claro ejemplo de grietas no reparadas que perduraron en el tiempo.

Fotografía nº 650:
Comparativa de grietas en la fachada 1995/2007.

4.5.1.2 Edificio Langre – 9 (No existe relación con el 1^{er} Periodo)

En la *Fotografía nº 651* vuelven a aparecer unas grietas en la fachada que presenta el mismo estado tanto para el año 1995 (izquierda) como para el año 2007 (derecha); en cambio éste es un claro ejemplo de grietas reparadas que volvieron a aflorar.

Fotografía nº 651:
Comparativa de grietas en la fachada 1995/2007.

4.5.1.3 Edificio nº 84 / Edificio Langre – 1

En la *Fotografía nº 652* se pone de manifiesto otro nuevo ejemplo de grieta que no fue reparada y perduró en el tiempo; año 1995 (izquierda) y año 2007 (derecha).

Fotografía nº 652:
Comparativa de grietas en la fachada 1995/2007.

4.5.1.4 Edificio nº 86 / Edificio Langre – 3 TER

Dentro de las construcciones que aparecen en esta primera zona se debe resaltar un arco de piedra que se conservó entre las ruinas de una antigua construcción.

Por un lado fue capaz de resistir al desmoronamiento del resto de la construcción, siguiendo en pie, y por otro a los asentamientos generados por la Subsidencia.

Las piedras que constituyen las dovelas y la clave permanecían unidas en 2007, a pesar de carecer de material aglomerante.

Fotografía nº 653:
Estado del arco en 2007.

4.5.1.5 Edificio nº 85 / Edificio Langre – 3

Hasta ahora sólo se ha hecho referencia a detalles aislados de distintas construcciones de esta zona. Para tener una idea más detallada a cerca del estado y evolución de la misma, se tomará como referencia una de las edificaciones más significativas.

El módulo de la parte izquierda de la vivienda está constituido por bloques de hormigón y el de la derecha por piedra con raseado exterior de cemento. Ambos módulos presentan un bajo y una primera planta.

Fotografía nº 654:
Panorámica en 2007.

En el estudio llevado a cabo en 1995 se analizó sus daños y patologías. En dicho estudio fueron registradas las siguientes observaciones:

1. Grieta grande en pared de bloques de hormigón, con zuncho.
2. En vivienda, raseada y pintada de blanco, aparece una fisura vertical sobre pared de piedra.
3. En la bodega, debajo de la vivienda:
 - Refuerzo de manera sobre vigas principales para apoyar unos pórticos transversales que coinciden con las divisiones en la primera planta.
 - Además de refuerzo, hay una columna de madera.

A continuación se va detallar el estado de la vivienda en 2007 y se verá cuál fue la evolución a lo largo de los años. Para ello, se utilizará una comparativa entre las imágenes de los detalles pertenecientes al estado en que se encontraba dicha vivienda en 1995, y la misma imagen tomada en 2007; año 1995 (izquierda ó arriba) y año 2007 (derecha ó abajo).

Comparando las imágenes de la *Fotografía nº 655* se observa que la fachada fue reformada.

Aunque las imágenes están tomadas desde distinto ángulo, se puede apreciar cómo el módulo de la izquierda no presentaba ningún acabado exterior; los bloques de hormigón estaban al descubierto.

En cambio en 2007 esta fachada de bloques fue raseada de cemento y posteriormente se pintó. También se puede apreciar que en el módulo derecho de la vivienda se reparó el tejado mediante un elemento de cubrición metálico.

Fotografía nº 655:
Comparativa de fachadas 1995/2007.

Realizando un análisis más profundo de la fachada, se observa la evolución de los daños existentes. Para ello, se adjuntan las imágenes en las cuales se puede apreciar los cambios sufridos. Se comenzará el análisis con el módulo de la izquierda.

A simple vista se puede estimar, en la *Fotografía nº 656*, el cambio de aspecto debido a las reformas realizadas. El raseado impide ver lo que hay debajo y no se pudo documentar la evolución sufrida en la grieta que se ve en la imagen superior. No obstante, basándose en la observación directa y personal, se puede mencionar que la grieta se debió cerrar completamente años atrás, de manera natural, sin ningún tipo de intervención en ella. Posteriormente se realizó la reforma. Por la apariencia del raseo se puede apreciar que la grieta no volvió a aflorar.

Fotografía nº 656:
Comparativa de grietas en fachada 1995/2007.

En la *Fotografía nº 657* se puede ver cómo las grietas que aparecían en el vial de entrada a la vivienda se corrigieron mediante un asfaltado en el año 2006.

Fotografía nº 657:
Comparativa de grietas en el camino 1995/2007.

Por lo que respecta a la parte izquierda de esta vivienda ya no se apreciaron más detalles que pudieran ser significativos. Se pasará ahora a la parte derecha de la misma.

Tras la reparación de la fachada y su posterior pintado, la fisura que se localizaba en la margen derecha de la ventana inferior se corrigió y no volvió a aparecer. Por el contrario se observa, en la *Fotografía nº 658*, que en la parte superior de la misma ventana aparecieron en 2007 unas pequeñas fisuras que se prolongaban hasta la esquina derecha de la ventana superior.

Fotografía nº 658:
Fisuras en los contornos de la ventana 1995/2007.

También aparecieron otra serie de nuevas fisuras, cuyo grosor no parece demasiado significativo, en otros puntos de la fachada. De estas nuevas fisuras no se dejó constancia en el estudio del año 1995.

Fotografía nº 659:
Fisuras en los contornos de la ventana 2007.

4.5.2 Zona 2: Este

4.5.2.1 Edificio Langre – CAMINO 1 (No existe relación con el 1^{er} Periodo)

Al igual que el resto de los viales o caminos del pueblo, éstos fueron asfaltados en 2006, por lo tanto no hay detalles de su grado de conservación; aunque si se puede mostrar el estado que presentaban en 1995.

Fotografías nº 660 y 661:

Intersección camino de la escuela con camino hacia el barrio de Langre 1995.

4.5.2.2 Edificio nº 6 / Edificio Langre – 16

Observando la *Fotografía nº 662* se puede ver la existencia de grietas comunes a ambas periodos, en las cuales no se aprecia una diferencia significativa en cuanto a su abertura y longitud. Pero además, también se observa, en la imagen de la derecha (2007), un aumento de fisuras en la fachada.

Fotografía nº 662:
Comparativa grietas en fachada 1995/2007.

4.5.2.3 Edificio nº 3 / Edificio Langre – 13 BIS

En esta edificación se puede constatar otro detalle de una grieta que persistió en el tiempo.

En este caso, se trata de una antigua vivienda que en el entorno del 2007 se usaba todavía como cuadra de animales.

Fotografía nº 663:
Comparativa grietas en fachada 1995/2007.

4.5.2.4 Edificio Langre – CANCHA (No existe relación con el 1^{er} Periodo)

Las grietas originadas en la cancha en 1995 se siguieron observando en 2007. Además sufrió un empeoramiento del estado del hormigón debido, posiblemente, al desgaste producido por su uso.

Fotografía nº 664:
Comparativa grietas en firme 1995/2007.

4.5.2.5 Edificio nº 4 / Edificio Langre – 13

Para tener una idea más detallada del estado y la evolución de esta segunda zona, se analizará con mayor profundidad una de las viviendas.

Como se puede ver apreciar en la *Fotografía nº 665* la edificación está constituida por dos alturas: bajo y primera planta. En la primera planta presenta un balcón exterior orientado al suroeste cuya parte derecha está sustentada por columnas, mientras que la parte izquierda se asienta sobre una construcción anexa que cumple la función de cuadra.

Fotografía nº 665:
Panorámica en 2007.

En el estudio llevado a cabo en 1995 se analizaron sus daños y patologías. En dicho estudio fueron registradas las siguientes observaciones:

1. Las grietas estaban localizadas en los muros portantes y en el techo.
2. El riesgo de los daños materiales era importante.
3. Fachada principal: grietas en el corredor y debajo del corredor.
4. Fachada posterior: grieta vertical en un ángulo interior.
5. Grietas en la construcción anexa.

A continuación se pasará a desarrollar el estado que presentaba en 2007 la vivienda, así como la evolución sufrida desde 1995. Para ello, se adjuntará una comparativa de imágenes.

Cotejando las imágenes de la *Fotografía nº 666* se puede observar que la vivienda se encontraba, aparentemente, en el mismo estado, puesto que no se reformó de ninguna manera; la imagen de la izquierda fue tomada en el año 1995 y la de la derecha en 2007.

Fotografía nº 666:
Comparativa fachada principal 1995/2007.

Aunque se observa perfectamente, en la *Fotografía nº 667*, cómo la misma grieta perduró en el tiempo, parece que ésta está ligeramente más cerrada que en la imagen de la izquierda (1995).

Fotografía nº 667:

Comparativa grieta en fachada principal, debajo del corredor 1995/2007.

En la *Fotografía nº 668* se puede apreciar claramente que el raseado que está alrededor de las grietas se fue desconchando con el paso de los años. Aunque, a pesar de que los desconchones acentúen la imagen de deterioro de la fachada, parece que el estado de las grietas sólo empeoró ligeramente.

Fotografía nº 668:

Comparativa grieta en fachada principal, al lado de la puerta 1995/2007.

Según se aprecia en la *Fotografía nº 669*, la fisura de la izquierda, al lado del tubo, sufrió un leve cerramiento.

Sin embargo, la grieta que se ve en el lado derecho, se fue prolongando hacia abajo. Además, en la esquina señalada con el óvalo, parecen que surgieron nuevos agrietamientos.

Fotografía nº 669:
Comparativa de grieta en el corredor 1995/2007.

En la *Fotografía nº 670* se puede observar cómo la viga regresó a su sitio. En su movimiento, provocó que el trozo de cemento que se hallaba en la esquina, se desprendiese por el lugar en el que se encontraba la fisura.

Fotografía nº 670:
Comparativa del apoyo de la viga, grieta del corredor 1995/2007.

A continuación se pasa a desarrollar el análisis de la construcción anexa a la vivienda.

Observando y comparando las imágenes de la *Fotografía nº 671*, parece que en la de la derecha, que es la tomada en 2007, las fisuras fueron reduciéndose levemente. El desconchamiento que aparece en la parte inferior, al borde de la puerta, no es una prolongación de la grieta, sino que surgió por las reformas realizadas por el cambio de la puerta.

Fotografía nº 671:
Comparativa I de grietas en construcción anexa 1995/2007.

En esta parte de la construcción anexa, la evolución sufrida en las grietas parece que fue nula. De modo que no parecieron acentuarse, aunque, a pesar de que en la *Fotografía nº 672* no puede apreciarse, puede ser que se redujeran de forma muy sutil.

Fotografía nº 672:
Comparativa II de grietas en construcción anexa 1995/2007.

En el caso de las fisuras halladas en la parte izquierda de la construcción anexa a la vivienda, se puede apreciar cómo las grietas parecen estar más cerradas que en las imágenes tomadas en 1995.

Fotografía nº 673:
Comparativa III de grietas en construcción anexa 1995/2007.

4.5.3 Zona 3: Norte

4.5.3.1 Edificio Langre – NUEVO (No existe relación ni con el 1^{er} ni con el 2^o Periodo)

Hay que destacar que esta edificación no se encontraba recogida en ninguno de los dos primeros periodos. Presumiblemente no estaba construida en el primero y, lo más seguro, es que no se viera afectada en el segundo.

Según vamos a observar en el análisis siguiente, si que aparecieron daños posteriormente.

La vivienda se compone de dos módulos que están unidos entre sí, aunque parecen casas independientes ya que, cada módulo, presenta distintos detalles constructivos.

El módulo de la izquierda, según se ve en la *Fotografía nº 674* presenta un raseado exterior de cemento mientras que el de la derecha tiene la fachada cubierta de pizarra.

Ambos módulos presentan una altura donde se encuentra la vivienda. La parte de abajo queda destinada a corral y bodegas.

Los materiales de cerramiento son: ladrillo para la parte derecha de la vivienda y bloques para la parte izquierda. Como material aglomerante se utilizó argamasa de cemento en ambos casos. La cubierta es de pizarra.

Fotografía nº 674:
Panorámica en 2007.

A continuación se evidencian los daños que presentaba el edificio en 2007.

En las siguientes fotografías se muestran distintas fisuras que aparecían en la fachada principal y lateral, de la parte derecha de la vivienda. Posiblemente hubiera más grietas a lo largo y ancho de la fachada, pero no se pudieron apreciar debido al recubrimiento de pizarra.

Fotografía nº 675:
Detalle de agrietamiento en fachada lateral derecha 2007.

Fotografía nº 676:
Detalle de agrietamiento en fachada principal 2007.

Fotografía nº 677:
Detalle de grieta en el apoyo en viga sobre columna 2007.

La parte izquierda de la edificación es la que presentaba un mayor grado de daño, siendo las grietas de anchura considerable, sobre todo en la zona de la puerta de entrada a la casa y escaleras.

Fotografía nº 678:
Fachada de módulo izquierdo 2007.

Ahora se mostrará con mayor detalle los daños señalados en la fotografía anterior y otros que no aparecían reflejados.

Fotografía nº 679:
Detalle de grieta del módulo izquierdo de la vivienda 2007.

Fotografía nº 680:
Detalle de grieta entre puerta derecha y ventana 2007.

Fotografía nº 681:
Detalle de grietas en la zona de la puerta de entrada 2007.

Fotografía nº 682:
Detalle de grietas en las escaleras de entrada 2007.

Fotografía nº 683:
Detalle de grietas en la fachada lateral izquierda 2007.

Fotografía nº 684:
Detalle de grietas en la pared contigua a la fachada lateral izquierda 2007.

Para esta edificación se ha elaborado una ficha:

Características
- Uso del Edificio: vivienda habitual.
Detalles constructivos
- Materiales de cerramiento: cerámicos. - Acabado exterior: raseado de cemento. - Elementos portantes: estructura porticada. - Forjados: Viguetas de madera. Viguetas semirresistentes. Intereje en m. (0,7). - Bovedillas: cerámica. - Cubierta: Entramado de madera. Elemento de cubrición pizarra.
Control de daños (grietas y fisuras)
- Localización: muro portante. - Riesgo de daños: importantes (humanos y materiales). - Observaciones: Seguimiento cada mes. Apuntalamiento del muro exterior en zonas de puerta. Apuntalamiento de zancas de escalera.
Plan de actuación que se debería de haber implantado
- Premisas: Su aplicación en el tiempo estaría sujeta a su evolución. El control de la evolución determinaría, en cada caso, si habría de tomarse alguna medida complementaria con urgencia. - Actuaciones aconsejadas: Reafirmar cimentación: zuncho perimetral. Reparar muros: desmontar muro en zona de puerta y reconstruir con colocación previa de marco de acero IPN-160. Reparar fisuras y grietas: raseo y pintado donde fuera necesario. - En el tiempo: antes de tres meses. - Seguimiento: cada mes (aumentar frecuencia si se notan movimientos).

Tabla nº 159:
Edificio nº nuevo/Edificio Langre – NUEVO.

4.5.4 Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia

4.5.4.1 Edificio nº 37 / Edificio Langre – 201

En la *Fotografía nº 685* se ven los detalles de una columna en la parte de atrás de la vivienda; la imagen de la izquierda fue tomada en 1995.

Debido al estado que presentaba dicha columna en aquel momento, se dictaminó, como medida de urgencia, apuntalarla. La evolución que sufrió desde aquellos entonces se puede apreciar en la imagen de la derecha: el hormigón que recubría el exterior se fue desconchando.

Fotografía nº 685:
Comparativa de detalle de la columna 1995/2007.

4.5.4.2 Edificio nº 38 / Edificio Langre – 202

Se puede apreciar un empeoramiento de las grietas señaladas en las imágenes. Además se ve que surgieron nuevas fisuras en toda la parte de esa fachada.

Fotografía nº 686:
Comparativa de grietas 1995/2007.

4.5.4.3 Edificio nº 42 / Edificio Langre – 213

En la *Fotografía nº 687* se muestra en detalle otra grieta. La fisura parece que no presentó una gran evolución.

Se puede apreciar también, que en 2007 todavía se conservaba uno de los dos testigos colocados en 1995.

Fotografía nº 687:
Comparativa de grietas 1995/2007.

4.5.4.4 Edificio nº 44 / Edificio Langre – 205

Se puede apreciar cómo surgieron nuevas fisuras en la pared por agrietamiento del raseado de cemento.

Las grietas marcadas en 1995, no parecieron haber evolucionado en gran medida.

Fotografía nº 688:
Comparativa de grietas 1995/2007.

4.5.4.5 Edificio nº 55 / Edificio Langre – IGLESIA

Hasta el momento se han mencionado algunos detalles aislados de ciertas edificaciones pertenecientes a esta cuarta zona. A partir de ahora, se hará un estudio pormenorizado de la construcción más representativa: la Iglesia de Santa Eulalia.

En el estudio llevado a cabo en 1995 se analizaron sus daños y patologías. En dicho estudio fueron registradas las siguientes observaciones:

1. Múltiples grietas en todas las caras.
2. En la fachada principal: piedra saltada en dintel de la puerta.
3. En la fachada lateral izquierda: grieta vertical y en dintel de la puerta.
4. En la fachada lateral derecha: grieta vertical.
5. En la fachada posterior: grieta vertical, arco de ventana desplazado, con riesgo inminente.

A continuación se pasará a desarrollar el estado que presentaba la Iglesia en 2007, así como la evolución sufrida desde finales del segundo periodo.

Cabe destacar que en 2007 se encontraba reparada toda la cubierta y la mitad trasera de la misma, quedando por acometer la parte frontal donde se localizan las torres.

La primera fase de la restauración de la Iglesia fue el refuerzo de la cimentación, con el objeto de que su estabilidad quedase garantizada.

Descripción de la obra de la primera fase:

La obra de refuerzo, consistió en la ejecución sistemática de las siguientes etapas propuestas:

1. Eliminación de elementos decorativos próximos a la fachada (bancos, árboles, etc.), así como de los escalones de acceso que dificultaban la apertura de la zanja perimetral.
2. Apertura de zanja perimetral de 1,25 m de profundidad y de 0,50 m de anchura en las condiciones que seguidamente se abordan:
 - Colocación de armadura, formada por 14 redondos longitudinales de 12 mm de diámetro. Armadura transversal de 8 mm de diámetro, cada 25 cm.
 - Colocación y compactación del hormigón tipo H-250 y consistencia plástica en la zona de zanja dispuesta para ser hormigonada.
 - Colocación de piedra asentada con mortero sobre la coronación del muro de cimentación, formando un remate acorde con el resto del Edificio.

Fotografía n° 689:
Detalles del refuerzo de la cimentación 2007.

La segunda fase de la restauración de la Iglesia fue la reparación de la cubierta para lograr su conservación; sustitución de elementos dañados y zuncho perimetral.

Descripción de la obra de la segunda fase:

La obra a realizar sobre la cubierta siguió las siguientes etapas; comenzaron desde la fachada posterior (zona de la sacristía):

1. Eliminación del material de cubrición (pizarra).
2. Eliminación del material bajo la pizarra, dejando limpia la estructura de madera.
3. Si la estructura de madera mostraba un aspecto "sano" se procedía únicamente a su imprimación con productos conservantes. Si aparecía dañada se procedía a su sustitución; también ejecutada en madera tratada.
4. Alineación rejunteando los elementos pétreos de los aleros.
5. Construcción de zuncho perimetral detrás de los elementos del alero; si no fuera posible se colocaría viga de madera paralela a la fachada uniendo las distintas tijeras-pendulones en su apoyo sobre los muros.
6. El zuncho, que se iría construyendo por tramos sucesivos, sería de 20x15 cm, ligeramente armado con cuatro redondos de acero AHE-400 de diámetro de 10 mm, y cercos de 6 mm cada 12 cm.
7. Reconstrucción del tablero de apoyo de pizarra.
8. Colocación de material tipo "Onduline".
9. Colocación de canalones metálicos de cobre.
10. Colocación de pizarra.
11. Bajante en el mismo material terminado en zona inferior en tubo de hierro fundido.
12. Desagüe de las bajantes sobre conducción perimetral y conducción hasta arquetas del colector.

Para documentar algunas de las etapas de esta segunda fase, se mostrarán diversas fotografías del aspecto que presentaba la zona reparada en cuestión.

En la *Fotografía nº 690* se muestra el acabado final que presentaba la cubierta. También se ve la presencia de los canalones de cobre.

Fotografía nº 690:
Detalles de reparación de la cubierta 2007.

En la *Fotografía nº 691* se muestran las bajantes de cobre, su terminación en tubo de hierro fundido y su desagüe sobre conducción perimetral ejecutada en la primera fase.

Fotografía nº 691:
Detalles de las bajantes terminadas en tubos de hierro 2007.

La tercera fase llevada a cabo en la rehabilitación del templo fue la reparación de la parte frontal (sacristía y trastero) y del cuerpo central.

Descripción de la obra de la tercera fase:

Para la parte frontal las obras de reparación fueron:

1. Limpieza de la fachada, eliminando el raseo que quedó en algunas zonas.
2. Reforzamiento y recolocación del arco de la ventana de la sacristía.
3. Zunchado de toda esta zona y de su unión con el cuerpo central.
4. Rejuntado, tras la limpieza, de las juntas de piedras, dejando estas últimas vistas. La dosificación del mortero se hizo cuidadosamente para mantener la textura y coloración en todo la construcción.
5. Reacondicionamiento del ventanal de la sacristía.

Para el cuerpo central las actuaciones fueron:

1. Limpieza del raseo en las zonas donde aún permanecía.
2. Zunchado del cerramiento.
3. Recolocación del dintel de la puerta en lateral izquierdo (visto desde las torres).
4. Rejuntado dejando las piedras vistas, en las mismas condiciones anteriores.

A continuación se muestra una serie de fotografías donde se puede apreciar el acabado final después de dichas fases de rehabilitación. Para dejar constancia de ello, se hará una comparativa de imágenes entre 1995 y 2007.

Fotografía nº 692:
Fachada posterior rehabilitada 2007.

En la *Fotografía nº 693* se muestra como todos los daños que aparecían en 1995 se corrigieron satisfactoriamente.

Fotografía nº 693:
Comparativa I de la Iglesia 1995/2007.

Fotografía nº 694:
Comparativa II de la Iglesia 1995/2007.

Fotografía nº 695:
Comparativa del dintel de la puerta 1995/2007.

Fotografía nº 696:
Comparativa fachada lateral derecha 1995/2007.

Hasta ahora se ha expuesto el análisis y la evolución de la zona de la Iglesia que fue rehabilitada satisfactoriamente. A partir de aquí se analizará la evolución y la situación en 2007 de la parte sobre la que no se llevó a cabo ninguna actuación. Dicha parte sin reparar está compuesta por la mitad de la Iglesia hacia las torres y la fachada principal.

Según se muestra en las siguientes imágenes, la parte de la Iglesia que no se arregló presentaba una serie de daños cuya continuación en el tiempo podría provocar el desprendimiento de alguna de las piedras de las torres y de la fachada principal. La presencia de otros elementos, como crecimiento de musgo y maleza, podrían producir el mismo efecto.

Fotografía nº 697
Comparativa I fachada principal 1995/2007.

Fotografía nº 698:
Comparativa II fachada principal 1995/2007.

Fotografía nº 699:
Comparativa de la torre izquierda 1995/2007.

Fotografía nº 700:
Pared lateral de la torre izquierda 2007.

Fotografía nº 701:
Vista interior 2007.

Fotografía nº 702:
Vista interior. Desconchamiento en el coro 2007.

4.6 Valoraciones

En base a los datos recogidos y observados, se deben tener en cuenta tres consideraciones previas:

1. Toda actividad minera que cree un hueco en el terreno es susceptible de provocar deformaciones en superficie.
2. Toda deformación en superficie, que provoque asientos diferenciales y/o desplazamientos, está induciendo tensiones de tracción o de compresión en toda estructura que se asiente sobre la misma.
3. Una vez que termina el proceso de asentamiento de la *cupeta de hundimiento*, las zonas que estaban en tracción vuelven a cerrarse; incluyendo las que estaban en su borde.

Visto esto, las valoraciones que se pueden extraer son dos:

a) La situación, presumiblemente, se fue estabilizando con los años y no fue a más. Esto queda demostrado en todas las zonas de análisis, excepto en la Zona 3 (segunda valoración). Las grietas que se presentaban en las viviendas, como muestran las diversas imágenes, no experimentaron cambios significativos en cuanto a empeoramiento se refiere, incluso en algunos casos se cerraron, o los elementos volvieron a su sitio. Esto obedece a la tercera premisa antes citada, es decir, una vez producido el asentamiento en la *cupeta de hundimiento* las zonas que estaban en tracción vuelven a cerrarse y esto explica la disminución en el espesor de las grietas. Un ejemplo es el mostrado en el *Edificio nº 4 / Edificio Langre – 13* donde se puede apreciar que al sufrir un esfuerzo de tracción se produjo en desplazamiento de la viga apoyada sobre la columna. Al producirse el asentamiento el esfuerzo de tracción pasó a ser de compresión provocando que la viga regresara a su posición original.

Fotografía nº 703:

Comparativa del apoyo de la viga, grieta del corredor 1995/2007.

b) Por lo observado en el análisis de patologías se puede establecer una segunda conclusión. La única parte del pueblo en la que la situación pareció empeorar desde 1995 fue en la denominada Zona 3: Norte. Previsiblemente, y aunque esta zona no se mencionara en el estudio del año 1995, porque no se apreciaran daños significativos, se vio afectada finalmente por la evolución de la *cupeta de hundimiento* con el paso de los años. La vivienda elegida como referencia para esta zona, *Edificio Langre – NUEVO*, se estima que estaba, probablemente, en el borde norte de la *cupeta de hundimiento*. Al evolucionar la misma, posiblemente se viese afectada. De hecho, el análisis parece demostrarlo.

4.7 Recomendaciones

Siempre que haya problemas de asentamientos del tipo que sea, (minería, túneles, etc.) que puedan provocar asentamientos en zonas próximas, en general, debería hacerse un seguimiento a lo largo del tiempo.

Este tiempo es difícil de cuantificar, pero probablemente debe estar entre uno y dos años, para dejar un margen suficiente que permita que el terreno se vaya asentando y se pueda hacer un seguimiento.

Para llevar a cabo dicho seguimiento, no basta con una percepción visual, convendría establecer una serie de marcas o testigos que permitiesen medir de alguna manera la evolución para ver si las grietas o fisuras abren, en cuyo caso el material, edificio o zona, están sometidas a tensiones de tracción. Si por el contrario, hay una tendencia a ir cerrando en un momento determinado, como consecuencia de una Subsistencia de un hueco, esto quiere decir que las tensiones comienzan a ser de compresión, lo cual puede estar asociado al final del proceso de asentamiento del correspondiente fenómeno de Subsistencia.

4.8 Líneas de actuación futura

Nuestro país, y en especial la provincia de León, es una zona con una larga tradición minera. En muchos casos se cree que la minería es una de las causas más importantes de la degradación medioambiental provocada por los seres humanos. Sin embargo, en la actualidad, un Ingeniero o Ingeniero de Grado de Minas cualificado es capaz de minimizar al máximo los daños y recuperar la zona una vez completada la explotación minera.

Las líneas de actuación a seguir, ya no en este caso, sino como norma general, deberían de ir encaminadas hacia este aspecto. En todo caso, se debería desarrollar una actividad minera que procurase que los daños provocados en superficie, tanto en las edificaciones como en el medio ambiente, fueran los menores posibles, estableciendo los medios de protección adecuados.

4.9 Conclusión final

4.9.1 *Premisa básica*

La comparación llevada a cabo en cualquier zona afectada por la Subsidencia de la actividad minera en distintos periodos de tiempo es harto difícil y, más aun, cuando ni se dispone de fotos que guarden relación entre los mismos. Además, la metodología seguida y el modo de trabajo, como se ha podido comprobar en esta Tesis Doctoral, pueden llegar a ser muy dispares. Por eso, se recomienda, se aconseja, la elaboración de una propuesta sistemática a la hora de acometer este tipo de estudios.

4.9.2 Propuesta de metodología para cualquier actuación relacionada con cualquier tipo de actividad que afecta a la superficie del terreno y aquello que se asienta sobre el mismo

1. Consideración general:

Toda actividad que conlleve desmonte/terraplén u obras subterráneas/túneles, minería subterránea y minería a cielo abierto.

Se propone un estudio mediante programas informáticos que permitan discretizar el terreno, tales como programas de elementos finitos – ANSIS – o bien de diferencia finitas – FLAC-.

En cualquiera de los dos casos lo que se busca es establecer las condiciones de equilibrio con la precisión que se establezca del material discretizado.

2. Plan:

- a) Situación geográfica y topografía del terreno.
- b) Identificación de las acciones a considerar en la zona de estudio de acuerdo a la normativa vigente, prestando especial atención al grado de sismicidad de la zona.
- c) Estudio de:
 - Tipo de vegetación.
 - Cauces fluviales (ríos y arroyos).
 - Fuentes superficiales.
 - Sondeos.
 - Construcciones.
- d) Construcciones:
 - d.1) Tipos de forjado:
 - Forjados reticulares.
 - Forjados unidireccionales:
 - Viguetas semirresistentes (hor. armado y pretensado).
 - Viguetas autorresistentes (hor. armado y pretensado).
 - De madera.
 - d.2) Tipos de pilares:
 - Metálicos.
 - Hormigón.
 - Madera.
 - d.3) Material aligerante forjados (bovedillas):
 - Cerámica.
 - Hormigón vibrocompactado.
 - Poliestireno expandido (EPS).
 - d.4) Tipos de cubierta:
 - Forjado de hormigón (armado o pretensado).
 - Forjado metálico.
 - Forjado de madera.
 - Cubrición: cerámica (teja árabe o teja plana), chapa o hormigón (teja plana).
 - d.5) Tipos de cerramientos:

- Cerámico (fábrica de ladrillo): material de unión (argamasa de cal/conglomerante aéreo o cemento/conglomerante hidráulico).
- Adobe.
- Tapial.
- Pétreo: material de unión (argamasa de cal/conglomerante aéreo o cemento/conglomerante hidráulico).
- Bloque de hormigón vibrocompactado.

3. Estudio de los daños:

- a) En superficie: pueden afectar a cauces, fuentes, etc.
- b) En las construcciones:
 - Tipos de fisuras:
 - Retracción.
 - Deformación.
 - Tipos de grietas:
 - Posición/Situación.
 - Inclinación.
 - Tamaño abertura.
 - Aspecto de los labios de las grietas.
 - Tipo de cimentación:
 - Superficiales.
 - Profundas.

Las fisuras no siempre se asocian con las patologías, en cambio, las grietas sí (tamaño fisura < tamaño grieta).

- Si los labios de la grieta están limpios: grieta reciente.
- Si los labios de la grieta tienen polvo: grieta con tiempo.

4. Cuantificación de los daños:

Que los daños comporten el riesgo de ruina/colapso o no.

- Daños materiales moderados (costes) en la construcción.
- Daños materiales importantes (costes) en la construcción.
- Daños con riesgos de vidas humanas.

5. Plan de actuación:

- a) Cimentación: como norma general suele ser aconsejable reforzar "cimentación paralela" si es posible por bataches de 1.50 metros y profundidad entre 1.80/2 metros. La nueva cimentación debe estar separada de la actual por madera o EPS en una distancia aproximada de 1-2 cm. O bien, realizar cimentación profunda (pilotes "in situ") cuando no se pueda transmitir vibraciones a la estructura.
- b) Cubiertas: si fuera necesario realizar zunchado perimetral en la cubierta.
- c) Pilares: si hay pilares de refuerzo.

d) Muros portantes: si hay muros portantes, suele ser conveniente un cosido perimetral en las zonas de las grietas.

6. Medidas electrónicas:

Siendo indispensable la colocación de testigos para la medida de las deformaciones en los edificios afectados y, realizándose habitualmente, mediante la colocación de testigos de vidrio o de escayola sería aconsejable y en las circunstancias más exigentes indispensable la lectura de deformaciones de manera continuada mediante sistemas electrónicos de medida y almacenamiento de las mismas en sistemas informáticos que permitan un posterior análisis de la evolución de las mismas.

ANEXOS:

1. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura nº 1: (Página 21) Área de influencia.

Figura nº 2: (Página 24) Formación de la Cubeta. Hundimientos (N.C.B.).

Figura nº 3: (Página 25) Formación de la Cubeta. Contracciones y extensiones (N.C.B.).

Figura nº 4: (Página 27) Formación de la Cubeta. Hundimientos y Gradiente de hundimiento.

Figura nº 5: (Página 29) Área de influencia.

Figura nº 6: (Página 29) Zona de influencia.

Figura nº 7: (Página 36) Método de los rayos proyectivos.

Figura nº 8: (Página 39) Ley de asientos propuesta por Peck y relación entre la profundidad relativa y el punto de inflexión. (Congreso Internacional de Mecánica del suelo en el año 1969, Méjico).

Figura nº 9: (Página 40) Tipos de solicitaciones y deformaciones características de un edificio debidas a los movimientos del suelo. (Boscardin et al., 1978 / Attewell., 1977).

Figura nº 10: (Página 45) Movimiento y deformación de una estructura cuando una explotación pasa bajo ella (N.C.B.).

Figura nº 11: (Página 46) Alteraciones que sufre, en posición y pendiente, un edificio cuando un tajo pasa bajo el.

Figura nº 12: (Página 48) Efecto de una cimentación flotante sobre la estabilidad de un edificio (Modelo de Neuhaus) (N.C.B.).

Figura nº 13: (Página 49) Efecto de la deformación sobre una puerta de entrada (Modelo de Neuhaus) (N.C.B.).

Figura nº 14: (Página 50) Posiciones de máximo movimiento o deformación del terreno sobre un tajo situado a una profundidad H (N.C.B.).

Figura nº 15: (Página 53) Relación del daño con la longitud de la estructura y la deformación horizontal del terreno (N.C.B.).

Figura nº 16: (Página 55) Esquema longitudinal de la cubeta de asientos (Oteo, 1984).

Figura nº 17: (Página 56) Cubeta de asientos (Oteo, 1984).

Figura nº 18: (Página 57) Parámetros de daño en las estructuras.

Figura nº 19: (Página 59) Cubeta de asientos provocada por la excavación de un túnel.

Figura nº 20: (Página 64) Configuraciones que maximizan deformaciones y daños estructurales. (U.S. BUREAU OF MINES).

Figura nº 21: (Página 66) Profundidad crítica de las explotaciones (U.S. BUREAU OF MINES).

Figura nº 22: (Página 68) Tamaño de pilares cuadrados (N.C.B.).

Figura nº 23: (Página 70) Avance rápido en áreas críticas (N.C.B.).

Figura nº 24: (Página 79) Tipos de inyección "por presión" (Mitchell, 1981).

Figura nº 25: (Página 80) Jet – Grouting.

Figura nº 26: (Página 84) Instrumentación de túnel.

Figura nº 27: (Página 85) Medida de convergencias.

Figura nº 28: (Página 85) Instrumentación en túnel convencional.

Figura nº 29: (Página 87) Instrumentación en túnel circular.

Figura nº 30: (Página 88) Instrumentación en estación.

Figura nº 31: (Página 248) Identificación de las edificaciones nº 40, 41 y 43.

2. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla nº 1: (Página 52) Clasificación de la National Coal Board para perjuicios por hundimiento minero.

Tabla nº 2: (Página 71) Movimientos del terreno permisibles (Distrito de Donetz, U.R.S.S.).

Tabla nº 3: (Página 72) Clasificación de los edificios por altura.

Tabla nº 4: (Página 73) Criterios provisionales de daños (Bjerrum, 1963).

Tabla nº 5: (Página 74) Clasificación del National Coal Board (1975) de daño por Subsistencia.

Tabla nº 6: (Página 75) Clasificación de deformaciones permisibles del ministerio polaco de minas y energía (Ochab, 1961).

Tabla nº 7: (Página 76) Asentamientos límite.

Tabla nº 8: (Página 104) Edificio nº 1.

Tabla nº 9: (Página 108) Edificio nº 2.

Tabla nº 10: (Página 112) Edificio nº 3.

Tabla nº 11: (Página 114) Edificio nº 4.

Tabla nº 12: (Página 123) Edificio nº 5.

Tabla nº 13: (Página 130) Edificio nº 6.

Tabla nº 14: (Página 133) Edificio nº 7.

Tabla nº 15: (Página 142) Edificio nº 8.

Tabla nº 16: (Página 149) Edificio nº 9.

Tabla nº 17: (Página 152) Edificio nº 10.

Tabla nº 18: (Página 153) Edificio nº 11.

Tabla nº 19: (Página 155) Edificio nº 12.

Tabla nº 20: (Página 157) Edificio nº 13.

Tabla nº 21: (Página 159) Edificio nº 14.

Tabla nº 22: (Página 161) Edificio nº 15.

Tabla nº 23: (Página 163) Edificio nº 16.

Tabla nº 24: (Página 166) Edificio nº 17.

Tabla nº 25: (Página 169) Edificio nº 18.

Tabla nº 26: (Página 172) Edificio nº 19.

Tabla nº 27: (Página 177) Edificio nº 20.

Tabla nº 28: (Página 180) Edificio nº 21.

Tabla nº 29: (Página 183) Edificio nº 22.

Tabla nº 30: (Página 187) Edificio nº 23.

Tabla nº 31: (Página 190) Edificio nº 24.

Tabla nº 32: (Página 192) Edificio nº 25.

Tabla nº 33: (Página 194) Edificio nº 26.

Tabla nº 34: (Página 200) Edificio nº 27.

Tabla nº 35: (Página 205) Edificio nº 28.

Tabla nº 36: (Página 206) Edificio nº 29.

Tabla nº 37: (Página 209) Edificio nº 30.

Tabla nº 38: (Página 211) Edificio nº 31.

Tabla nº 39: (Página 213) Edificio nº 32.

Tabla nº 40: (Página 216) Edificio nº 33.

Tabla nº 41: (Página 220) Edificio nº 34.

Tabla nº 42: (Página 222) Edificio nº 35.

Tabla nº 43: (Página 223) Edificio nº 36.

Tabla nº 44: (Página 226) Edificio nº 37.

Tabla nº 45: (Página 231) Edificio nº 38.

Tabla nº 46: (Página 236) Edificio nº 39.

Tabla nº 47: (Página 239) Edificio nº 40.

Tabla nº 48: (Página 241) Edificio nº 41.

Tabla nº 49: (Página 244) Edificio nº 42.

Tabla nº 50: (Página 246) Edificio nº 43.

Tabla nº 51: (Página 249) Edificio nº 44.

Tabla nº 52: (Página 254) Edificio nº 45.

Tabla nº 53: (Página 258) Edificio nº 46.

Tabla nº 54: (Página 261) Edificio nº 47.

Tabla nº 55: (Página 264) Edificio nº 48.

Tabla nº 56: (Página 265) Edificio nº 49.

Tabla nº 57: (Página 268) Edificio nº 50.

Tabla nº 58: (Página 272) Edificio nº 51.

Tabla nº 59: (Página 273) Edificio nº 52.

Tabla nº 60: (Página 277) Edificio nº 53.

Tabla nº 61: (Página 284) Edificio nº 54.

Tabla nº 62: (Página 286) Edificio nº 55.

Tabla nº 63: (Página 295) Edificio nº 56.

Tabla nº 64: (Página 297) Edificio nº 57.

Tabla nº 65: (Página 299) Edificio nº 58.

Tabla nº 66: (Página 304) Edificio nº 59.

Tabla nº 67: (Página 308) Edificio nº 60.

Tabla nº 68: (Página 310) Edificio nº 61.

Tabla nº 69: (Página 313) Edificio nº 62.

Tabla nº 70: (Página 315) Edificio nº 63

Tabla nº 71: (Página 317) Edificio nº 64.

Tabla nº 72: (Página 320) Edificio nº 65.

Tabla nº 73: (Página 327) Edificio nº 66.

Tabla nº 74: (Página 329) Edificio nº 67.

Tabla nº 75: (Página 330) Edificio nº 68.

Tabla nº 76: (Página 334) Edificio nº 69.

Tabla nº 77: (Página 337) Edificio nº 70.

Tabla nº 78: (Página 340) Edificio nº 71.

Tabla nº 79: (Página 343) Edificio nº 72.

Tabla nº 80: (Página 345) Edificio nº 73.

Tabla nº 81: (Página 348) Edificio nº 74.

Tabla nº 82: (Página 349) Edificio nº 75.

Tabla nº 83: (Página 354) Edificio nº 76.

Tabla nº 84: (Página 357) Edificio nº 77.

Tabla nº 85: (Página 359) Edificio nº 78.

Tabla nº 86: (Página 360) Edificio nº 79.

Tabla nº 87: (Página 362) Edificio nº 80.

Tabla nº 88: (Página 364) Edificio nº 81.

Tabla nº 89: (Página 366) Edificio nº 82.

Tabla nº 90: (Página 368) Edificio nº 83.

Tabla nº 91: (Página 373) Edificio nº 84.

Tabla nº 92: (Página 376) Edificio nº 85.

Tabla nº 93: (Página 380) Edificio nº 86.

Tabla nº 94: (Página 383) Edificio nº 87.

Tabla nº 95: (Página 386) Edificio nº 88.

Tabla nº 96: (Página 387) Edificio nº 89.

Tabla nº 97: (Página 390) Edificio nº 90.

Tabla nº 98: (Página 393) Edificio nº 91.

Tabla nº 99: (Página 396) Edificio nº 92.

Tabla nº 100: (Página 397) Edificio nº 93.

Tabla nº 101: (Página 398) Edificio nº 94.

Tabla nº 102: (Página 405) Edificio Langre - 1.

Tabla nº 103: (Página 409) Edificio Langre - 1 BIS.

Tabla nº 104: (Página 413) Edificio Langre - 2.

Tabla nº 105: (Página 417) Edificio Langre - 3.

Tabla nº 106: (Página 424) Edificio Langre - 3 BIS.

Tabla nº 107: (Página 427) Edificio Langre - 3 TER.

Tabla nº 108: (Página 430) Edificio Langre - 4.

Tabla nº 109: (Página 433) Edificio Langre - 5.

Tabla nº 110: (Página 436) Edificio Langre - 6.

Tabla nº 111: (Página 441) Edificio Langre - 7.

Tabla nº 112: (Página 444) Edificio Langre - 8.

Tabla nº 113: (Página 448) Edificio Langre - 9.

Tabla nº 114: (Página 452) Edificio Langre - 10.

Tabla nº 115: (Página 455) Edificio Langre - 11.

Tabla nº 116: (Página 458) Edificio Langre - 12.

Tabla nº 117: (Página 461) Edificio Langre - 13.

Tabla nº 118: (Página 469) Edificio Langre - ABREVADERO.

Tabla nº 119: (Página 471) Edificio Langre - CAMINO ESCUELA.

Tabla nº 120: (Página 472) Edificio Langre - 13 BIS.

Tabla nº 121: (Página 476) Edificio Langre - 14.

Tabla nº 122: (Página 480) Edificio Langre - 15.

Tabla nº 123: (Página 487) Edificio Langre - 16.

Tabla nº 124: (Página 492) Edificio Langre - 17.

Tabla nº 125: (Página 496) Edificio Langre - 18.

Tabla nº 126: (Página 500) Edificio Langre - IGLESIA.

Tabla nº 127: (Página 514) Edificio Langre - CANCHA.

Tabla nº 128: (Página 517) Edificio Langre - CAMINO 1.

Tabla nº 129: (Página 520) Edificio Langre - CAMINO 2.

Tabla nº 130: (Página 523) Edificio Langre - 201.

Tabla nº 131: (Página 529) Edificio Langre - 202.

Tabla nº 132: (Página 534) Edificio Langre - 202-1.

Tabla nº 133: (Página 537) Edificio Langre - 202-2.

Tabla nº 134: (Página 540) Edificio Langre - 202-3.

Tabla nº 135: (Página 543) Edificio Langre - 203.

Tabla nº 136: (Página 548) Edificio Langre - 204.

Tabla nº 137: (Página 552) Edificio Langre - 205.

Tabla nº 138: (Página 557) Edificio Langre - 206.

Tabla nº 139: (Página 560) Edificio Langre - 207.

Tabla nº 140: (Página 562) Edificio Langre - 208.

Tabla nº 141: (Página 566) Edificio Langre - 209.

Tabla nº 142: (Página 568) Edificio Langre - 210.

Tabla nº 143: (Página 573) Edificio Langre - 211.

Tabla nº 144: (Página 576) Edificio Langre - 212.

Tabla nº 145: (Página 581) Edificio Langre - 213.

Tabla nº 146: (Página 583) Edificio Langre - 214.

Tabla nº 147: (Página 586) Edificio Langre - 215.

Tabla nº 148: (Página 589) Edificio Langre - 216.

Tabla nº 149: (Página 595) Edificio Langre - 217.

Tabla nº 150: (Página 599) Edificio Langre - 218.

Tabla nº 151: (Página 601) Edificio Langre - 301.

Tabla nº 152: (Página 603) Edificio Langre - 302.

Tabla nº 153: (Página 606) Edificio Langre - 303.

Tabla nº 154: (Página 608) Edificio Langre - 304.

Tabla nº 155: (Página 610) Edificio Langre - 305 y 306.

Tabla nº 156: (Página 613) Edificio Langre - 317.

Tabla nº 157: (Página 615) Edificio Langre - 325.

Tabla nº 158: (Página 619) Resultado de medidas del control de grietas del año 1995.

Tabla nº 159: (Página 675) Zona 3: Norte. Edificio nº nuevo/Edificio Langre – NUEVO.

3. ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación (a): (Página 20) Dumont, en el año 1871, estableció la primera fórmula que permitiría obtener el hundimiento w generado sobre el centro de un panel de carbón explotado.

$$w = m \cos \alpha$$

Ecuación (b): (Página 20) En torno al año 1895, se definieron dos factores empíricos y se pudo determinar el daño proporcional originado por dos explotaciones próximas.

$$w = amz$$

Ecuación (c): (Página 22) En el año 1925, Keinhorst, planteó un método denominado de integración por recintos, tuvo en consideración por primera vez que el fenómeno de la Subsistencia no sólo dependía del volumen del área extraída sino que también había que tener en cuenta la posición relativa de los puntos de la superficie respecto a la explotación.

$$W = -km\tau(t)(0,66 \cdot e_i + 0,34 \cdot e_o) = -s_m\tau(t)(0,66 \cdot e_i + 0,34e_o)$$

Ecuación (d): (Página 23) En el año 1931, el investigador Kolmogoroff propone una nueva relación entre el tiempo y la Subsistencia.

$$w(t) = V \cdot w'(x)$$

Ecuación (e): (Página 25) En el año 1940, Aviershin, introduce una nueva expresión para determinar la velocidad de Subsistencia en explotaciones mineras.

$$w(t) = a \cdot \exp(bt^c)$$

Ecuación (f): (Página 26) En el año 1942, Adamek y Jeran, se dieron cuenta que no podía suponerse constante el coeficiente de Subsistencia a lo largo de todo un panel, ya que las características que definían a los materiales situados por encima del panel no eran, evidentemente, las mismas. De aquí surgió la necesidad de definir un nuevo concepto en su método de precálculo, el coeficiente de Subsistencia variable.

$$k_i = - \frac{w_i}{m \cdot e_i}$$

Ecuación (g): (Página 28) En el año 1947, se produjo una importante aportación para la obtención de la ley de tracciones por Aviershin, que relacionaba la distribución de desplazamientos verticales y horizontales.

$$u(x', y') = K * \frac{dw}{dx'}$$

Ecuación (h): (Página 28) En una memoria publicada en el año 1705, James Bernoulli sugiere en su hipótesis la siguiente relación entre la deformación horizontal, ε_x , y la curvatura.

$$\varepsilon_x = \frac{du}{dx} = K * \frac{d^2w}{dx^2}$$

Ecuación (i): (Página 28) En el año 1948, Perz define el valor de la Subsistencia en función del tiempo.

$$w(t) = \int_0^{x_l=Vt} z(t)w'(x)dx$$

Ecuación (j): (Página 30) En el año 1951, Salustowicz plantea una nueva expresión para la velocidad de la Subsistencia, la premisa más importante se asienta en la idea de que la Subsistencia final w^f sea constante.

$$w(t) = c[w^f - w(t)]$$

Ecuación (k): (Página 30) Knothe en el año 1953, partiendo de la Ecuación de Salustowicz, propone que el valor de la Subsistencia final varía con el tiempo.

$$w(t) = c[w^f(t) - w(t)]$$

Ecuación (l): (Página 31) En el año 1961, Maassen se plantea por primera vez el cálculo analítico de los distintos parámetros incluidos en la función de influencia. Para ello se apoyó en la siguiente función de influencia.

$$dw = ce^{-\frac{x^2+y^2}{2k^2}} dx dy$$

Ecuación (m): (Página 32) Posiblemente, la línea de investigación que mejor define el método de la función de influencia fue realizado en el año 1963 por Daunesse y Rambaud.

$$\begin{aligned} u(x') &= u_m G(x') \\ w(x') &= -s_m F(x') \end{aligned}$$

Ecuación (n): (Página 32) Aquí las funciones $F(x')$ y $G(x')$ son consideradas como las funciones de perfil. Los investigadores establecieron también que, en general para el caso tridimensional, los desplazamientos podían ser expresados como:

$$\begin{aligned} u(x', y') &= u_m \int_{A^*} g(p) dA^* \\ w(x', y') &= -s_m \int_{A^*} f(p) dA^* \end{aligned}$$

Ecuación (ñ): (Página 32) Las funciones $f(\rho)$ y $g(\rho)$ son denominadas funciones de influencia, y están estrechamente relacionadas con las funciones $F(\rho)$ y $G(\rho)$.

$$\begin{aligned} G(x') &= \int_{-\infty}^0 (x' - \xi) \int_{-\infty}^{\infty} \frac{g(\psi)}{\psi} d\eta' d\xi' \\ F(x') &= \int_{-\infty}^0 \int_{-\infty}^{\infty} f(\psi) d\eta' d\xi' \end{aligned}$$

Ecuación (o): (Página 33) Martos, en el año 1967 propone una nueva función de tiempo.

$$z(t) = 1 - \exp^{(-bt^2)}$$

Ecuación (p): (Página 37) En el año 1972 Trojanowski introduce un nuevo factor de tiempo.

$$w(t) = c(t) \left[w^f(t) - w(t) \right]$$

Ecuación (q): (Página 37) Sroka y Schober haciendo uso del método de la función de influencia propuesto por Knothe, consiguieron determinar una solución específica en el tiempo para un panel rectangular con avance en uno de sus lados.

$$\Delta M(t) = a \Delta V \left[1 + \frac{\xi}{c - \xi} \exp^{(-ct)} - \frac{c}{c - \xi} \exp^{(-\xi t)} \right]$$

Ecuación (r): (Página 55) Asiento máximo túneles.

$$S_{m\acute{a}x} = a + b + c$$

Ecuación (s): (Página 57) Distorsión angular. Parámetro de daño en las estructuras.

$$W = \frac{d_{svA} - d_{svB}}{I^{AB}}$$

Ecuación (t): (Página 57) Índice de curvatura. Parámetro de daño en las estructuras.

$$I_{\Delta} = \frac{\Delta_{CD}}{I_{CD}}$$

Ecuación (u): (Página 58) La distancia, i , desde el eje del túnel al punto de inflexión de la cubeta es directamente proporcional a la profundidad del túnel. Método semiempírico de Madrid.

$$i = CZ_0$$

Ecuación (v): (Página 58) El asiento máximo, $S_{m\acute{a}x}$, en función de V_s e i . Método semiempírico de Madrid.

$$S_{m\acute{a}x} = \frac{V_s}{2,5i} = \frac{(V_s / V_0)V_0}{2,5i} = \frac{(V_s / V_0)V_0}{2,5CZ_0}$$

Ecuación (w): (Página 58) Desplazamiento lateral, $U_{m\acute{a}x}$, que se produce a una distancia i del túnel. Método semiempírico de Madrid.

$$U_{m\acute{a}x} = -0,607 \frac{S_{m\acute{a}x}i}{Z_0} = -0,607 S_{m\acute{a}x} C$$

Ecuación (x): (Página 59) La máxima distorsión angular, $\delta_{m\acute{a}x}$, está directamente relacionada con los daños que se producen a la distancia i del eje del túnel. Método semiempírico de Madrid.

$$\delta_{m\acute{a}x} = \frac{S_{m\acute{a}x}}{i} = \frac{S_{m\acute{a}x}}{CZ_0}$$

Ecuación (y): (Página 59) La máxima extensión angular, $\epsilon_{x\ m\acute{a}x}$, se produce a una distancia $\sqrt{3}xi$ del eje del túnel. Método semiempírico de Madrid.

$$\epsilon_{xm\acute{a}x} = \frac{0,446S_{m\acute{a}x}}{Z_0}$$

Ecuación (z): (Página 59) La forma de la curva de Gauss de asientos sigue la siguiente expresión. Método semiempírico de Madrid.

$$S(x) = S_{m\acute{a}x} e^{-\frac{x^2}{2i^2}}$$

4. ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía nº 1: (Página 104) Edificio nº 1. Detalle de la fachada donde se observan reparaciones.

Fotografía nº 2: (Página 105) Edificio nº 1. Fragmento de las fachadas O y S en la que se aprecia la construcción que le fue adosada.

Fotografía nº 3: (Página 105) Edificio nº 1. Fragmento de la fachada E en la que se aprecia las reparaciones previas al año de estudio sobre los muros de mampostería agrietada

Fotografía nº 4: (Página 106) Edificio nº 1. Se aprecian pequeñas grietas a ambos lados de la puerta en la fachada NE.

Fotografía nº 5: (Página 106) Edificio nº 1. Detalle de la fachada O en el que se aprecian grietas verticales de enlucido.

Fotografía nº 6: (Página 107) Edificio nº 1. Detalle de la puerta de la fachada S donde se aprecian grietas de despegue entre los bloques y abertura junto a la puerta, así como en la viga de hormigón.

Fotografía nº 7: (Página 108) Edificio nº 2. Fachada SO de la edificación.

Fotografía nº 8: (Página 109) Edificio nº 2. Puerta de acceso al almacén-garaje donde se aprecia levantamiento del piso en la esquina interior derecha que impedía el cierre.

Fotografía nº 9: (Página 109) Edificio nº 2. Detalle del lado derecho de la puerta de acceso.

Fotografía nº 10: (Página 110) Edificio nº 2. Bloque de hormigón roto en la fachada E.

Fotografía nº 11: (Página 110) Edificio nº 2. Detalle del dintel de la puerta, por su lado derecho, en el que se observa que se picó la viga para poner la bisagra.

Fotografía nº 12: (Página 111) Edificio nº 2. Pared E del interior donde en el extremo derecho aparece el quicio de la puerta de acceso.

Fotografía nº 13: (Página 112) Edificio nº 3. Fachada E en la que se observan grietas verticales que recorren prácticamente toda la fachada. Se ve un boquete. Se aprecia también el desplazamiento de los peldaños de la escalera así como desperfectos en el tejado.

Fotografía nº 14: (Página 113) Edificio nº 3. Detalle del dintel de la puerta O de la fachada S donde se observan las piedras partidas.

Fotografía nº 15: (Página 113) Edificio nº 3. Detalle de la fachada E en el que se puede apreciar una grieta vertical entre las piedras y un agujero producido como consecuencia de la caída de piedras.

Fotografía nº 16: (Página 114) Edificio nº 4. Cancela de acceso al patio por el lado S donde se aprecia un desnivel entre las dos hojas.

Fotografía nº 17: (Página 115) Edificio nº 4. Cancela de acceso al patio dese el N donde se aprecia un desnivel entre las dos hojas.

Fotografía nº 18: (Página 115) Edificio nº 4. Grietas visibles en el banco de la fachada S.

Fotografía nº 19: (Página 116) Edificio nº 4. Grietas existentes en muros cerca de la cancela de acceso al patio.

Fotografía nº 20: (Página 116) Edificio nº 4. Grietas existentes en la fachada O.

Fotografía nº 21: (Página 117) Edificio nº 4. Grietas verticales en la fachada N junto al garaje.

Fotografía nº 22: (Página 117) Edificio nº 4. Macetero situado delante de la fachada NE en el que se observa una grieta que lo atraviesa y que afecta a la solera del patio.

Fotografía nº 23: (Página 118) Edificio nº 4. Detalle de la fachada NE.

Fotografía nº 24: (Página 118) Edificio nº 4. Grietas horizontales de 5-6 mm de abertura en la fachada SO.

Fotografía nº 25: (Página 119) Edificio nº 4. Vista del piso del balcón.

Fotografía nº 26: (Página 119) Edificio nº 4. Grietas en viga de hormigón de la parte baja de la edificación.

Fotografía nº 27: (Página 120) Edificio nº 4. Grieta en la pared en una de las estancias de la vivienda.

Fotografía nº 28: (Página 120) Edificio nº 4. Desperfectos existentes en azulejos.

Fotografía nº 29: (Página 121) Edificio nº 4. Grieta existente en el suelo de la planta baja.

Fotografía nº 30: (Página 121) Edificio nº 4. Grietas en la edificación.

Fotografía nº 31: (Página 122) Edificio nº 4. Grieta en la viga de hormigón del edificio destinado a la cocina.

Fotografía nº 32: (Página 123) Edificio nº 5. Se observa la existencia de varias grietas en la fachada N que afectan a las ventanas del piso superior así como otra situada a la izquierda de la ventana inferior.

Fotografía nº 33: (Página 124) Edificio nº 5. Aparece una grieta irregular en el enlucido de la esquina E de la fachada N de abertura < 1 mm y más de 1 m de longitud.

Fotografía nº 34: (Página 124) Edificio nº 5. En la fachada S se observan varias grietas de hasta 1 mm de abertura.

Fotografía nº 35: (Página 125) Edificio nº 5. Grietas en peldaños de la escalera de acceso a la vivienda.

Fotografía nº 36: (Página 125) Edificio nº 5. Grietas existente en el suelo delante de la puerta de acceso a la vivienda.

Fotografía nº 37: (Página 126) Edificio nº 5. Grietas azulejos del cuarto de baño.

Fotografía nº 38: (Página 126) Edificio nº 5. Grietas existente en el techo de una de las habitaciones.

Fotografía nº 39: (Página 127) Edificio nº 5. Abertura en el suelo de una de las habitaciones.

Fotografía nº 40: (Página 127) Edificio nº 5. Grieta en el techo de una de las estancias.

Fotografía nº 41: (Página 128) Edificio nº 5. Desperfectos en techo de la cocina.

Fotografía nº 42: (Página 128) Edificio nº 5. Grietas en azulejos situados encima de la puerta de la cocina.

Fotografía nº 43: (Página 129) Edificio nº 5. Puerta del establo.

Fotografía nº 44: (Página 129) Edificio nº 5. Fachada N del establo.

Fotografía nº 45: (Página 130) Edificio nº 6. Grietas visibles en la fachada O.

Fotografía nº 46: (Página 131) Edificio nº 6. Aspecto parcial de la fachada S.

Fotografía nº 47: (Página 131) Edificio nº 6. Grietas visibles en la fachada N.

Fotografía nº 48: (Página 132) Edificio nº 6. Aspecto parcial de la fachada S.

Fotografía nº 49: (Página 133) Edificio nº 7. Fachada S.

Fotografía nº 50: (Página 134) Edificio nº 7. Grieta vertical en la fachada S.

Fotografía nº 51: (Página 134) Edificio nº 7. Grieta en la fachada S.

Fotografía nº 52: (Página 135) Edificio nº 7. Grieta en la fachada S.

Fotografía nº 53: (Página 135) Edificio nº 7. Aspecto parcial de la fachada N donde existen varias grietas que afectan al entorno de puertas y ventanas.

Fotografía nº 54: (Página 136) Edificio nº 7. Grieta encima de la ventana en la fachada N.

Fotografía nº 55: (Página 136) Edificio nº 7. Grieta encima de la ventana en la fachada N.

Fotografía nº 56: (Página 137) Edificio nº 7. Puerta de acceso a la vivienda.

Fotografía nº 57: (Página 137) Edificio nº 7. Grieta horizontal en pared de la escalera de acceso a la vivienda.

Fotografía nº 58: (Página 138) Edificio nº 7. Grieta de 2-3 mm de abertura existente en el techo de las habitaciones.

Fotografía nº 59: (Página 138) Edificio nº 7. Grieta en el marco de la ventana del salón.

Fotografía nº 60: (Página 139) Edificio nº 7. Grietas en una de las estancias.

Fotografía nº 61: (Página 139) Edificio nº 7. Pequeñas grietas en una de las vigas de la planta baja.

Fotografía nº 62: (Página 140) Edificio nº 7. Grietas en el suelo de la planta baja.

Fotografía nº 63: (Página 140) Edificio nº 7. Rajas en las vigas de las cerchas de madera del tejado.

Fotografía nº 64: (Página 141) Edificio nº 7. Cercha de madera que sostiene el tejado. La viga de madera tiene una raja longitudinal y que la cercha tiene una luz considerable.

Fotografía nº 65: (Página 142) Edificio nº 8. Fachada E.

Fotografía nº 66: (Página 143) Edificio nº 8. Fachada S.

Fotografía nº 67: (Página 143) Edificio nº 8. Detalles de fachada NE donde se aprecia una grieta vertical de varios cm de abertura en algunas zonas.

Fotografía nº 68: (Página 144) Edificio nº 8. Detalles de fachada S en el que se distingue una grieta vertical < 1 mm en el enlucido.

Fotografía nº 69: (Página 144) Edificio nº 8. Detalles de fachada S en el que se distingue una pequeña grieta bajo el alero del tejado.

Fotografía nº 70: (Página 145) Edificio nº 8. Detalles de la ventana de la planta baja de la fachada E en el que se aprecian grietas horizontales y verticales que afectan al enlucido que hay entre piedras.

Fotografía nº 71: (Página 145) Edificio nº 8. Grietas de 2-3 mm de abertura en la pared de la despensa.

Fotografía nº 72: (Página 146) Edificio nº 8. Desperfectos en el techo del pasillo.

Fotografía nº 73: (Página 146) Edificio nº 8. Azulejos levantados en la terraza.

Fotografía nº 74: (Página 147) Edificio nº 8. Grieta vertical en la columna generada por la separación del muro de la despensa.

Fotografía nº 75: (Página 147) Edificio nº 8. Grietas en los azulejos del cuarto de baño.

Fotografía nº 76: (Página 148) Edificio nº 8. Grieta vertical de abertura milimétrica en uno de los cuartos.

Fotografía nº 77: (Página 149) Edificio nº 9. Fachada N en la que se aprecian reparaciones.

Fotografía nº 78: (Página 150) Edificio nº 9. Separación de los muros de carga.

Fotografía nº 79: (Página 150) Edificio nº 9. Fachada S.

Fotografía nº 80: (Página 151) Edificio nº 9. Grieta vertical que parte de la viga.

Fotografía nº 81: (Página 151) Edificio nº 9. Grieta vertical en la pared que hay en uno de los cuartos.

Fotografía nº 82: (Página 152) Edificio nº 10. Despegue de la columna en la esquina NO de los muros de bloques.

Fotografía nº 83: (Página 153) Edificio nº 11. Se observa una grieta que une las ventanas inferior y superior, así como otra horizontal en mitad de la fachada SO.

Fotografía nº 84: (Página 154) Edificio nº 11. Grietas en el marco de la puerta debido a la calidad de los materiales.

Fotografía nº 85: (Página 154) Edificio nº 11. Grietas verticales que afectan a las esquinas de la ventana.

Fotografía nº 86: (Página 155) Edificio nº12. Mal estado de conservación de la fachada SE.

Fotografía nº 87: (Página 156) Edificio nº12. Grietas verticales que afectan a las esquinas de la ventana.

Fotografía nº 88: (Página 157) Edificio nº 13. Vista de la fachada SE en la que se aprecia la zona que se añadió a la antigua edificación.

Fotografía nº 89: (Página 158) Edificio nº 13. Se observan dos juntas verticales de varios cm de abertura que recorren la fachada de techo a suelo en la fachada NE.

Fotografía nº 90: (Página 159) Edificio nº 14. Se observa una grieta vertical de ventana a ventana en la fachada NO que transcurre por las juntas de piedra.

Fotografía nº 91: (Página 160) Edificio nº 14. Mal estado de conservación de la fachada NE.

Fotografía nº 92: (Página 161) Edificio nº 15. Varias grietas verticales en la fachada SO

Fotografía nº 93: (Página 162) Edificio nº 15. Varias grietas verticales en la fachada NO.

Fotografía nº 94: (Página 162) Edificio nº 15. Diversas grietas alrededor de la puerta y de la ventana de la fachada SO debido al mal estado de conservación.

Fotografía nº 95: (Página 163) Edificio nº 16. Grietas y mal estado de conservación de la fachada SO.

Fotografía nº 96: (Página 164) Edificio nº 16. Se aprecian nuevas construcciones sobre los muros antiguos.

Fotografía nº 97: (Página 164) Edificio nº 16. Grieta vertical al lado de la ventana de la fachada SE.

Fotografía nº 98: (Página 165) Edificio nº 16. Grieta vertical en la estancia interior.

Fotografía nº 99: (Página 165) Edificio nº 16. Grietas verticales de 2-3 mm que recorren las paredes de la estancia interior.

Fotografía nº 100: (Página 166) Edificio nº 17. Aspecto parcial de la fachada NE se observan algunas aberturas verticales y horizontales en el enlucido debidas a la calidad de la construcción.

Fotografía nº 101: (Página 167) Edificio nº 17. Fachada SE en la que aparecen múltiples grietas horizontales y verticales debidas a la construcción.

Fotografía nº 102: (Página 167) Edificio nº 17. Muro que rodea el edificio. Se aprecia una grieta en él que continua en el hormigón de la calle.

Fotografía nº 103: (Página 168) Edificio nº 17. Solera delante de la fachada NE donde se aprecia un asentamiento producido por construcción en dos fases.

Fotografía nº 104: (Página 168) Edificio nº 17. Se observan pequeñas grietas en las proximidades de la esquina en uno de los cuartos.

Fotografía nº 105: (Página 169) Edificio nº 18. Fachada SO en la que se aprecia un regular estado de conservación a lo largo de la unión entre la viga de madera y la parte superior.

Fotografía nº 106: (Página 170) Edificio nº 18. Fachada NE.

Fotografía nº 107: (Página 170) Edificio nº 18. Fachada S en la que se ve una grieta vertical debajo de la ventana, así como la nueva construcción realizada.

Fotografía nº 108: (Página 171) Edificio nº 18. Grieta vertical de varios cm de abertura en la fachada NO.

Fotografía nº 109: (Página 172) Edificio nº 19. Fachada E.

Fotografía nº 110: (Página 173) Edificio nº 19. Fachada S.

Fotografía nº 111: (Página 173) Edificio nº 19. Grieta vertical en la ventana de la fachada E.

Fotografía nº 112: (Página 174) Edificio nº 19. Piedras agrietadas en la esquina de la fachada E.

Fotografía nº 113: (Página 174) Edificio nº 19. Junta abierta de varios cm en la esquina de una de las estancias.

Fotografía nº 114: (Página 175) Edificio nº 19. Grieta en el contacto techo pared y otra grieta a lo largo de la pared de la estancia.

Fotografía nº 115: (Página 175) Edificio nº 19. Detalle de la cocina.

Fotografía nº 116: (Página 176) Edificio nº 19. Grieta de varios mm entre las puertas de las dos estancias.

Fotografía nº 117: (Página 177) Edificio nº 20. Fachadas NE y NO.

Fotografía nº 118: (Página 178) Edificio nº 20. Existencia de asiento diferencial en la escalera de la fachada S que ha provocado un desplazamiento de parte de las piedras.

Fotografía nº 119: (Página 178) Edificio nº 20. Fragmento de la fachada SE en el que se aprecia una importante flecha de la viga de madera del balcón.

Fotografía nº 120: (Página 179) Edificio nº 20. Detalle de la fachada NE en la que se aprecia un agrietamiento sensiblemente vertical en el enlucido.

Fotografía nº 121: (Página 180) Edificio nº 21. Fachada NO.

Fotografía nº 122: (Página 181) Edificio nº 21. Grieta de 45º de inclinación en la fachada SO que transcurre por la unión de piedras del muro.

Fotografía nº 123: (Página 181) Edificio nº 21. Azulejos agrietados en la cocina.

Fotografía nº 124: (Página 182) Edificio nº 21. Azulejos agrietados en la cocina.

Fotografía nº 125: (Página 183) Edificio nº 22. Fachada S.

Fotografía nº 126: (Página 184) Edificio nº 22. Fachada E en la que destacan las reparaciones parciales realizadas con ladrillo. Se aprecian grietas que siguen las uniones de las piedras en las zonas de cambio de materiales de construcción.

Fotografía nº 127: (Página 184) Edificio nº 22. Se distingue una abertura vertical en el contacto de las paredes de la fachada N por diferencias de asentamiento en el terreno.

Fotografía nº 128: (Página 185) Edificio nº 22. El peso de la viga de hormigón ha provocado la grieta vertical observada.

Fotografía nº 129: (Página 185) Edificio nº 22. Grieta vertical en la pared.

Fotografía nº 130: (Página 186) Edificio nº 22. Azulejos agrietados en la cocina.

Fotografía nº 131: (Página 187) Edificio nº 23. Grieta vertical en la columna. Se hace notar el gran canto de la viga de hormigón así como la gran luz que existe entre pilares.

Fotografía nº 132: (Página 188) Edificio nº 23. Grieta vertical a lo largo de la columna de la entrada por hinchamiento de la armadura que se ha oxidado.

Fotografía nº 133: (Página 188) Edificio nº 23. Agujeros en las ventanas.

Fotografía nº 134: (Página 189) Edificio nº 23. Se observan dos grietas, horizontal y vertical, en los contactos pared-pared y pared-techo de unas de las estancias.

Fotografía nº 135: (Página 189) Edificio nº 23. Fisuras verticales en la viga del piso inferior. Dicha viga presenta un flecha importante.

Fotografía nº 136: (Página 190) Edificio nº 24. Grieta vertical, de abertura apreciable, en la proximidad de la puerta de una de las estancias.

Fotografía nº 137: (Página 191) Edificio nº 24. Fachada N en la que se aprecia la nueva construcción adosada, así como algunas reparaciones.

Fotografía nº 138: (Página 192) Edificio nº 25. Fisura vertical en la fachada O.

Fotografía nº 139: (Página 193) Edificio nº 25. Detalle de la fachada O en el que se aprecian pequeñas grietas, en el enlucido, próximas a la esquina inferior derecha de la ventana.

Fotografía nº 140: (Página 193) Edificio nº 25. Fachada O.

Fotografía nº 141: (Página 194) Edificio nº 26. Detalle de la fachada O.

Fotografía nº 142: (Página 195) Edificio nº 26. Se aprecian grietas horizontales y verticales en el enlucido del entorno de la ventana situada en la fachada O.

Fotografía nº 143: (Página 195) Edificio nº 26. Detalle de la fachada S en el que se distinguen una grieta vertical de 1 cm de abertura.

Fotografía nº 144: (Página 196) Edificio nº 26. Fachada S donde se aprecian varias grietas de hasta 2 mm de abertura.

Fotografía nº 145: (Página 196) Edificio nº 26. Detalle de la fachada O en el que se aprecian dos grietas.

Fotografía nº 146: (Página 197) Edificio nº 26. Estado de una puerta de acceso a una de las viviendas.

Fotografía nº 147: (Página 197) Edificio nº 26. Puerta en el patio interior que presenta grietas en las piedras del dintel.

Fotografía nº 148: (Página 198) Edificio nº 26. Puerta situada en el patio interior.

Fotografía nº 149: (Página 198) Edificio nº 26. Grieta situada en la fachada E.

Fotografía nº 150: (Página 199) Edificio nº 26. Fachada S del almacén que presenta en la esquina una importante grieta reparada.

Fotografía nº 151: (Página 200) Edificio nº 27. Fachada S.

Fotografía nº 152: (Página 201) Edificio nº 27. Baldosas agrietadas en el suelo de la vivienda.

Fotografía nº 153: (Página 201) Edificio nº 27. Grietas en el falso techo de una de las estancias.

Fotografía nº 154: (Página 202) Edificio nº 27. Grietas en la pared de una de las estancias.

Fotografía nº 155: (Página 202) Edificio nº 27. Grieta que atraviesa varios azulejos del techo de la cocina.

Fotografía nº 156: (Página 203) Edificio nº 27. Despegue de los bloques de hormigón de la ventana de la bodega.

Fotografía nº 157: (Página 203) Edificio nº 27. Mal estado de conservación de la cuadra.

Fotografía nº 158: (Página 204) Edificio nº 27. Despegues de las juntas de las dos construcciones.

Fotografía nº 159: (Página 205) Edificio nº 28. Gran inclinación de la fachada N.

Fotografía nº 160: (Página 206) Edificio nº 29. Grietas verticales en la fachada E que transcurren principalmente por las uniones de muros y vigas.

Fotografía nº 161: (Página 207) Edificio nº 29. Fachada S. Despegue de las juntas entre muros, así como entre la viga horizontal y muros.

Fotografía nº 162: (Página 207) Edificio nº 29. Grieta de 45º de inclinación que parte de la puerta hasta el techo.

Fotografía nº 163: (Página 208) Edificio nº 29. Grietas verticales y horizontales en las estancias.

Fotografía nº 164: (Página 208) Edificio nº 29. Grieta vertical en una de las estancias.

Fotografía nº 165: (Página 209) Edificio nº 30. Grieta vertical en la fachada S provocadas por asentamiento de muro. Ocasionó daños en la edificación adjunta (Edificio nº 29).

Fotografía nº 166: (Página 210) Edificio nº 30. Detalle de la fachada O en el que se observan las reparaciones realizadas en el muro: cierre de juntas y reparación de parte del mismo.

Fotografía nº 167: (Página 210) Edificio nº 30. Grieta vertical desde el techo hasta el suelo provocada por asentamiento del muro O. Peldaños descolocados en la fachada N.

Fotografía nº 168: (Página 211) Edificio nº 31. Grieta vertical en fachada E.

Fotografía nº 169: (Página 212) Edificio nº 31. Grieta vertical en fachada.

Fotografía nº 170: (Página 213) Edificio nº 32. Grietas horizontales fachada O.

Fotografía nº 171: (Página 214) Edificio nº 32. Grietas fachada E.

Fotografía nº 172: (Página 214) Edificio nº 32. Dos grietas horizontales en la fachada N.

Fotografía nº 173: (Página 215) Edificio nº 32. Grieta vertical en fachada E.

Fotografía nº 174: (Página 216) Edificio nº 33. Grietas en la esquina SO, así como en las fachadas concurrentes.

Fotografía nº 175: (Página 217) Edificio nº 33. Grietas en fachada E.

Fotografía nº 176: (Página 217) Edificio nº 33. Grietas en el suelo del interior del edificio.

Fotografía nº 177: (Página 218) Edificio nº 33. Grieta vertical del techo a la ventana. Y grieta horizontal bajo la misma en la fachada E.

Fotografía nº 178: (Página 218) Edificio nº 33. Grieta horizontal de muy estrecha abertura en fachada E.

Fotografía nº 179: (Página 219) Edificio nº 33. Grieta de aproximadamente 1 cm en el suelo del piso superior.

Fotografía nº 180: (Página 220) Edificio nº 34. Fachada N.

Fotografía nº 181: (Página 221) Edificio nº 34. Fachada O en la que se aprecia un notorio deterioro.

Fotografía nº 182: (Página 221) Edificio nº 34. Fachada S.

Fotografía nº 183: (Página 222) Edificio nº 35. Fachada E.

Fotografía nº 184: (Página 223) Edificio nº 36. Fachada O en la que se observa una grieta en la junta del pilar derecho con el muro de abertura milimétrica.

Fotografía nº 185: (Página 224) Edificio nº 36. Grieta de abertura < 1mm en el extremo O de la fachada N, en la unión de la edificación principal con esta estructura adosada.

Fotografía nº 186: (Página 224) Edificio nº 36. Detalle del pilar de la esquina SE en el que se observan pequeñas grietas verticales y horizontales.

Fotografía nº 187: (Página 225) Edificio nº 36. Grietas que afectan a la ventana N de la fachada E.

Fotografía nº 188: (Página 226) Edificio nº 37. Ventana de la fachada O afectada por grietas con abertura < 2 mm.

Fotografía nº 189: (Página 227) Edificio nº 37. Grietas existentes alrededor de la ventana así como en el resto de la fachada O.

Fotografía nº 190: (Página 227) Edificio nº 37. Grietas verticales y horizontales que afectan a los pilares y vigas de hormigón de la fachada interior.

Fotografía nº 191: (Página 228) Edificio nº 37. Despegues entre el pilar de hormigón y el muro de piedra de la izquierda en el establo nuevo.

Fotografía nº 192: (Página 228) Edificio nº 37. Establo en ruinas adosado por el lado N al edificio.

Fotografía nº 193: (Página 229) Edificio nº 37. Grietas en el pilar izquierdo así como desperfectos subsanados aprovechando muros existentes N en la fachada E.

Fotografía nº 194: (Página 229) Edificio nº 37. Grieta en la pared del salón.

Fotografía nº 195: (Página 230) Edificio nº 37. Azulejos desconchados y agrietados en la cocina.

Fotografía nº 196: (Página 230) Edificio nº 37. Grietas vertical.

Fotografía nº 197: (Página 231) Edificio nº 38. Grietas de abertura < 1 mm bajo la ventana y sobre la puerta.

Fotografía nº 198: (Página 232) Edificio nº 38. Importante grieta horizontal que afecta a la zona E de la fachada S.

Fotografía nº 199: (Página 232) Edificio nº 38. Fachada E.

Fotografía nº 200: (Página 233) Edificio nº 38. Grietas en la fachada interior.

Fotografía nº 201: (Página 233) Edificio nº 38. Grietas vertical junto a la puerta.

Fotografía nº 202: (Página 234) Edificio nº 38. Grietas visible bajo la ventana S de la fachada E.

Fotografía nº 203: (Página 234) Edificio nº 38. Azulejos agrietados en la cocina.

Fotografía nº 204: (Página 235) Edificio nº 38. Importante grieta horizontal en el cuarto de baño.

Fotografía nº 205: (Página 235) Edificio nº 38. Baldosines agrietados.

Fotografía nº 206: (Página 236) Edificio nº 39. Grietas que separan el pilar de los muros en la esquina SO del edificio mayor.

Fotografía nº 207: (Página 237) Edificio nº 39. Lado NE de la edificación menor.

Fotografía nº 208: (Página 237) Edificio nº 39. Grieta vertical en las proximidades del pilar, así como otras de menor abertura en el entorno del alero y la ventana de la esquina NO del mayor edificio.

Fotografía nº 209: (Página 238) Edificio nº 39. Grieta vertical de pequeña abertura situada bajo la ventana de la fachada N del edificio mayor.

Fotografía nº 210: (Página 238) Edificio nº 39. Grietas entre el pilar y los muros de la esquina SE.

Fotografía nº 211: (Página 239) Edificio nº 40. Grietas horizontales y verticales que afectan a toda la fachada, varias de ellas unen las esquinas de puertas y ventanas en esta fachada E.

Fotografía nº 212: (Página 240) Edificio nº 40. En la parte E de la fachada N existen grietas en las uniones madera-enlucido y en la zona derecha que afectan al enlucido, así como desperfectos en la esquina inferior izquierda de la ventana.

Fotografía nº 213: (Página 240) Edificio nº 40. La zona sin enlucir corresponde al hueco dejado por el desplome de la techumbre del establo.

Fotografía nº 214: (Página 241) Edificio nº 41. Fragmentos de la fachada E en la que aparecen números grietas de gran longitud y abertura de orden milimétrica.

Fotografía nº 215: (Página 242) Edificio nº 41. Fragmentos de la fachada E en la que aparecen números grietas de gran longitud y abertura de orden milimétrica.

Fotografía nº 216: (Página 242) Edificio nº 41. Fachada O, correspondiente al establo/pajar, donde destaca una grieta de 45º de inclinación que parte de la abertura superior.

Fotografía nº 217: (Página 243) Edificio nº 41. Varias grietas en las esquinas de puertas y ventanas de la fachada E.

Fotografía nº 218: (Página 244) Edificio nº 42. Grietas visibles en el enlucido existente en la zona superior de la piedra vista de la fachada E.

Fotografía nº 219: (Página 245) Edificio nº 42. Grietas en las uniones entre vigas de hormigón y muros de bloques en la fachada S.

Fotografía nº 220: (Página 245) Edificio nº 42. Grieta vertical de 1 cm de abertura en la unión entre la viga de hormigón y el muro de la fachada S.

Fotografía nº 221: (Página 246) Edificio nº 43. Grietas verticales y horizontales sobre el balcón de la esquina S de la fachada O. Además de desperfectos en el enlucido y en la pared de piedra.

Fotografía nº 222: (Página 247) Edificio nº 43. Fachada O.

Fotografía nº 223: (Página 247) Edificio nº 43. Grieta de la fachada E y mal estado del balcón.

Fotografía nº 224: (Página 248) Edificio nº 43. Vista parcial del patio al que acceden las edificaciones.

Fotografía nº 225: (Página 249) Edificio nº 44. Grietas verticales y horizontales en la fachada O.

Fotografía nº 226: (Página 250) Edificio nº 44. Grietas horizontales cruzadas por otra vertical en la fachada NO.

Fotografía nº 227: (Página 250) Edificio nº 44. Pequeñas grietas horizontales que afectan a la puerta en la fachada S.

Fotografía nº 228: (Página 251) Edificio nº 44. Grieta vertical situada por encima de la ventana en la fachada E. Vista desde el patio interior.

Fotografía nº 229: (Página 251) Edificio nº 44. Grieta vertical y horizontal a media altura en la puerta del piso superior de la fachada E.

Fotografía nº 230: (Página 252) Edificio nº 44. Grietas en la esquina SO.

Fotografía nº 231: (Página 252) Edificio nº 44. Grietas de abertura < 1 mm en techo y pared de una de las estancias.

Fotografía nº 232: (Página 253) Edificio nº 44. Aspecto de una estancia.

Fotografía nº 233: (Página 254) Edificio nº 45. Aberturas de juntas entre los edificios, así como entre pilares y muros de ladrillo, en la fachada O.

Fotografía nº 234: (Página 255) Edificio nº 45. Grietas horizontales en la parte superior de las dos ventanas y ligeros desperfectos en el enlucido de la fachada E.

Fotografía nº 235: (Página 255) Edificio nº 45. Grietas en una estancia.

Fotografía nº 236: (Página 256) Edificio nº 45. Grietas en una estancia.

Fotografía nº 237: (Página 256) Edificio nº 45. Grieta vertical de 2 a 3 mm a lo largo de la esquina de una de las estancias.

Fotografía nº 238: (Página 257) Edificio nº 45. Grieta vertical de aproximadamente 1 mm de abertura en la pared que parte del suelo en una de las estancias.

Fotografía nº 239: (Página 257) Edificio nº 45. Grietas horizontales en el pilar de la planta baja.

Fotografía nº 240: (Página 258) Edificio nº 46. Numerosas grietas así como desprendimiento en el enlucido de la mitad S de la fachada E.

Fotografía nº 241: (Página 259) Edificio nº 46. Grietas horizontales en la parte superior así como desprendimiento en el enlucido de la mitad N de la fachada E.

Fotografía nº 242: (Página 259) Edificio nº 46. Grieta vertical que desde el techo transcurre por la puerta y continua por trazado irregular hasta la ventana inferior de la fachada N.

Fotografía nº 243: (Página 260) Edificio nº 46. Grietas verticales en una de las ventanas de la fachada O.

Fotografía nº 244: (Página 260) Edificio nº 46. Fachada O.

Fotografía nº 245: (Página 261) Edificio nº 47. Algunas grietas y agujeros en la zona izquierda de la fachada O.

Fotografía nº 246: (Página 262) Edificio nº 47. Ventana del piso inferior de la fachada E.

Fotografía nº 247: (Página 262) Edificio nº 47. Grietas verticales en la parte superior de la fachada O.

Fotografía nº 248: (Página 263) Edificio nº 47. Fachada E.

Fotografía nº 249: (Página 264) Edificio nº 48. Grietas en la esquina de la ventana que continúan por la junta entre los dos edificios.

Fotografía nº 250: (Página 265) Edificio nº 49. Fachada O.

Fotografía nº 251: (Página 266) Edificio nº 49. Grietas horizontales y verticales.

Fotografía nº 252: (Página 267) Edificio nº 50. Fachada O en la que se pueden ver la nueva estructura adosada.

Fotografía nº 253: (Página 268) Edificio nº 50. Fachada O del establo.

Fotografía nº 254: (Página 268) Edificio nº 50. Azulejos rotos en la cocina

Fotografía nº 255: (Página 269) Edificio nº 50. Grietas horizontales en la pared de una de las estancias.

Fotografía nº 256: (Página 269) Edificio nº 50. Grietas en pared y techo en el pasillo.

Fotografía nº 257: (Página 270) Edificio nº 50. Grieta vertical en el pasillo.

Fotografía nº 258: (Página 270) Edificio nº 50. Grietas horizontales en la entrada a las habitaciones.

Fotografía nº 259: (Página 271) Edificio nº 50. Grieta horizontal en columna la del pasillo.

Fotografía nº 260: (Página 272) Edificio nº 51. Estado de la edificación.

Fotografía nº 261: (Página 273) Edificio nº 52. Fachada E.

Fotografía nº 262: (Página 274) Edificio nº 52. Grietas de pequeña abertura en la zona superior al pilar situado al porche de acceso.

Fotografía nº 263: (Página 274) Edificio nº 52. Grietas verticales en la fachada O sobre la puerta de acceso.

Fotografía nº 264: (Página 275) Edificio nº 52. Grieta vertical en la fachada O.

Fotografía nº 265: (Página 275) Edificio nº 52. Aspecto general de la mitad S de la fachada O.

Fotografía nº 266: (Página 276) Edificio nº 52. Importante grieta en la zona de la vivienda sin reformas.

Fotografía nº 267: (Página 277) Edificio nº 53. Grietas en la escalera así como desperfectos en la pintura.

Fotografía nº 268: (Página 278) Edificio nº 53. Aberturas en la junta entre los ladrillos y el edificio construido en piedra en la fachada O.

Fotografía nº 269: (Página 278) Edificio nº 53. Grieta en la fachada N.

Fotografía nº 270: (Página 279) Edificio nº 53. Grietas en la fachada E.

Fotografía nº 271: (Página 279) Edificio nº 53. Grieta vertical en la columna.

Fotografía nº 272: (Página 280) Edificio nº 53. Grieta en el techo del corral.

Fotografía nº 273: (Página 280) Edificio nº 53. Grieta vertical que afecta a la unión entre puerta y muro que continua hacia el techo.

Fotografía nº 274: (Página 281) Edificio nº 53. Grietas en partes reparadas de la fachada S situada en el porche.

Fotografía nº 275: (Página 281) Edificio nº 53. Grieta en la unión pared/techo con ramificaciones y otra vertical que afecta a la viga en una de las habitaciones.

Fotografía nº 276: (Página 282) Edificio nº 53. Grieta en una de las paredes.

Fotografía nº 277: (Página 282) Edificio nº 53. Grietas de 2 - 3 mm en el techo y la pared del pasillo.

Fotografía nº 278: (Página 283) Edificio nº 53. Grieta horizontal < 1 mm que atraviesa varios azulejos.

Fotografía nº 279: (Página 283) Edificio nº 53. Cierta separación en la unión de muros en el pajar del S.

Fotografía nº 280: (Página 284) Edificio nº 54. Grietas verticales, mal estado de la puerta y desplazamientos de piedras, en la parte superior, de la fachada O.

Fotografía nº 281: (Página 285) Edificio nº 54. Falta de alineación de las columnas de la derecha en la fachada O.

Fotografía nº 282: (Página 285) Edificio nº 54. Grieta vertical importante en la pared N en la que ha habido desplazamiento de piedras y abertura de huecos.

Fotografía nº 283: (Página 286) Edificio nº 55. Grietas verticales y horizontales, así como desperfectos importantes en el enlucido de la fachada O.

Fotografía nº 284: (Página 287) Edificio nº 55. Fachada principal, fachada E.

Fotografía nº 285: (Página 287) Edificio nº 55. Grietas verticales así como caída de piedras en el campanario N.

Fotografía nº 286: (Página 288) Edificio nº 55. Grieta vertical que atraviesa la ventana así como evidencias de caídas de piedras en la fachada principal.

Fotografía nº 287: (Página 288) Edificio nº 55. Dos grietas verticales así como una porción de alero caído en la fachada N.

Fotografía nº 288: (Página 289) Edificio nº 55. Grieta vertical bajo la cúpula en la fachada N.

Fotografía nº 289: (Página 289) Edificio nº 55. Importantes grietas verticales con desplazamiento de piedras en el lado S.

Fotografía nº 290: (Página 290) Edificio nº 55. Vista de la cúpula desde el lado SE.

Fotografía nº 291: (Página 290) Edificio nº 55. Puerta de la Iglesia.

Fotografía nº 292: (Página 291) Edificio nº 55. Importante grieta de varios cm de abertura en el lado S de la cúpula.

Fotografía nº 293: (Página 291) Edificio nº 55. Grietas horizontales y verticales en la fachada NE.

Fotografía nº 294: (Página 292) Edificio nº 55. Aspecto de la cúpula.

Fotografía nº 295: (Página 292) Edificio nº 55. Aspecto general de la Iglesia donde resultan visibles desperfectos en el enlucido de la bóveda.

Fotografía nº 296: (Página 293) Edificio nº 55. Grietas en las piedras de los arcos así como en la bóveda y en la cúpula.

Fotografía nº 297: (Página 293) Edificio nº 55. Ventana derecha del altar.

Fotografía nº 298: (Página 294) Edificio nº 55. Grietas y desprendimientos del enlucido en el tramo central de la bóveda.

Fotografía nº 299: (Página 294) Edificio nº 55. Grieta en la sacristía que recorre la pared S.

Fotografía nº 300: (Página 295) Edificio nº 56. Mal estado de la fachada S.

Fotografía nº 301: (Página 296) Edificio nº 56. Fachada O.

Fotografía nº 302: (Página 297) Edificio nº 57. Fachada SE.

Fotografía nº 303: (Página 298) Edificio nº 57. Fachada NO.

Fotografía nº 304: (Página 298) Edificio nº 57. Fachada NE.

Fotografía nº 305: (Página 299) Edificio nº 58. Grieta vertical en el lado izquierdo de la puerta de la fachada S.

Fotografía nº 306: (Página 300) Edificio nº 58. Dintel de la puerta de acceso a la vivienda por la fachada E al que le falta un trozo por encajar el marco de la puerta.

Fotografía nº 307: (Página 300) Edificio nº 58. Grieta en la viga de hormigón en la fachada S.

Fotografía nº 308: (Página 301) Edificio nº 58. Grietas horizontales producidas al hacer el agujero para colocar la bisagra de la puerta.

Fotografía nº 309: (Página 301) Edificio nº 58. Grieta vertical entre las ventanas.

Fotografía nº 310: (Página 302) Edificio nº 58. Fisura de desarrollo vertical en la fachada E.

Fotografía nº 311: (Página 302) Edificio nº 58. Grieta sensiblemente horizontal en la columna, así como despegues de las uniones entre la columna y muro.

Fotografía nº 312: (Página 303) Edificio nº 58. Grietas que atraviesan varios azulejos de la cocina.

Fotografía nº 313: (Página 304) Edificio nº 59. Grieta a la derecha de la puerta superior que transcurre por las uniones de las piedras en la esquina SO de la edificación más moderna.

Fotografía nº 314: (Página 305) Edificio nº 59. Grieta vertical encima de la ventana, así como otra horizontal de fraguado en la viga del marco de la ventana en la fachada S.

Fotografía nº 315: (Página 305) Edificio nº 59. Grieta horizontal en el enlucido del marco de hormigón de la ventana de la fachada O.

Fotografía nº 316: (Página 306) Edificio nº 59. Agujero practicado en la pared de la fachada N.

Fotografía nº 317: (Página 306) Edificio nº 59. Abertura importante en la esquina de la unión de los dos muros parcialmente reparados con anterioridad de la fachada O.

Fotografía nº 318: (Página 307) Edificio nº 59. Fachada S de la edificación donde se pueden apreciar los dos edificios.

Fotografía nº 319: (Página 308) Edificio nº 60. Vista parcial de la nueva edificación.

Fotografía nº 320: (Página 309) Edificio nº 60. Regular estado de conservación de la antigua edificación. Se aprecian huecos por caída de piedras, así como despegues en la unión de muros.

Fotografía nº 321: (Página 309) Edificio nº 60. Pequeñas discontinuidades en la unión de los muros de la fachada S de la edificación antigua.

Fotografía nº 322: (Página 310) Edificio nº 61. Esquina SO.

Fotografía nº 323: (Página 311) Edificio nº 61. Nueva estructura de ladrillo adosada al edificio de piedra en la fachada E.

Fotografía nº 324: (Página 311) Edificio nº 61. Separaciones entre estructuras de diferentes materiales visibles en la unión del balcón con el muro de piedra de la fachada O. Se observan antiguas grietas separadas.

Fotografía nº 325: (Página 312) Edificio nº 61. Separación centimétrica entre los muros N y E de la fachada E.

Fotografía nº 326: (Página 312) Edificio nº 61. Ligeras fisuras debidas al fraguado del enlucido.

Fotografía nº 327: (Página 313) Edificio nº 62. Grieta vertical en la terraza de la fachada S.

Fotografía nº 328: (Página 314) Edificio nº 62. Mal estado de conservación, fachada SE.

Fotografía nº 329: (Página 315) Edificio nº 63. Destacan en la fachada E la grieta vertical bajo el alero, la abertura de las juntas entre el marco de madera y el muro y la grieta inclinada que afecta a la ventana.

Fotografía nº 330: (Página 316) Edificio nº 63. Desperfectos propios de la antigüedad y falta de mantenimiento en la fachada O. Destaca el hueco existente bajo la puerta del piso superior y la separación del muro de la edificación adyacente. Existen también grietas en el enlucido a ambos lados de la ventana izquierda.

Fotografía nº 331: (Página 316) Edificio nº 63. Estado de parte de la edificación.

Fotografía nº 332: (Página 317) Edificio nº 64. Partes de la techumbre desplazadas así como ladrillos desplazados en la parte superior de la fachada S.

Fotografía nº 333: (Página 318) Edificio nº 64. Construcción situada al N.

Fotografía nº 334: (Página 318) Edificio nº 64. Grieta de hasta 5 mm de abertura en la parte superior izquierda de la esquina NO.

Fotografía nº 335: (Página 319) Edificio nº 64. Grieta en la cocina.

Fotografía nº 336, 337, 338: (Página 320) Edificio nº 65. Múltiples grietas en las zonas enlucidas, tanto por encima como por debajo de las ventanas, así como otras que afectan a los ladrillos en el extremo derecho de la fachada SE.

Fotografía nº 339, 340, 341: (Página 321) Edificio nº 65. Grietas en las zonas encaladas que crecen en longitud y abertura hacia la derecha en la fachada S. Vivienda de la maestra.

Fotografía nº 342: (Página 321) Edificio nº 65. Columna del porche.

Fotografía nº 343: (Página 322) Edificio nº 65. Fachada O.

Fotografía nº 344: (Página 322) Edificio nº 65. Grietas en el muro de hormigón de la esquina O de la fachada NO.

Fotografía nº 345: (Página 323) Edificio nº 65. Esquina N de la fachada O de la vivienda.

Fotografía nº 346: (Página 323) Edificio nº 65. Grieta vertical de la fachada NE.

Fotografía nº 347: (Página 324) Edificio nº 65. Escuela y vivienda apoyadas en la parte superior.

Fotografía nº 348: (Página 324) Edificio nº 65. Grietas en el servicio de la escuela.

Fotografía nº 349: (Página 325) Edificio nº 65. Grieta visible en la esquina del aula de la escuela. Corresponde a la zona en que se apoyan los dos edificios.

Fotografía nº 350: (Página 325) Edificio nº 65. Grietas en la pared de una de las estancias de la vivienda.

Fotografía nº 351: (Página 326) Edificio nº 65. Grietas y desprendimientos del enlucido en la pared de la escuela.

Fotografía nº 352: (Página 327) Edificio nº 66. En la zona próxima a la puerta se observan las piedras descolocadas así como una flecha importante en la techumbre.

Fotografía nº 353: (Página 328) Edificio nº 66. Fragmento del edificio que quedó en pie donde se observan agujeros por caída de piedras, fachada S.

Fotografía nº 354: (Página 329) Edificio nº 67. Algún agujero en la fachada NE.

Fotografía nº 355: (Página 330) Edificio nº 68. Grieta vertical en las proximidades de la esquina así como horizontales en los peldaños.

Fotografía nº 356: (Página 331) Edificio nº 68. Grieta de < 1 mm de abertura en la fachada N de la vivienda.

Fotografía nº 357: (Página 331) Edificio nº 68. Varias grietas verticales y horizontales que parten de la ventana en la fachada N.

Fotografía nº 358: (Página 332) Edificio nº 68. Grieta horizontal de abertura milimétrica en una de las habitaciones de la vivienda.

Fotografía nº 359: (Página 332) Edificio nº 68. Fisura vertical en el interior de la vivienda.

Fotografía nº 360: (Página 333) Edificio nº 68. Desprendimiento del enlucido en la parte inferior y un cristal roto en la fachada N del almacén.

Fotografía nº 361: (Página 334) Edificio nº 69. Mal estado de la fachada SO.

Fotografía nº 362: (Página 335) Edificio nº 69. Separación existente entre los muros NE y SE.

Fotografía nº 363: (Página 335) Edificio nº 69. Grieta en la esquina que continua en la intersección de la pared con el suelo en una de las estancias.

Fotografía nº 364: (Página 336) Edificio nº 69. Grieta en la esquina en otra de las estancias.

Fotografía nº 365: (Página 337) Edificio nº 70. Grietas horizontales y un desprendimiento del enlucido en la parte superior y una grieta vertical en la esquina interna del porche NE.

Fotografía nº 366: (Página 338) Edificio nº 70. Desperfectos de la fachada E.

Fotografía nº 367: (Página 338) Edificio nº 70. Varias grietas en el contacto del enlucido con la piedra y un importante desprendimiento del enlucido.

Fotografía nº 368: (Página 339) Edificio nº 70. Grietas en las uniones pared-pared y pared-techo en una de las estancias.

Fotografía nº 369: (Página 340) Edificio nº 71. Grietas en las vigas de las ventanas.

Fotografía nº 370: (Página 341) Edificio nº 71. Estado del edificio adjunto.

Fotografía nº 371: (Página 341) Edificio nº 71. Escalera de acceso a la primera planta en el que destaca una grieta vertical en la esquina de la terraza y una vertical en la solera de hormigón, encima del número.

Fotografía nº 372: (Página 342) Edificio nº 71. Grietas del techo del porche.

Fotografía nº 373: (Página 343) Edificio nº 72. Fachada SE.

Fotografía nº 374: (Página 344) Edificio nº 72. Grieta horizontal debajo de la ventana en la fachada O.

Fotografía nº 375: (Página 344) Edificio nº 72. Fisura vertical en la esquina del porche de entrada.

Fotografía nº 376: (Página 345) Edificio nº 73. Detalle de la fachada O donde se observa cómo el edificio se ha construido sobre uros de piedra mucho más antiguos.

Fotografía nº 377: (Página 346) Edificio nº 73. Fisuras verticales y horizontales en las uniones entre bloques de hormigón originadas por el fraguado en la fachada E.

Fotografía nº 378: (Página 346) Edificio nº 73. Fisura horizontal en la unión entre viga y columna de hormigón.

Fotografía nº 379: (Página 347) Edificio nº 73. Grietas en la fachada E.

Fotografía nº 380: (Página 348) Edificio nº 74. Fachada E.

Fotografía nº 381: (Página 349) Edificio nº 75. Fachada N de la vivienda donde se construyó una nueva edificación.

Fotografía nº 382: (Página 350) Edificio nº 75. Desprendimiento y grietas en el enlucido por flexión de la viga y una grieta horizontal en el pilar de la fachada S.

Fotografía nº 383: (Página 350) Edificio nº 75. Grieta que recorre el techo y una de las paredes en una de las estancias.

Fotografía nº 384: (Página 351) Edificio nº 75. Grieta desde la puerta al techo en una estancia.

Fotografía nº 385: (Página 351) Edificio nº 75. Falta del enlucido a lo largo de toda la esquina de una de las habitaciones.

Fotografía nº 386: (Página 352) Edificio nº 75. Grietas y desprendimientos en la pared de una estancia.

Fotografía nº 387: (Página 352) Edificio nº 75. Abertura vertical en la unión de la parte construida en piedra y la reforma de ladrillo.

Fotografía nº 388: (Página 353) Edificio nº 75. Fachada N del pajar que se ha construido en parte sobre un edificio antiguo. Existen dos grietas, sensiblemente verticales, una a 50 cm a la izquierda de la puerta, bajo el tejado, y la otra en la esquina del muro de piedra.

Fotografía nº 389: (Página 354) Edificio nº 76. Fachada O.

Fotografía nº 390: (Página 355) Edificio nº 76. Grieta vertical debajo de la ventana de la fachada E. También existen otras de menor longitud a la izquierda.

Fotografía nº 391: (Página 355) Edificio nº 76. Grietas verticales y horizontales en la fachada O. Destaca una vertical en la unión de ambos edificios.

Fotografía nº 392: (Página 356) Edificio nº 76. Grietas verticales y un agujero debajo de la puerta, así como los cristales rotos.

Fotografía nº 393: (Página 356) Edificio nº 76. Grieta vertical en la esquina del porche de entrada a la vivienda situada al NE de la edificación.

Fotografía nº 394: (Página 357) Edificio nº 77. Fachada S.

Fotografía nº 395: (Página 358) Edificio nº 77. Abertura de juntas encima de la ventana así como grietas sobre la ventana derecha y entre las dos ventanas.

Fotografía nº 396: (Página 359) Edificio nº 78. Fachada S.

Fotografía nº 397: (Página 360) Edificio nº 79. Mal estado de conservación. Fachada S.

Fotografía nº 398: (Página 361) Edificio nº 79. Algunas grietas en la parte derecha y desprendimientos en el enlucido de la fachada N.

Fotografía nº 399: (Página 361) Edificio nº 79. Multitud de juntas y agujeros dejados por desprendimiento de piedras y enlucido en la fachada E.

Fotografía nº 400: (Página 362) Edificio nº 80. Daños en techumbre, escalera y paredes.

Fotografía nº 401: (Página 363) Edificio nº 80. Daños en la techumbre y grietas verticales entre la puerta del piso superior y ventanas en la fachada O.

Fotografía nº 402: (Página 364) Edificio nº 81. Fachada NE.

Fotografía nº 403: (Página 365) Edificio nº 81. Vista de una de las edificaciones.

Fotografía nº 404: (Página 365) Edificio nº 81. Fachada NO.

Fotografía nº 405: (Página 366) Edificio nº 82. Fachada N.

Fotografía nº 406: (Página 367) Edificio nº 82. Serie de grietas sensiblemente verticales en el extremo derecho de la fachada E. Cierta separación en la unión de muros y desperfectos.

Fotografía nº 407: (Página 368) Edificio nº 83. Grieta que atraviesa los bloques y varias más que atraviesan las piedras en el establo.

Fotografía nº 408: (Página 369) Edificio nº 83. Varias grietas a la izquierda de la ventana del establo que no afectan al trozo de la fachada reformada.

Fotografía nº 409: (Página 369) Edificio nº 83. Grieta de varios cm de abertura en la roca del piso del establo.

Fotografía nº 410: (Página 370) Edificio nº 83. Desalineada la columna de ladrillo y grandes aberturas en la unión de muros del almacén/cocina.

Fotografía nº 411: (Página 3670) Edificio nº 83. Grietas que siguen las uniones de las piedras que enmarcan la puerta del almacén/cocina.

Fotografía nº 412: (Página 371) Edificio nº 83. Varias grietas en este fragmento de la fachada O de la vivienda.

Fotografía nº 413: (Página 371) Edificio nº 83. Grietas de abertura milimétrica en este fragmento de la fachada N.

Fotografía nº 414: (Página 372) Edificio nº 83. Grietas sensiblemente verticales en la fachada de la vivienda.

Fotografía nº 415: (Página 372) Edificio nº 83. Grieta que atraviesa varias baldosas en el interior de la vivienda.

Fotografía nº 416: (Página 373) Edificio nº 84. Grietas en el enlucido así como otras horizontales causadas por flexión de la viga de hormigón en la fachada E del edificio antiguo.

Fotografía nº 417: (Página 374) Edificio nº 84. Edificación construida sobre las ruinas de otro muy antiguo hecho de piedra.

Fotografía nº 418: (Página 374) Edificio nº 84. Aberturas en las juntas de las piedras junto al quicio de la puerta en el balcón de la fachada O.

Fotografía nº 419: (Página 375) Edificio nº 84. Grietas de apreciable anchura en el techo de una de las habitaciones. Se observan separaciones en la pared correspondiente a antiguas grietas.

Fotografía nº 420: (Página 376) Edificio nº 85. Fachada E. Corresponde a la parte reconstruida.

Fotografía nº 421: (Página 377) Edificio nº 85. Grietas verticales y horizontales en la fachada E.

Fotografía nº 422: (Página 377) Edificio nº 85. Grietas sensiblemente verticales en la fachada E.

Fotografía nº 423: (Página 378) Edificio nº 85. Grieta vertical en el patio interno.

Fotografía nº 424: (Página 378) Edificio nº 85. Multitud de azulejos agrietados en la cocina.

Fotografía nº 425: (Página 379) Edificio nº 85. Grietas inclinadas.

Fotografía nº 426: (Página 380) Edificio nº 86. Separaciones entre piedras y huecos creados por caída de las mismas en la fachada S.

Fotografía nº 427: (Página 381) Edificio nº 86. Varios agujeros por caídas de piedras y mortero en la fachada E.

Fotografía nº 428: (Página 381) Edificio nº 86. Aspecto posterior de la edificación. Estado ruinoso.

Fotografía nº 429: (Página 382) Edificio nº 86. Arco de entrada al patio.

Fotografía nº 430: (Página 383) Edificio nº 87. Grietas en la esquina inferior derecha de la ventana izquierda de la fachada E.

Fotografía nº 431: (Página 384) Edificio nº 87. Fachada S.

Fotografía nº 432: (Página 384) Edificio nº 87. Daños a la derecha de la ventana situada sobre la puerta.

Fotografía nº 433: (Página 385) Edificio nº 87. Grietas en la fachada E.

Fotografía nº 434: (Página 387) Edificio nº 89. Fachada E.

Fotografía nº 435: (Página 388) Edificio nº 89. Grieta vertical de 1 m de longitud y 2 – 3 mm de abertura en la esquina derecha de la puerta superior.

Fotografía nº 436: (Página 388) Edificio nº 89. Grietas de poca longitud en la fachada O.

Fotografía nº 437: (Página 389) Edificio nº 89. Dos grietas verticales plurimétricas y de 1 cm de abertura en la línea de separación de los edificios y entre las dos ventanas de la fachada O.

Fotografía nº 438: (Página 390) Edificio nº 90. Grietas en las esquinas superiores de la ventana de la fachada E.

Fotografía nº 439: (Página 391) Edificio nº 90. Daños existentes bajo el alero del tejado de la ventana de la fachada E.

Fotografía nº 440: (Página 391) Edificio nº 90. Grietas en la fachada N.

Fotografía nº 441: (Página 392) Edificio nº 90. Grietas en las esquinas de las ventanas de la fachada S.

Fotografía nº 442: (Página 392) Edificio nº 90. Fachada NO.

Fotografía nº 443: (Página 393) Edificio nº 91. Grieta horizontal en la esquina de la izquierda de la fachada E.

Fotografía nº 444: (Página 394) Edificio nº 91. Grietas entre las piedras de la puerta y desperfectos en la estructura de planta semicircular de la fachada E.

Fotografía nº 445: (Página 394) Edificio nº 91. Fachada S.

Fotografía nº 446: (Página 395) Edificio nº 91. Fachada S.

Fotografía nº 447: (Página 396) Edificio nº 92. Esquina NE.

Fotografía nº 448: (Página 397) Edificio nº 93. Fachadas S y E.

Fotografía nº 449: (Página 398) Edificio nº 94. Vista O.

Fotografía nº 450: (Página 399) Edificio nº 94. Vista E y S.

Fotografía nº 451: (Página 407) Edificio Langre – 1. Grieta y fisura, aproximadamente horizontal, sobre raseo.

Fotografía nº 452: (Página 407) Edificio Langre – 1. Fachada posterior. Grieta en bloques de hormigón viborcompactados (rojo). Posible prolongación en muro de piedra hasta el hueco (verde).

Fotografía nº 453: (Página 408) Edificio Langre – 1. Fachada posterior. Grieta en bloques de hormigón, aproximadamente vertical (rojo). Posible prolongación en muro de piedra (verde), difícil de seguir al no estar ni rejuntado ni raseado.

Fotografía nº 454: (Página 411) Edificio Langre – 1 BIS. Grieta en el suelo del corral de la casa.

Fotografía nº 455: (Página 411) Edificio Langre – 1 BIS. Grieta en el suelo del corral de la casa.

Fotografía nº 456: (Página 412) Edificio Langre – 1 BIS. Grieta en el suelo del corral de la casa, se dejaron testigos (círculos rojos). Grietas en dos direcciones aproximadamente perpendiculares. La longitud de cada lado del orden de 5 m y la abertura, medida con calibre, del orden de 8 cm.

Fotografía nº 457: (Página 412) Edificio Langre – 1 BIS. Grieta en el suelo del corral de la casa. Al fondo cerramiento de bloques en primera planta de edificio de nueva construcción.

Fotografía nº 458: (Página 415) Edificio Langre – 2. Fachada principal. Entre las ventanas se ha cerrado un antiguo balcón.

Fotografía nº 459: (Página 415) Edificio Langre – 2. Fachada del edificio “gallinero” situado a la derecha según se accede a la finca.

Fotografía nº 460: (Página 416) Edificio Langre – 2. Fachada lateral izquierda. Fisuras en muro.

Fotografía nº 461: (Página 416) Edificio Langre – 2. Fachada posterior. Fisuras en muro de cerramiento.

Fotografía nº 462: (Página 419) Edificio Langre – 3. Fachada principal, bloques de hormigón. Colocación de testigos.

Fotografía nº 463: (Página 419) Edificio Langre – 3. Desconchón en la unión viga-pilar. Reparación con cemento.

Fotografía nº 464: (Página 420) Edificio Langre – 3. Fachada principal. Fisura sobre raseo pintado en blanco.

Fotografía nº 465: (Página 420) Edificio Langre – 3. Fachada principal. Detalle de la fisura anterior.

Fotografía nº 466: (Página 421) Edificio Langre – 3. Fachada principal. Se nota claramente como los testigos se desprendieron (círculos verdes); se colocaron en la misma grieta por el interior del edificio. Fisura en raseo a la derecha de la puerta de acceso.

Fotografía nº 467: (Página 421) Edificio Langre – 3. Grieta en el suelo del portal.

Fotografía nº 468: (Página 422) Edificio Langre – 3. Fachada principal, bloques de hormigón. Fisuras en camino.

Fotografía nº 469: (Página 422) Edificio Langre – 3. Fachada principal, bloques de hormigón. Observar zuncho de hormigón.

Fotografía nº 470: (Página 423) Edificio Langre – 3. Grieta en el suelo del portal vista desde el fondo.

Fotografía nº 471: (Página 423) Edificio Langre – 3. Grieta en el suelo del portal vista desde la escalera.

Fotografía nº 472: (Página 426) Edificio Langre - 3 BIS. Edificio de piedra.

Fotografía nº 473: (Página 429) Edificio Langre - 3 TER. Restos de edificio de piedra.

Fotografía nº 474: (Página 432) Edificio Langre – 4. Edificio paleteado y raseado de argamasa de cemento. Fachada principal. Fisuras.

Fotografía nº 475: (Página 432) Edificio Langre – 4. Edificio paleteado y raseado de argamasa de cemento. Fachada principal. Fisuras.

Fotografía nº 476: (Página 435) Edificio Langre – 5. Fachada principal. Vivienda en planta alta. Raseo pintado de blanco.

Fotografía nº 477: (Página 438) Edificio Langre – 6. Fachada principal. Vivienda en planta alta. Raseado de cemento.

Fotografía nº 478: (Página 438) Edificio Langre – 6. Fachada principal. Vivienda en planta alta. Raseado de cemento. Detalle en esquina izquierda.

Fotografía nº 479: (Página 439) Edificio Langre – 6. Fachada posterior-lateral izquierda. Detalle unión cubierta de uralita con fachada posterior. Detalle de fisuras en esquina posterior izquierda.

Fotografía nº 480: (Página 439) Edificio Langre – 6. Fachada posterior. Detalle de unión muro de piedra con muro de bloques.

Fotografía nº 481: (Página 440) Edificio Langre – 6. Fachada posterior. Detalle de rejunteado.

Fotografía nº 482: (Página 443) Edificio Langre – 7. Fachada principal.

Fotografía nº 483: (Página 443) Edificio Langre – 7. Fachada lateral derecha.

Fotografía nº 484: (Página 446) Edificio Langre – 8. Fachada principal. Raseado pintado en blanco. Calle hacia la Iglesia.

Fotografía nº 485: (Página 446) Edificio Langre – 8. Fachada lateral derecha. Fisura sobre puerta grande.

Fotografía nº 486: (Página 447) Edificio Langre – 8. Detalle en forjado de primera planta.

Fotografía nº 487: (Página 450) Edificio Langre – 9. Entrada a la vivienda a nivel de la primera planta. A la izquierda escalera de descenso a nivel de la entrada al garaje y patio. A la derecha grieta.

Fotografía nº 488: (Página 450) Edificio Langre – 9. Fachada posterior del garaje. Detalle de grieta sobre muro de cerramiento con bloques, en parte raseado.

Fotografía nº 489: (Página 451) Edificio Langre – 9. Fachada de garaje a la calle de la Iglesia. Bloques con raseo. El desconchón inferior fue retirado intencionadamente.

Fotografía nº 490: (Página 451) Edificio Langre – 9. Unión pilar-cerramiento. El nivel inferior coincide con el nivel del garaje en su fachada posterior.

Fotografía nº 491: (Página 454) Edificio Langre – 10 Fachada posterior. Construcción de piedra. Relativamente nueva. Adosada construcción de bloques. Detalle de fisuras.

Fotografía nº 492: (Página 457) Edificio Langre – 11. Fachada principal (frente a Langre - 9). Detalle de fisuras sobre raseo.

Fotografía nº 493: (Página 460) Edificio Langre – 12. Edificio de vivienda en planta alta. Fachada principal. Raseado.

Fotografía nº 494: (Página 460) Edificio Langre – 12. Muro de bloques en cuadra y pajares. Detrás de vivienda. Detalle de grietas.

Fotografía nº 495: (Página 463) Edificio Langre – 13. Fachada principal-lateral derecha.

Fotografía nº 496: (Página 463) Edificio Langre – 13. Fachada principal. Detalle de grieta debajo del corredor.

Fotografía nº 497: (Página 464) Edificio Langre – 13. Fachada principal. Detalle al lado del quicio izquierdo de la puerta grande.

Fotografía nº 498: (Página 464) Edificio Langre – 13. Fachada principal. Detalle de fisuras sobre puerta y en ángulo interior.

Fotografía nº 499: (Página 465) Edificio Langre – 13. Construcción anexa al edificio principal. Detalle de grietas.

Fotografía nº 500: (Página 465) Edificio Langre – 13. Construcción anexa al edificio principal. Detalle de grietas.

Fotografía nº 501: (Página 466) Edificio Langre – 13. Construcción anexa al edificio principal. Detalle de grietas.

Fotografía nº 502: (Página 466) Edificio Langre – 13. Construcción antigua anexa a la izquierda de la fachada principal.

Fotografía nº 503: (Página 467) Edificio Langre – 13. Grieta en el interior de la vivienda (pasillo). Tabique y unión tabique-techo.

Fotografía nº 504: (Página 467) Edificio Langre – 13. Fachada principal. Detalle de grieta en corredor.

Fotografía nº 505: (Página 468) Edificio Langre – 13. Fachada principal. Detalle de apoyo de viga de corredor sobre columna. Posible desplazamiento de la viga de madera.

Fotografía nº 506: (Página 469) Edificio Langre – ABREVADERO. Camino de la escuela. Camino de Langre – 13.

Fotografía nº 507: (Página 470) Edificio Langre – ABREVADERO. Camino de la escuela. Camino de Langre - 13

Fotografía nº 508: (Página 471) Edificio Langre – CAMINO ESCUELA. Camino de la escuela. Al lado de Langre – 13 BIS. Detalle de grieta en el suelo.

Fotografía nº 509: (Página 474) Edificio Langre – 13 BIS. Fachada principal. Calle de la escuela. Detalle en dintel de puerta. Vista desde abajo.

Fotografía nº 510: (Página 474) Edificio Langre – 13 BIS. Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 511: (Página 475) Edificio Langre – 13 BIS. Fachada principal. Calle de la escuela. Detalle grieta en dintel de puerta. Vista de frente.

Fotografía nº 512: (Página 478) Edificio Langre – 14. Fachada principal-lateral derecha. Detalle de grietas.

Fotografía nº 513: (Página 478) Edificio Langre – 14. Fachada principal. Detalle de grietas.

Fotografía nº 514: (Página 479) Edificio Langre – 14. Forjado de ferroladrillo en bodegas. Fisura debajo de escalera.

Fotografía nº 515: (Página 482) Edificio Langre – 15. Portal de la vivienda, entrada por fachada posterior. Abombamiento de solera de hormigón.

Fotografía nº 516: (Página 482) Edificio Langre – 15. Portal de la vivienda, entrada por fachada posterior. Grieta en pared lateral derecha desde altura de vigas.

Fotografía nº 517: (Página 483) Edificio Langre – 15. Interior de la vivienda. Detalle de plaqueta en suelo de pasillo.

Fotografía nº 518: (Página 483) Edificio Langre – 15. Interior de la vivienda. Detalle de plaqueta en suelo de pasillo.

Fotografía nº 519: (Página 484) Edificio Langre – 15. Fachada principal. La fisura marcada corresponde a Langre - 16.

Fotografía nº 520: (Página 484) Edificio Langre – 15. Fachada principal.

Fotografía nº 521: (Página 485) Edificio Langre – 15. Portal de la vivienda, entrada por fachada posterior. Abombamiento de solera de hormigón. Vista desde el exterior.

Fotografía nº 522: (Página 485) Edificio Langre – 15. Portal de la vivienda, entrada por fachada posterior. Abombamiento de solera de hormigón. Vista desde el interior.

Fotografía nº 523: (Página 486) Edificio Langre – 15. Portal de la vivienda. Grieta en pared lateral derecha desde altura de vigas (puede observarse que el testigo de vidrio, fijado con yeso, aparece roto casi en su totalidad. La zona rota del vidrio estaba recubierta con yeso, y una vez separada cuidadosamente, aparece el testigo roto. Apparentemente es una zona sometida a fuerzas de tracción).

Fotografía nº 524: (Página 489) Edificio Langre – 16. Fachada principal a calle de la escuela.

Fotografía nº 525: (Página 489) Edificio Langre – 16. Fachada principal a calle de la escuela. Detalle de grietas.

Fotografía nº 526: (Página 490) Edificio Langre – 16. Chaflán.

Fotografía nº 527: (Página 490) Edificio Langre – 16. Chaflán. Detalle grietas.

Fotografía nº 528: (Página 491) Edificio Langre – 16. Chaflán. Detalle grietas.

Fotografía nº 529: (Página 494) Edificio Langre – 17. Fachada posterior.

Fotografía nº 530: (Página 494) Edificio Langre – 17. Fachada posterior. Detalle fisura.

Fotografía nº 531: (Página 495) Edificio Langre – 17. Fachada principal-lateral izquierda.

Fotografía nº 532: (Página 498) Edificio Langre – 18. Fachada principal.

Fotografía nº 533: (Página 498) Edificio Langre – 18. Fachada principal. Detalle fisura esquina derecha.

Fotografía nº 534: (Página 499) Edificio Langre – 18. Fachada posterior. Detalle de fisura sobre paleteado.

Fotografía nº 535: (Página 499) Edificio Langre – 18. Fachada posterior. Detalle de fisura sobre paleteado.

Fotografía nº 536: (Página 502) Edificio Langre – IGLESIA. Vista interior.

Fotografía nº 537: (Página 502) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada posterior. Detalle alfeizar.

Fotografía nº 538: (Página 503) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada principal.

Fotografía nº 539: (Página 503) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada principal.

Fotografía nº 540: (Página 504) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada principal.

Fotografía nº 541: (Página 504) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada principal. Detalle dintel ventana.

Fotografía nº 542: (Página 505) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada lateral derecha.

Fotografía nº 543: (Página 505) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada lateral derecha.

Fotografía nº 544: (Página 506) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada principal. Torre izquierda.

Fotografía nº 545: (Página 506) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada principal. Torre izquierda. Vista detalle interior desde el campanario.

Fotografía nº 546: (Página 507) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 547: (Página 507) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 548: (Página 508) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada lateral izquierda. Detalle de dintel en entrada lateral.

Fotografía nº 549: (Página 508) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 550: (Página 509) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada posterior. Vista parcial.

Fotografía nº 551: (Página 509) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada posterior. Detalle de arco ventana.

Fotografía nº 552: (Página 510) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada posterior.

Fotografía nº 553: (Página 510) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada posterior. Detalle.

Fotografía nº 554: (Página 511) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada posterior. Detalle de impacto sobre acristalamiento.

Fotografía nº 555: (Página 511) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada posterior. Detalle de reparación de grieta.

Fotografía nº 556: (Página 512) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada posterior. Ampliación de detalle de reparación de grieta.

Fotografía nº 557: (Página 512) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada posterior. Detalle de arco después de la reparación.

Fotografía nº 558: (Página 513) Edificio Langre – IGLESIA. Fachada posterior. Detalle de arco después de la reparación.

Fotografía nº 559: (Página 515) Edificio Langre – CANCHA. Grieta en piso. En dirección entrada-esquina posterior derecha.

Fotografía nº 560: (Página 515) Edificio Langre – CANCHA. Grieta en piso. Próxima a canasta izquierda.

Fotografía nº 561: (Página 516) Edificio Langre – CANCHA. Grieta en muro de contención-cerramiento.

Fotografía nº 562: (Página 518) Edificio Langre – CAMINO 1. Intersección camino de la escuela con camino hacia el barrio de Langre.

Fotografía nº 563: (Página 518) Edificio Langre – CAMINO 1. Intersección camino de la escuela con camino hacia el barrio de Langre.

Fotografía nº 564: (Página 519) Edificio Langre – CAMINO 1. Intersección camino de la escuela con camino hacia el barrio de Langre.

Fotografía nº 565: (Página 521) Edificio Langre – CAMINO 2. Camino hacia vivienda Langre – 13 BIS. A la izquierda del camino de la escuela.

Fotografía nº 566: (Página 521) Edificio Langre – CAMINO 2. Camino hacia vivienda Langre – 13 BIS. A la izquierda del camino de la escuela.

Fotografía nº 567: (Página 522) Edificio Langre – CAMINO 2. Camino hacia vivienda Langre – 13 BIS. A la izquierda del camino de la escuela.

Fotografía nº 568: (Página 525) Edificio Langre – 201. Fachada principal.

Fotografía nº 569: (Página 525) Edificio Langre – 201. Fachada posterior. Detalle de columna y solera.

Fotografía nº 570: (Página 526) Edificio Langre – 201. Fachada posterior. Detalle de cerramiento sobre porche.

Fotografía nº 571: (Página 526) Edificio Langre – 201. Fachada posterior. Detalle de columna.

Fotografía nº 572: (Página 527) Edificio Langre – 201. Fachada posterior. Detalle de columna.

Fotografía nº 573: (Página 527) Edificio Langre – 201. Fachada cuadras (frente a fachada posterior). Detalle de pilar.

Fotografía nº 574: (Página 528) Edificio Langre – 201. Fachada cuadras (frente a fachada posterior) detalle de la unión viga-pilar.

Fotografía nº 575: (Página 531) Edificio Langre – 202. Fachada principal-lateral izquierda (calle de la Iglesia).

Fotografía nº 576: (Página 531) Edificio Langre – 202. Pajar. Al lado de vivienda. Detalle de entramado de madera.

Fotografía nº 570: (Página 532) Edificio Langre – 202. Fachada principal-lateral izquierda.

Fotografía nº 578: (Página 532) Edificio Langre – 202. Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 579: (Página 533) Edificio Langre – 202. Fachada principal. Entrada a la vivienda. Detalle de la unión de pilar de nueva construcción con construcción antigua.

Fotografía nº 580: (Página 533) Edificio Langre – 202. Pajar. Al lado de la vivienda. Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 581: (Página 536) Edificio Langre – 202-1. Fachada principal.

Fotografía nº 582: (Página 539) Edificio Langre – 202-2. Fachada principal.

Fotografía nº 583: (Página 542) Edificio Langre – 202-3. Fachada principal.

Fotografía nº 584: (Página 545) Edificio Langre – 203. Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 585: (Página 545) Edificio Langre – 203. Fachada lateral izquierda. Testigos para comprobación.

Fotografía nº 586: (Página 546) Edificio Langre – 203. Fachada principal.

Fotografía nº 587: (Página 546) Edificio Langre – 203. Fachada principal. Detalle de grieta. Testigos para comprobación.

Fotografía nº 588: (Página 547) Edificio Langre – 203. Fachada principal. Detalle de grieta. Testigos para comprobación.

Fotografía nº 589: (Página 550) Edificio Langre – 204. Fachada principal. Esquina izquierda.

Fotografía nº 590: (Página 550) Edificio Langre – 204. Fachada principal.

Fotografía nº 591: (Página 551) Edificio Langre – 204. Fachada principal-lateral derecha. Detalle de esquina.

Fotografía nº 592: (Página 551) Edificio Langre – 204. Detalle de forjado adosado a la fachada posterior.

Fotografía nº 593: (Página 545) Edificio Langre – 205. Fachada principal.

Fotografía nº 594: (Página 545) Edificio Langre – 205. Fachada principal. Detalle.

Fotografía nº 595: (Página 555) Edificio Langre – 205. Fachada lateral derecha (frente a la Iglesia).

Fotografía nº 596: (Página 555) Edificio Langre – 205. Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 597: (Página 556) Edificio Langre – 205. Fachada principal. Detalle esquina izquierda.

Fotografía nº 598: (Página 559) Edificio Langre – 206. Fachada principal. Unión con Langre - 205.

Fotografía nº 599: (Página 559) Edificio Langre – 206. Fachada principal. Detalle sobre dintel-cargadero.

Fotografía nº 600: (Página 564) Edificio Langre – 208. Fachada principal. En segundo plano Langre - 207.

Fotografía nº 601: (Página 567) Edificio Langre – 209. Fachada principal. Raseado.

Fotografía nº 602: (Página 567) Edificio Langre – 209. Fachada principal. Detalle en puerta grande.

Fotografía nº 603: (Página 570) Edificio Langre – 210. Fachada principal. Detalle de piedra en montante izquierdo de la puerta grande. Vista de frente.

Fotografía nº 604: (Página 570) Edificio Langre – 210. Fachada principal. Detalle de piedra en montante izquierdo de la puerta grande. Vista lateral.

Fotografía nº 605: (Página 571) Edificio Langre – 210. Fachada lateral derecha. Detalle de corredor.

Fotografía nº 606: (Página 571) Edificio Langre – 210. Fachada lateral derecha. Detalle de columna de corredor.

Fotografía nº 607: (Página 572) Edificio Langre – 210. Fachada principal. Corredores en los dos extremos de la casa (izquierdo y derecho).

Fotografía nº 608: (Página 575) Edificio Langre – 211. Fachada principal.

Fotografía nº 609: (Página 575) Edificio Langre – 211. Fachada principal.

Fotografía nº 610: (Página 578) Edificio Langre – 212. Rotonda. Raseado pintado en blanco.

Fotografía nº 611: (Página 578) Edificio Langre – 212. Rotonda. Raseado pintado en blanco. Detalle de grietas.

Fotografía nº 612: (Página 579) Edificio Langre – 212. Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 613: (Página 579) Edificio Langre – 212. Fachada principal. Corredor sobre columnas.

Fotografía nº 614: (Página 580) Edificio Langre – 212. Rotonda. Raseado pintado en blanco. Detalle de grietas.

Fotografía nº 615: (Página 580) Edificio Langre – 212. Rotonda. Raseado pintado en blanco. Detalle de grietas.

Fotografía nº 616: (Página 585) Edificio Langre – 214. Fachada principal. Corredor cerrado al fondo a la derecha.

Fotografía nº 617: (Página 585) Edificio Langre – 214. Fachada lateral izquierda, corredor en primer plano. Detalle de grieta al fondo del corredor.

Fotografía nº 618: (Página 588) Edificio Langre – 215. Fachada principal. Corredor cerrado.

Fotografía nº 619: (Página 591) Edificio Langre – 216. Fachada principal. Detalle alero.

Fotografía nº 620: (Página 591) Edificio Langre – 216. Fachada lateral izquierda.

Fotografía nº 621: (Página 592) Edificio Langre – 216. Fachada principal. Detalle cargadero en planta baja.

Fotografía nº 622: (Página 592) Edificio Langre – 216. Fachada principal. Detalle cargadero en planta baja.

Fotografía nº 623: (Página 593) Edificio Langre – 216. Fachada principal.

Fotografía nº 624: (Página 593) Edificio Langre – 216. Fachada principal. Detalle esquina superior derecha.

Fotografía nº 625: (Página 594) Edificio Langre – 216. Fachada principal. Detalle lateral ventana de primera planta.

Fotografía nº 626: (Página 597) Edificio Langre – 217. Fachada lateral derecha. Detalle de zuncho.

Fotografía nº 627: (Página 600) Edificio Langre – 218. Fachada principal. Edificio en construcción.

Fotografía nº 628: (Página 600) Edificio Langre – 218. Fachada principal. Detalle de fisuras en la unión pilar-viga.

Fotografía nº 629: (Página 602) Edificio Langre – 301. Vista de edificación.

Fotografía nº 630: (Página 602) Edificio Langre – 301. Vista de edificación.

Fotografía nº 631: (Página 605) Edificio Langre – 302. Vista de situación.

Fotografía nº 632: (Página 607) Edificio Langre – 303. Vista de situación.

Fotografía nº 633: (Página 607) Edificio Langre – 303. Vista de conjunto.

Fotografía nº 634: (Página 609) Edificio Langre – 304. Vista del muro al lado del camino.

Fotografía nº 635: (Página 609) Edificio Langre – 304. Vista de la construcción (detrás del muro).

Fotografía nº 636: (Página 611) Edificio Langre – 305 y 306. Vista desde el corral.

Fotografía nº 637: (Página 611) Edificio Langre – 305 y 306. Vista desde el corral.

Fotografía nº 638: (Página 612) Edificio Langre – 305 y 306. Fachada principal.

Fotografía nº 639: (Página 612) Edificio Langre – 305 y 306. Portal. Zona bajo el corredor.

Fotografía nº 640: (Página 614) Edificio Langre – 317. Vista de conjunto.

Fotografía nº 641: (Página 616) Edificio Langre – 325. Fachada principal. Detalle de grieta.

Fotografía nº 642: (Página 616) Edificio Langre – 325. Fachada principal. Detalle de grieta en piedra.

Fotografía nº 643: (Página 617) Edificio Langre – 325. Fachada principal.

Fotografía nº 644: (Página 617) Edificio Langre – 325. Vista de conjunto.

Fotografía nº 645: (Página 639). Panorámica del pueblo de Langre. Cuatro zonas.

Fotografía nº 646: (Página 640). Panorámica de la Zona 1.

Fotografía nº 647: (Página 641). Panorámica de la Zona 2.

Fotografía nº 648: (Página 642). Panorámica de la Zona 3.

Fotografía nº 649: (Página 643). Panorámica de la Zona 4.

Fotografía nº 650: (Página 648) Zona 1: Sur. Entrada Pueblo. Edificio nº 83 / Edificio Langre – 2. Comparativa de grietas en la fachada 1995/2007.

Fotografía nº 651: (Página 649) Zona 1: Sur. Entrada Pueblo. Edificio Langre – 9. Comparativa de grietas en la fachada 1995/2007.

Fotografía nº 652: (Página 650) Zona 1: Sur. Entrada Pueblo. Edificio nº 84 / Edificio Langre – 1. Comparativa de grietas en la fachada 1995/2007.

Fotografía nº 653: (Página 651) Zona 1: Sur. Entrada Pueblo. Edificio nº 86 / Edificio Langre - 3 TER. Estado del arco en 2007.

Fotografía nº 654: (Página 652) Zona 1: Sur. Entrada Pueblo. Edificio nº 85 / Edificio Langre – 3. Panorámica en 2007.

Fotografía nº 655: (Página 653) Zona 1: Sur. Entrada Pueblo. Edificio nº 85 / Edificio Langre – 3. Comparativa de fachadas 1995/2007.

Fotografía nº 656: (Página 654) Zona 1: Sur. Entrada Pueblo. Edificio nº 85 / Edificio Langre – 3. Comparativa de grietas en fachada 1995/2007.

Fotografía nº 657: (Página 654) Zona 1: Sur. Entrada Pueblo. Edificio nº 85 / Edificio Langre – 3. Comparativa de grietas en el camino 1995/2007.

Fotografía nº 658: (Página 655) Zona 1: Sur. Entrada Pueblo. Edificio nº 85 / Edificio Langre – 3. Fisuras en los contornos de la ventana 1995/2007.

Fotografía nº 659: (Página 655) Zona 1: Sur. Entrada Pueblo. Edificio nº 85 / Edificio Langre – 3. Fisuras en los contornos de la ventana 2007.

Fotografía nº 660: (Página 656) Zona 3: Este. Edificio Langre – CAMINO 1. Intersección camino de la escuela con camino hacia el barrio de Langre 1995.

Fotografía nº 661: (Página 656) Zona 3: Este. Edificio Langre – CAMINO 1. Intersección camino de la escuela con camino hacia el barrio de Langre 1995.

Fotografía nº 662: (Página 657) Zona 3: Este. Edificio nº 6 / Edificio Langre – 16. Comparativa grietas en fachada 1995/2007.

Fotografía nº 663: (Página 658) Zona 3: Este. Edificio nº 3 / Edificio Langre – 13 BIS. Comparativa grietas en fachada 1995/2007.

Fotografía nº 664: (Página 659) Zona 3: Este. Edificio Langre – CANCHA. Comparativa grietas en firme 1995/2007.

Fotografía nº 665: (Página 660) Zona 3: Este. Edificio nº 4 / Edificio Langre – 13. Panorámica en 2007.

Fotografía nº 666: (Página 661) Zona 3: Este. Edificio nº 4 / Edificio Langre – 13. Comparativa fachada principal 1995/2007.

Fotografía nº 667: (Página 662) Zona 3: Este. Edificio nº 4 / Edificio Langre – 13. Comparativa grieta en fachada principal, debajo del corredor 1995/2007.

Fotografía nº 668: (Página 662) Zona 3: Este. Edificio nº 4 / Edificio Langre – 13. Comparativa grieta en fachada principal, al lado de la puerta 1995/2007.

Fotografía nº 669: (Página 663) Zona 3: Este. Edificio nº 4 / Edificio Langre – 13. Comparativa de grieta en el corredor 1995/2007.

Fotografía nº 670: (Página 663) Zona 3: Este. Edificio nº 4 / Edificio Langre – 13. Comparativa del apoyo de la viga, grieta del corredor 1995/2007.

Fotografía nº 671: (Página 664) Zona 3: Este. Edificio nº 4 / Edificio Langre – 13. Comparativa I de grietas en construcción anexa 1995/2007.

Fotografía nº 672: (Página 664) Zona 3: Este. Edificio nº 4 / Edificio Langre – 13. Comparativa II de grietas en construcción anexa 1995/2007.

Fotografía nº 673: (Página 665) Zona 3: Este. Edificio nº 4 / Edificio Langre – 13. Comparativa III de grietas en construcción anexa 1995/2007.

Fotografía nº 674: (Página 666) Zona 3: Norte. Edificio Langre nº Nuevo / Edificio Langre – NUEVO. Panorámica en 2007.

Fotografía nº 675: (Página 667) Zona 3: Norte. Edificio nº nuevo/Edificio Langre – NUEVO. Detalle de agrietamiento en fachada lateral derecha 2007.

Fotografía nº 676: (Página 668) Zona 3: Norte. Edificio nº nuevo/Edificio Langre – NUEVO. Detalle de agrietamiento en fachada principal 2007.

Fotografía nº 677: (Página 668) Zona 3: Norte. Edificio nº nuevo/Edificio Langre – NUEVO. Detalle de grieta en el apoyo en viga sobre columna 2007.

Fotografía nº 678: (Página 669) Zona 3: Norte. Edificio nº nuevo/Edificio Langre – NUEVO. Fachada de módulo izquierdo 2007.

Fotografía nº 679: (Página 669) Zona 3: Norte. Edificio nº nuevo/Edificio Langre – NUEVO. Detalle de grieta del modulo izquierdo de la vivienda 2007.

Fotografía nº 680: (Página 670) Zona 3: Norte. Edificio nº nuevo/Edificio Langre – NUEVO. Detalle de grieta entre puerta derecha y ventana 2007.

Fotografía nº 681: (Página 670) Zona 3: Norte. Edificio nº nuevo/Edificio Langre – NUEVO. Detalle de grietas en la zona de la puerta de entrada 2007.

Fotografía nº 682: (Página 671) Zona 3: Norte. Edificio nº nuevo/Edificio Langre – NUEVO. Detalle de grietas en las escaleras de entrada 2007.

Fotografía nº 683: (Página 671) Zona 3: Norte. Edificio nº nuevo/Edificio Langre – NUEVO. Detalle de grietas en la fachada lateral izquierda 2007.

Fotografía nº 684: (Página 672) Zona 3: Norte. Edificio nº nuevo/Edificio Langre – NUEVO. Detalle de grietas en la pared contigua a la fachada lateral izquierda 2007.

Fotografía nº 685: (Página 674) Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia. Edificio nº 37 / Edificio Langre – 201. Comparativa de detalle de la columna 1995/2007.

Fotografía nº 686: (Página 675) Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia. Edificio nº 38 / Edificio Langre – 202. Comparativa de grietas 1995/2007.

Fotografía nº 687: (Página 676) Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia. Edificio nº 42 / Edificio Langre – 203. Comparativa de grietas 1995/2007.

Fotografía nº 688: (Página 677) Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia. Edificio nº 44 / Edificio Langre – 205. Comparativa de grietas 1995/2007.

Fotografía nº 689: (Página 679) Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia. Edificio nº 55 / Edificio Langre – IGLESIA. Detalles del refuerzo de la cimentación 2007.

Fotografía nº 690: (Página 681) Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia. Edificio nº 55 / Edificio Langre – IGLESIA. Detalles de reparación de la cubierta 2007.

Fotografía nº 691: (Página 681) Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia. Edificio nº 55 / Edificio Langre – IGLESIA. Detalles de las bajantes terminadas en tubos de hierro 2007.

Fotografía nº 692: (Página 683) Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia. Edificio nº 55 / Edificio Langre – IGLESIA. Fachada posterior rehabilitada 2007.

Fotografía nº 693: (Página 683) Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia. Edificio nº 55 / Edificio Langre – IGLESIA. Comparativa I de la Iglesia 1995/2007.

Fotografía nº 694: (Página 684) Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia. Edificio nº 55 / Edificio Langre – IGLESIA. Comparativa II de la Iglesia 1995/2007.

Fotografía nº 695: (Página 684) Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia. Edificio nº 55 / Edificio Langre – IGLESIA. Comparativa del dintel de la puerta 1995/2007.

Fotografía nº 696: (Página 685) Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia. Edificio nº 55 / Edificio Langre – IGLESIA. Comparativa fachada lateral derecha 1995/2007.

Fotografía nº 697: (Página 686) Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia. Edificio nº 55 / Edificio Langre – IGLESIA. Comparativa I fachada principal 1995/2007.

Fotografía nº 698: (Página 687) Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia. Edificio nº 55 / Edificio Langre – IGLESIA. Comparativa II fachada principal 1995/2007.

Fotografía nº 699: (Página 687) Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia. Edificio nº 55 / Edificio Langre – IGLESIA. Comparativa de la torre izquierda 1995/2007.

Fotografía nº 700: (Página 688) Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia. Edificio nº 55 / Edificio Langre – IGLESIA. Pared lateral de la torre izquierda 2007.

Fotografía nº 701: (Página 688) Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia. Edificio nº 55 / Edificio Langre – IGLESIA. Vista interior 2007.

Fotografía nº 702: (Página 689) Zona 4: Oeste. Iglesia Santa Eulalia. Edificio nº 55 / Edificio Langre – IGLESIA. Vista interior. Desconchamiento en el coro 2007.

Fotografía nº 703: (Página 690) Zona 3: Este. Edificio nº 4 / Edificio Langre – 13. Comparativa del apoyo de la viga, grieta del corredor 1995/2007.

5. ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico nº 1: (Página 91) Efecto de la profundidad sobre la pendiente máxima inducida en superficie (N.C.B.).

Gráfico nº 2: (Página 92) Nomograma para la determinación de cambio de longitud en una estructura de superficie, para diferentes profundidades y potencias de explotación (N.C.B.).

Gráfico nº 3: (Página 93) Nomograma para la determinación la anchura de pista para corregir el efecto de la curvatura del terreno en estructuras superficiales (N.C.B.).

Gráfico nº 4: (Página 629) Hundimiento producido en el caso de explotarse al completo la capa "Bienhallada".

Gráfico nº 5: (Página 629) Desplazamiento horizontal producido en el caso de explotarse la capa "Bienhallada".

Gráfico nº 6: (Página 630) Hundimiento producido en el caso de explotarse la capa "Bienhalladas" dejando los macizos que se indican en el gráfico nº 2.

Gráfico nº 7: (Página 630) Desplazamiento horizontal producido en el caso de explotarse la capa "Bienhalladas" dejando los macizos que se indican en el gráfico nº 2.

Gráfico nº 8: (Página 631) Hundimiento producido en el caso de explotarse la capa "Bienhalladas" dejando los macizos que se indican en el gráfico nº 2 y explotando la "Perdiz" entre las galerías E11 10 BIS CENTRO y E11 2 CENTRO.

Gráfico nº 9: (Página 631) Desplazamiento horizontal producido en el caso de explotarse la capa "Bienhalladas" dejando los macizos que se indican en el gráfico nº 2 y explotando la "Perdiz" entre las galerías E11 10 BIS CENTRO y E11 2 CENTRO.

Gráfico nº 10: (Página 632) Zoom de hundimiento producido en el caso de explotarse la capa "Bienhalladas" dejando los macizos que se indican en el

gráfico nº 2 y explotando la "Perdiz" entre las galerías E11 10 BIS CENTRO y E11 2 CENTRO (parte superior derecha del gráfico nº7).

Gráfico nº 11: (Página 632) Hundimiento producido en el caso de explotarse la capa "Bienhalladas" dejando los macizos que se indican en el gráfico nº 2 y explotando la "Perdiz" entre las galerías E11 10 BIS CENTRO y E11 3 CENTRO.

Gráfico nº 12: (Página 633) Desplazamiento horizontal producido en el caso de explotarse la capa "Bienhalladas" dejando los macizos que se indican en el gráfico nº 2 y explotando la "Perdiz" entre las galerías E11 10 BIS CENTRO y E11 3 CENTRO.

Gráfico nº 13: (Página 633) Hundimiento producido por la explotación completa de las capas "Bienhallada y Perdiz".

Gráfico nº 14: (Página 634) Desplazamiento horizontal producido por la explotación completa de las capas "Bienhallada y Perdiz".

6. ÍNDICE DE PLANOS

Plano nº 1: (Página 98) Ubicación de Langre en España.

Plano nº 2: (Página 98) Ubicación de Langre en la provincia de León.

Plano nº 3: (Página 102) Situación de los Edificios en Langre.

Plano nº 4: (Página 406) Situación Edificio Langre - 1.

Plano nº 5: (Página 410) Situación Edificio Langre – 1 BIS.

Plano nº 6: (Página 414) Situación Edificio Langre - 2.

Plano nº 7: (Página 418) Situación Edificio Langre - 3.

Plano nº 8: (Página 425) Situación Edificio Langre - 3 BIS.

Plano nº 9: (Página 428) Situación Edificio Langre - 3 TER.

Plano nº 10: (Página 431) Situación Edificio Langre - 4.

Plano nº 11: (Página 434) Situación Edificio Langre - 5.

Plano nº 12: (Página 437) Situación Edificio Langre - 6.

Plano nº 13: (Página 442) Situación Edificio Langre - 7.

Plano nº 14: (Página 445) Situación Edificio Langre - 8.

Plano nº 15: (Página 449) Situación Edificio Langre - 9.

Plano nº 16: (Página 453) Situación Edificio Langre - 10.

Plano nº 17: (Página 456) Situación Edificio Langre - 11.

Plano nº 18: (Página 459) Situación Edificio Langre - 12.

Plano nº 19: (Página 462) Situación Edificio Langre - 13.

Plano nº 20: (Página 473) Situación Edificio Langre - 13 BIS.

Plano nº 21: (Página 477) Situación Edificio Langre - 14.

Plano nº 22: (Página 481) Situación Edificio Langre - 15.

Plano nº 23: (Página 488) Situación edificio Langre - 16.

Plano nº 24: (Página 493) Situación Edificio Langre - 17.

Plano nº 25: (Página 498) Situación Edificio Langre - 18.

Plano nº 26: (Página 501) Situación Edificio Langre - IGLESIA.

Plano nº 27: (Página 524) Situación Edificio Langre - 201.

Plano nº 28: (Página 530) Situación Edificio Langre - 202.

Plano nº 29: (Página 535) Situación Edificio Langre - 202-1.

Plano nº 30: (Página 538) Situación Edificio Langre - 202-2.

Plano nº 31: (Página 541) Situación Edificio Langre - 202-3.

Plano nº 32: (Página 544) Situación edificio Langre - 203.

Plano nº 33: (Página 549) Situación Edificio Langre - 204.

Plano nº 34: (Página 553) Situación Edificio Langre - 205.

Plano nº 35: (Página 558) Situación Edificio Langre - 206.

Plano nº 36: (Página 561) Situación Edificio Langre - 207.

Plano nº 37: (Página 563) Situación Edificio Langre - 208.

Plano nº 38: (Página 566) Situación Edificio Langre - 209.

Plano nº 39: (Página 569) Situación Edificio Langre - 210.

Plano nº 40: (Página 574) Situación Edificio Langre - 211.

Plano nº 41: (Página 577) Situación Edificio Langre - 212.

Plano nº 42: (Página 582) Situación Edificio Langre - 213.

Plano nº 43: (Página 584) Situación Edificio Langre - 214.

Plano nº 44: (Página 587) Situación Edificio Langre - 215.

Plano nº 45: (Página 590) Situación Edificio Langre - 216.

Plano nº 46: (Página 596) Situación Edificio Langre - 217.

Plano nº 47: (Página 599) Situación Edificio Langre - 218.

Plano nº 48: (Página 604) Situación Edificio Langre - 302.

Plano nº 49: (Página 628). Plano de labores en la zona de Langre y del barrio de Langre (año 1995).

Plano nº 50: (Página 628) Plano de labores. Corte AA'.

Subsidencia:
Efectos sobre construcciones y medidas correctoras

Página nº 778
Tesis Doctoral

Plano nº 51: (Página 635) Plan de actuación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

[1] OTEO, C.S. y SAGASETA, C. (1974): "Análisis teórico de la Subsidencia originada por la excavación de túneles". Comunicaciones del 1^{er} Simposio Nacional de Túneles, Madrid.

[2] SHADBOLT, C.H. (1978): "Mining subsidence: historical review and state of the art". Proc., Conf. on Large Ground Movements and Structures. Cardiff, Wales, pp. 705-748.

[3] MOYA, J.F.; OTEO, C.S. y SAGASETA, C. (1981): "Predicción de Asientos producidos por la excavación de túneles". Simposio sobre el uso industrial del subsuelo de Madrid, Madrid.

[4] KRATZSCH, H. (1982): "Mining subsidence engineering". Berlin.

[5] TSUR LAVIE, Y. (1984): "Geometry of subsidence associated with long wall mining. Ground movements and structures". Proc. Int. Conf., 3rd; Denekamp, S.A. Wales, pp. 325-337.

[6] KARMIS, M.; TRIPLET, T.; SCHILIZZI, P. (1984): "Recent developments in subsidence prediction and control for the eastern u.s. coalfields". Proc. 25th U.S. Symposium on Rock Mechanics. NY, USA, pp. 713-721.

[7] RAMÍREZ OYANGUREN, P.; RAMBAUD PÉREZ, C.; DEL OLMO ALONSO, C.; CELADA TAMANES, B.; PERNÍA LLERA, J.M. y CAMPOS DE ORELLANA, A.J. (1986): "Hundimientos Mineros. Métodos de Cálculo". Instituto Tecnológico y Geológico de España, Madrid.

[8] RAMÍREZ OYANGUREN, P.; RAMBAUD PÉREZ, C.; DEL OLMO ALONSO, C.; CELADA TAMANES, B.; PERNÍA LLERA, J.M. y CAMPOS DE ORELLANA, A.J. (1986): "Estudio de la influencia ambiental producida por la Subsidencia minera en explotaciones subterráneas de carbón. Normativas". Instituto Tecnológico y Geológico de España, Madrid.

[9] WHITTAKER, B.N. y REDDISH, D.J. (1989): "Subsidence occurrence prediction and control". Elsevier. Developments in Geotechnical Engineering, Vol. 56. Amsterdam.

[10] CELADA TAMANES, B. y FARIAS SEIFERT, J. (1989): "Inventario del estado de los Edificios de Langre. Octubre 1989". Geocontrol S.A.

[11] JAROSZ, A.; KARMIS, M. y SROKA, A. (1990): "Subsidence development with time - experiences from longwall operations in the appalachian coalfield". Int. J. Mining and Geological Engineering, 8, USA, pp. 261-273.

[12] A. I. JOHNSON (1991): "Proceedings of the Fourth International Symposium on Land Subsidence". IAHS Publication. Houston, Texas.

[13] GONZÁLEZ NICIEZA, C. y TORAÑO ALVAREZ, J. (1992): "Efectos de la Subsistencia sobre las Construcciones en Superficie". Anales de Ingeniería Mecánica, Madrid, pp. 201-205.

[14] FERNÁNDEZ RABASA, M. (1994): "Proyecto Fin de Carrera: Influencia de las obras subterráneas en la superficie, análisis de la Subsistencia en explotaciones mineras". Escuela Técnica y Superior de Ingenieros de Minas, León.

[15] GONZÁLEZ BUELGA, M^a T. (1995): "Tesis Doctoral: Caracterización geomecánica y valoración geotécnica de materiales rocosos del paleozoico inferior en la cuenca alta del río Bernesga, León". Universidad de Oviedo, Departamento de Geología.

[16] BELLA GARCÍA, A. (1995): "Tesis Doctoral: Aspectos gráficos en la predicción de la Subsistencia". Escuela Técnica y Superior de Ingenieros de Minas, Oviedo, pp. 15-69.

[17] LLAMAS GARCÍA, B.; PRIETO TERCERO, S.; OVIEDO PACIOS, G.; FERNÁNDEZ RABASA, M.; TORAL DOMÍNGUEZ, G.; DE BENITO, L.; ALFAJEME DÍEZ, S.; VÁZQUEZ SILVA, D.; MORETÓN GETINO, M.A. y ROY RAMOS, L. (1995): "Estudio del pueblo de Langre". Junta de Castilla y León. Dirección General de Industria, Energía y Minas. Servicio de Minas.

[18] LLAMAS GARCÍA, B.; PRIETO TERCERO, S.; OVIEDO PACIOS, G.; FERNÁNDEZ RABASA, M.; TORAL DOMÍNGUEZ, G.; DE BENITO, L.; ALFAJEME DÍEZ, S.; VÁZQUEZ SILVA, D.; MORETÓN GETINO, M.A. y ROY RAMOS, L. (1995): "Estudio previo de influencia en superficie de posibles explotaciones futuras de carbón". Junta de Castilla y León. Dirección General de Industria, Energía y Minas. Consejería de Economía y Hacienda.

[19] SANTOS, A. (1997): "Inyecciones de impregnación y fracturación". Curso sobre técnicas generales de refuerzo del terreno y sus aplicaciones. CEDEX, Madrid.

[20] OTEO, C.S. y RODRIGUEZ ORTÍZ, J.M. (1997): "Subsidencia y Auscultación en los túneles del Metro de Madrid". Las obras de ampliación del Metro de Madrid. Revista de Obras Públicas nº 3.369, pp. 49-68.

[21] BIELZA, A. (1999): "Manual de Técnicas de Mejora del terreno". Madrid, Ed. Carlos López Jimeno.

[22] RODRIGUEZ DIEZ, R. (1999): "Tesis Doctoral: Subsidencia en la explotación de capas de carbón inclinadas y verticales. Teoría de la múltiple cubeta de hundimiento y modelo de predicción mediante funciones perfil". Escuela Técnica y Superior de Ingenieros de Minas, Oviedo, Dpto.: Explotación y Prospección de Minas.

[23] SIMIC, D. (2000): "Movimientos del terreno entorno a túneles excavados y su incidencia sobre edificaciones. Aplicación al proyecto y construcción de las obras del Metro". Simposio sobre Geotecnia de las Infraestructuras del Transporte, Barcelona, pp. 813-826.

[24] ÁLVAREZ FERNÁNDEZ, I.; ARIZNAVARRETA FERNÁNDEZ, F.; RODRÍGUEZ DÍAZ, M.A. y DÍAZ AGUADO, M. B. (2000): "X congreso internacional de ingeniería gráfica: Simulación de Subsidencia por diferencias finitas usando almec". Escuela Técnica y Superior de Ingenieros de Minas, Oviedo, Dpto.: Explotación y Prospección de Minas.

[25] ÁLVAREZ ALONSO, A. (2007): "Proyecto Fin de Carrera: Langre, Efectos de la Subsidencia a la largo del tiempo". Escuela Técnica y Superior de Ingenieros de Minas, León, pp. 6-170.

[26] PACHECO MARTÍNEZ, J. (2007): "Tesis Doctoral: Modelo de Subsidencia del valle de Querétaro y predicción de agrietamientos superficiales". Centro de Geociencias, UNAM campus Juriquilla, México, pp. 7-18.

[27] DE JUSTO ALPAÑÉS, J.L; JUSTO MOSCARDÓ, E. y DURAND NEYRA, P. (2008): "Revista de Ingeniería civil nº 149: El metro como solución al problema del transporte metropolitano en Sevilla", pp. 5-20.

[28] DOMINGUEZ LUCENA, E. (2009): "Procedimientos constructivos de obras subterráneas". Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos Alfonso X el Sabio, Madrid, pp. 125-151.