



## ARQUITECTURA TÉCNICA PROYECTO FINAL DE CARRERA

VALORACIÓN ESTADÍSTICA DEL CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRAS EN  
LAS FASES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL, ZAPATAS Y LOSAS, Y  
FORJADOS DE ESTRUCTURA, UNIDIRECCIONAL Y BIDIRECCIONAL, EN LA ZONA  
DEL VALLÉS OCCIDENTAL

**Projectista:** M<sup>a</sup>José González Ramírez

**Directora:** Kàtia Gaspar Fàbregas

**Convocatoria:** Junio 2009

## Índice

Antecedentes .....	5
1. Presentación del estudio .....	7
2. Objetivos previstos .....	9
3. Análisis de las incidencias más frecuentes producidas en las obras .....	11
4. Análisis de las incidencias en la ejecución de las obras .....	25
4.1. Metodología de recogida de datos.....	25
4.2. Extracción de resultados.....	33
4.2.1. Cimentación por zapatas.....	34
4.2.2. Losas de cimentación.....	36
4.2.3. Forjados unidireccionales.....	38
4.2.4. Forjados bidireccionales.....	40
4.3. Valoración de resultados .....	42
5. Análisis de las incidencias de ejecución en los procesos de obra.....	49
5.1. Procesos de obra dependiendo del elemento estructural estudiado .....	50
5.1.1. Cimentación por zapatas.....	50
5.1.2. Losas de cimentación.....	52
5.1.3. Forjados unidireccionales.....	54
5.1.4. Forjados bidireccionales.....	56
5.2. Extracción de valores por proceso de obra.....	58
5.2.1. Cimentación por zapatas.....	58
5.2.1.2. Trabajos previos .....	61
5.2.1.3. Ferralla .....	63
5.2.1.4. Hormigonado .....	65
5.2.1.5. Acabados.....	68
5.2.2. Losas de cimentación.....	70
5.2.2.1. Movimiento de tierras .....	70
5.2.2.2. Trabajos previos .....	72

5.2.2.3. Ferralla .....	73
5.2.2.4. Hormigonado.....	75
5.2.2.5. Acabados .....	77
5.2.3. Forjados unidireccionales .....	79
5.2.3.1. Cimbrados y encofrados .....	79
5.2.3.2. Trabajos previos.....	81
5.2.3.3. Ferralla .....	82
5.2.3.4. Hormigonado.....	84
5.2.3.5. Acabados .....	86
5.2.4. Forjados bidireccionales .....	88
5.2.4.1. Cimbrados y encofrados .....	88
5.2.4.2. Trabajos previos.....	90
5.2.4.3. Ferralla .....	91
5.2.4.4. Hormigonado.....	93
5.2.4.5. Acabados .....	95
5.3. Valoración de resultados por procesos de obra .....	97
5.3.1. Cimentación por zapatas .....	98
5.3.1.1. Movimiento de tierras .....	98
5.3.1.2. Trabajos previos.....	100
5.3.1.3. Ferralla .....	101
5.3.1.4. Hormigonado.....	103
5.3.1.5. Acabados .....	104
5.3.2. Losas de cimentación .....	106
5.3.2.1. Movimiento de tierras .....	106
5.3.2.2. Trabajos previos.....	107
5.3.2.3. Ferralla .....	109
5.3.2.4. Hormigonado.....	110
5.3.2.5. Acabados .....	112
5.3.3. Forjados unidireccionales .....	113
5.3.3.1. Cimbrados y encofrados .....	113

5.3.3.2. Trabajos previos .....	115
5.3.3.3. Ferralla .....	116
5.3.3.4. Hormigonado .....	118
5.3.3.5. Acabados.....	119
5.3.4. Forjados bidireccionales.....	121
5.3.4.1. Cimbrados y encofrados.....	121
5.3.4.2. Trabajos previos .....	122
5.3.4.3. Ferralla .....	124
5.3.4.4. Hormigonado .....	125
5.3.4.5. Acabados.....	127
5.4. Obtención de datos conjuntos .....	129
6. Conclusiones extraídas del estudio.....	133
7. Localización de tablas .....	155
8. Localización de gráficos .....	161
9. Bibliografía .....	165
10. Agradecimientos.....	167

Dosier adjunto

Anejo 1: Extracción de incidencias más comunes producidas en las obras

Anejo 2: Extracción de incidencias en ejecución de obras

Anejo 3: Extracción de resultados del estudio

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

## Antecedentes

El sector de la construcción ha experimentado, durante estos últimos años, un creciente interés por la calidad, debido a, por una parte, que los clientes y usuarios son cada vez más exigentes y reclaman mayor calidad en un producto (obra). Por otra parte, las empresas constructoras, se han concienciado de que el “coste de la no- calidad” (fallos, retrasos, averías, repeticiones, etc.) llega a suponer entre el 5 y el 10% de la producción y/o ejecución de los proyectos.

Seguro que a todos nos suena la tan famosa LOE. Una ley muy esperada, que desde mayo de 2000 viene a cambiar algunos aspectos en la construcción de nuevas viviendas. Se ha hablado mucho sobre ella. También se ha opinado mucho. La Ley de Ordenación de la Edificación (conocida como la L.O.E.) supone un cambio importante en el sector de la construcción. Con el objetivo de garantizar la calidad de la construcción de edificios, se presentó el proyecto de ley el 15 de marzo de 1999. Proyecto que a pesar de haber sufrido cambios, mantiene el espíritu inicial, siendo aprobado y publicado en el BOE del noviembre del mismo año. No obstante, era el seis de mayo del año 2000 cuando esta ley entraba en vigor. A pesar de ello, no se esperaban cambios palpables hasta los dos años posteriores aproximadamente, dado que la misma ley establece que sus medidas se aplican en las licencias de edificación solicitadas a partir de su entrada en vigor.

De ahí que no se haga de esperar una variación inmediata en la construcción. Sin duda, esto respondería a la consciencia de los legisladores respecto la magnitud del cambio que acarrea esta ley. “Calidad en la edificación y responsabilidades definidas”. Este sería el lema de la ley que entra con el objetivo de regular un sector un tanto abandonado durante años, desde el punto de vista de la edificación. La ley establece un proceso que reglamenta los diferentes agentes que participan en una construcción, determinando sus obligaciones. Entre los que se incluyen el promotor, el constructor, el proyectista, y los responsables directos, tanto de la ejecución de la

obra como de su calidad. En cambio, la ley especifica las garantías, que básicamente han de cubrir el promotor y el constructor.

Estas garantías, en concepto de daños materiales por vicios y defectos en la construcción, suponen la obligatoriedad de contratación de tres seguros, entre los que figura el ya conocido seguro decenal. Seguro que cubriría defectos en la cimentación y estabilidad del edificio, por parte del promotor. A su vez, también quedaría en manos del promotor un segundo seguro de tres, dirigido a la cobertura de daños o defectos en la edificación que afecten a la habitabilidad.

Finalmente, el constructor habría de responsabilizarse del seguro para responder a los defectos de ejecución, aunque únicamente durante un año. Este último requisito también se podría cubrir mediante la retención del 5% del importe de la ejecución de obra. Sin duda, la nueva regulación supone cambios en la edificación. Cambios que muestran un interés por una calidad en la construcción de parte del Gobierno. Los compradores de vivienda nueva podrán empezar a sentirse seguros. A pesar de ello, sin duda el tiempo nos revelará las verdaderas consecuencias de esta nueva ley, que ya se calcula influirá en un incremento del precio final de la obra, aunque su verdadera carestía de cara al consumidor estará supeditada a la consecución de sus objetivos.

La seguridad de poder adquirir productos de calidad con garantía es algo que todos los sectores llevan años buscando, la nueva ley será el primer paso. Los buenos resultados no son producto del azar, y sin duda este paso hay que entenderlo desde esta perspectiva. Para ello, bastará con recordar el CTE, Código Técnico de la Edificación, que fija los requisitos básicos de calidad, cuestión que trajo consigo un largo debate.

## **1. Presentación del estudio**

El presente proyecto se titula VALORACIÓN ESTADÍSTICA DEL CONTRL DE EJECUCIÓN DE OBRAS EN LAS FASES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL, ZAPATAS Y LOSAS, Y FORJADOS DE ESTRUCTURA, UNIDIRECCIONAL Y BIDIRECCIONAL, EN LA ZONA DEL VALLES OCCIDENTAL.

Con el estudio, se pretenden evaluar aspectos referentes a la calidad de las construcciones y las incidencias realizadas más frecuentes.

Para ello, se someten a observación un total de 88 viviendas, unifamiliares y plurifamiliares de no más de cinco plantas, durante un periodo aproximado de 13 meses. Todos estos datos quedan plasmados en las tablas que forman parte del anexo 1.

Tal como se aclara en la designación del proyecto, las construcciones estudiadas se centralizan en la zona del Vallés Occidental, específicamente en las siguientes fases de construcción:

- Cimentación superficial:
  - Zapatas aisladas
  - Losas armadas
  
- Estructura:
  - Forjados unidireccionales
  - Forjados bidireccionales o reticulares



Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

El trabajo se desarrolla por fases con lo que se pretende obtener una base de datos que nos facilite la creación de unas fichas “check list” para utilizar en obra y permitir detectar posibles anomalías rápidamente.

## **2. Objetivos previstos**

La Ley de Ordenación de la Edificación ha generado una fuerte demanda de profesionales especializados en el Control de Calidad en la Edificación para su incorporación a los múltiples organismos y entidades de control técnico que operan en el mercado español actual.

Estas entidades han de estar capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones, de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Dichas áreas de conocimiento no forman parte en la actualidad de ninguno de los planes de estudio existentes en la universidad española, por lo que existe una demanda real del mercado para la formación y la especialización de Arquitectos, Arquitectos Técnicos e Ingenieros.

Es por esto que, por mi parte y desde el punto de vista de un Organismo de Control Técnico, he decidido aportar una serie de datos de las incidencias más frecuentes detectados en las construcciones con la finalidad de aportar una herramienta de trabajo útil, rápida y mejorada para los técnicos que nos encontramos a pie de obra.

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

### 3. Análisis de las incidencias más frecuentes producidas en las obras

Antes de comenzar de pleno con el estudio, vamos a pararnos a analizar las incidencias más comunes que se producen en las obras. Para llevar a cabo el análisis, haremos uso de la muestra de 88 obras, que posteriormente serán sometidas a observación de manera más individualizada.

Así pues, a continuación se presentan las construcciones junto con sus características más representativas. Se separan por municipios en diferentes tablas y a cada una de ellas se le aplica una clave de designación que está definido como V- nº.

Tabla número 1: Presentación de las construcciones en Barberà del Vallès

BARBERÀ DEL VALLES	
Designación de la obra	Descripción
V- 1	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+4PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.
V- 2	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.

Tabla número 2: Presentación de las construcciones en Castellar del Vallès

CASTELLAR DEL VALLÉS	
Designación de la obra	Descripción
V- 3	Edificio unifamiliar a los cuatro vientos de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 4	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.
V- 5	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+3PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 6	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Losa armada. Estructura: Forjado unidireccional.

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

V- 7	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Losa armada. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 8	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+1PP. Cimentación: Losa armada. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 9	Edificio unifamiliar a los cuatro vientos de PB+2PP. Cimentación: Losa armada. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 10	Edificio unifamiliar a los cuatro vientos de PB+3PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 11	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+3PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.

Tabla número 3: Presentación de las construcciones en Matadepera

MATADEPERA	
Designación de la obra	Descripción
V- 12	Edificio unifamiliar a los cuatro vientos de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 13	Edificio unifamiliar a los cuatro vientos de PB+3PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.
V- 14	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.
V- 15	Edificio unifamiliar a los cuatro vientos de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

Tabla número 4: Presentación de las construcciones en Montcada i Reixach

MONTCADA I REIXACH	
Designación de la obra	Descripción
V- 16	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+5PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.
V- 17	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+4PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.
V- 18	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 19	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+4PP. Cimentación: Losa armada. Estructura: Forjado reticular.

Tabla número 5: Presentación de las construcciones en Palau- Solità i Plegamans

PALAU- SOLITÀ I PLEGAMANS	
Designación de la obra	Descripción
V- 20	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Losa armada. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 21	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Losa armada. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 22	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+4PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.
V- 23	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+5PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.
V- 24	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Losa de cimentación. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 25	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Losa de cimentación. Estructura: Forjado unidireccional.

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

Tabla número 6: Presentación de las construcciones en Polinyà

POLINYÀ	
Designación de la obra	Descripción
V- 26	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+5PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.
V- 27	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+3PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.

Tabla número 7: Presentación de las construcciones en Rellinars

RELLINARS	
Designación de la obra	Descripción
V- 28	Edificio unifamiliar a los cuatro vientos de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 29	Edificio unifamiliar a los cuatro vientos de PB+1PP. Cimentación: Losa armada. Estructura: Forjado unidireccional.

Tabla número 8: Presentación de las construcciones en Ripollet

RIPOLLET	
Designación de la obra	Descripción
V- 30	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+3PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.
V- 31	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

Tabla número 9: Presentación de las construcciones en Rubí

RUBÍ	
Designación de la obra	Descripción
V- 32	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+3PP. Cimentación: Losa armada. Estructura: Forjado reticular.
V- 33	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.
V- 34	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+5PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.
V- 35	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+4PP. Cimentación: Losa armada. Estructura: Forjado reticular.
V- 36	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 37	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+3PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.



Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

Tabla número 10: Presentación de las construcciones en Sabadell

SABADELL	
Designación de la obra	Descripción
V- 38	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Losa armada. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 39	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+3PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.
V- 40	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+4PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 41	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+3PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.
V- 42	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+4PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 43	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+1PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 44	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+3PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 45	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.

Tabla número 11: Presentación de las construcciones en Sant Cugat del Vallés

SANT CUGAT DEL VALLÈS	
Designación de la obra	Descripción
V- 46	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+3PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.
V- 47	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+5PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.
V- 48	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+4PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

Tabla número 12: Presentación de las construcciones en Sant Llorenç de Savall

SANT LLORENÇ DE SAVALL	
Designación de la obra	Descripción
V- 49	Edificio unifamiliar a los cuatro vientos de PB+3PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado reticular.
V- 50	Edificio unifamiliar a los cuatro vientos de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.

Tabla número 13: Presentación de las construcciones en Sant Quirze del Vallès

SANT QUIRZE DEL VALLÈS	
Designación de la obra	Descripción
V- 51	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 52	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 53	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 54	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 55	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+4PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 56	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+5PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 57	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+4PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 58	Edificio plurifamiliar entre medianeras de PB+3PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

Tabla número 14: Presentación de las construcciones en Santa Perpetua de Mogoda

SANTA PERPETUA DE MOGODA	
Designación de la obra	Descripción
V- 59	Edificio pulrifamiliar entre medianeras de PB+3PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 60	Edificio pulrifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 61	Edificio pulrifamiliar entre medianeras de PB+4PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.

Tabla número 15: Presentación de las construcciones en Cerdanyola del Vallès

CERDANYOLA DEL VALLÈS	
Designación de la obra	Descripción
V- 62	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 63	Edificio pulrifamiliar entre medianeras de PB+3PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.

Tabla número 16: Presentación de las construcciones en Sentmenat

SENTMENAT	
Designación de la obra	Descripción
V- 64	Edificio pulrifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Losa armada. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 65	Edificio pulrifamiliar entre medianeras de PB+3PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.

Tabla número 17: Presentación de las construcciones en Terrassa

TERRASSA	
Designación de la obra	Descripción
V- 66	Edificio pulrifamiliar entre medianeras de PB+5PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 67	Edificio pulrifamiliar entre medianeras de PB+4PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 68	Edificio pulrifamiliar entre medianeras de PB+4PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 69	Edificio pulrifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 70	Edificio pulrifamiliar entre medianeras de PB+5PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 71	Edificio pulrifamiliar entre medianeras de PB+4PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 72	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 73	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 74	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 75	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 76	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

Tabla número 18: Presentación de las construcciones en Ullastrell

ULLASTRELL	
Designación de la obra	Descripción
V- 77	Edificio pulrifamiliar entre medianeras de PB+4PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 78	Edificio unifamiliar a los cuatro vientos de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 79	Edificio unifamiliar a los cuatro vientos de PB+1PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 80	Edificio unifamiliar a los cuatro vientos de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.

Tabla número 19: Presentación de las construcciones en Vacarisses

VACARISSES	
Designación de la obra	Descripción
V- 81	Edificio unifamiliar a los cuatro vientos de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 82	Edificio unifamiliar a los cuatro vientos de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.
V- 83	Edificio unifamiliar adosado de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 84	Edificio unifamiliar adosado de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.

Tabla número 20: Presentación de las construcciones en Valldoreix

VALLDOREIX	
Designación de la obra	Descripción
V- 85	Edificio unifamiliar entre medianeras de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 86	Edificio unifamiliar a los cuatro vientos de PB+2PP. Cimentación: Losa armada. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 87	Edificio unifamiliar a los cuatro vientos de PB+1PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado unidireccional.
V- 88	Edificio unifamiliar a los cuatro vientos de PB+2PP. Cimentación: Zapatas aisladas. Estructura: Forjado bidireccional.

Se cumplimenta la ficha adjunta en el anejo número 2 en la que se definen por columnas todas y cada una de las obras que forman nuestra muestra y las posibles incidencias que se detectan en las construcciones:

- Incidencias de ejecución
- Incidencias provocadas por los materiales o en los materiales
- Incidencias de proyecto
- Otros incidencias

Con los resultados obtenidos se realiza una gráfica que acota las incidencias totales producidas en las 88 obras de forma porcentual.

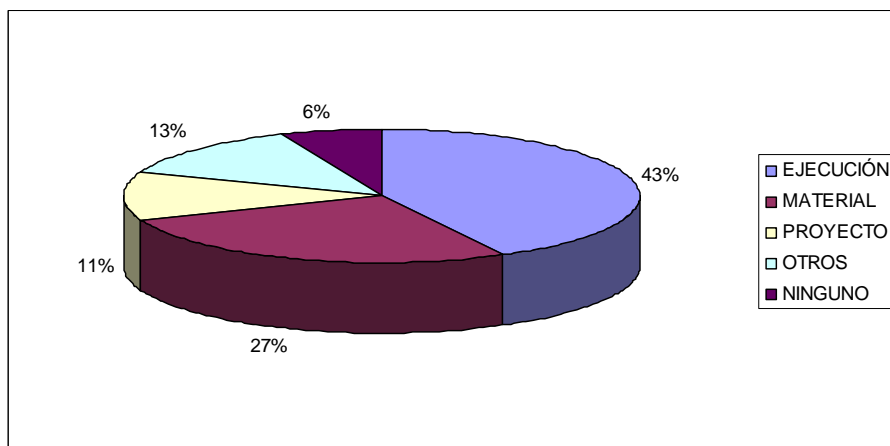


Gráfico número 1: Incidencias cometidas en las obras

Los resultados obtenidos, dan veracidad a lo que suponíamos, las incidencias de ejecución producidas en las obras suponen casi la mitad del total de defectos que pueden tener lugar en las construcciones.

Los factores que suelen influir en la problemática del proceso de ejecución son los siguientes:

- Características de trabajabilidad de los materiales. Este factor cubre aspectos muy amplios como puede ser el grado de humedad de la madera de encofrado, capacidad de doblado de los aceros, la consistencia del hormigón fresco (impuesta en el proyecto, pero variable según las condiciones de la obra), etc.
- El utillaje (herramienta, equipo) apropiado al grado de dificultad o complejidad de la estructura.
- Capacitación del personal. La construcción es la industria que absorbe con más rapidez la mano de obra no cualificada, procedente de otros medios, y cuando es insuficiente, puede ser fuente de errores.

- Adecuación de las técnicas utilizadas suele ser omitida en la documentación de proyecto. Esta situación debería ser resuelta por la dirección Facultativa y no por la experiencia del encargado de obra, como generalmente sucede.
- Previsión y organización de los tajos de hormigonado supone la creación de juntas de forma consciente, con un control adecuado de volúmenes y tiempos.



Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

## **4. Análisis de las incidencias en la ejecución de las obras**

Como se ha observado en el apartado anterior, las incidencias en el proceso de ejecución son los que mayor porcentaje de incidencia presenta, por lo que en este apartado, vamos a analizar todos los tipos de incidencias de ejecución producidos en las 88 obras de muestra presentadas anteriormente.

### **4.1. Metodología de recogida de datos**

En primer lugar se crearan unas tablas en las que se tienen en cuenta todos y cada uno de los puntos conflictivos de las construcciones. En nuestro caso, se crearan cuatro tablas distintas con las que recopilaremos la información necesaria para el proceso de nuestro estudio.

Dividiremos el estudio en fases, que se definirán como cada paso que estructura el proyecto.

La primera fase del estudio consiste en coger las obras sobre las que estamos trabajando, y por cada una de ellas se rellena una tabla para chequear la cimentación y otra para la estructura; variando en función del tipo de cimentación ejecutada: losas armadas o zapatas aisladas; y de la estructura: forjado unidireccional o bidireccional.

Las tablas a chequear incluyen todos aquellos puntos que se han considerado conflictivos en las visitas de obra realizadas durante el periodo de observación.

En el chequeo de la cimentación, en el caso de losas armadas se valoraron 54 parámetros, y en las zapatas aisladas un total de 60 parámetros.

La verificación de la estructura se realiza de la misma forma, en este caso en forjados unidireccionales se valoraron 75 parámetros y en forjados bidireccionales o reticulares 67 parámetros más.

Para poder trabajar más cómodamente, a cada uno de los parámetros de cada uno de los tipos de cimentación o estructura, se les ha asignado una codificación, tal como queda reflejado en las siguientes tablas:

Tabla número 21: Aspectos controlados en cimentación superficial de zapatas aisladas

Proceso de obra	Definición	Codificación
Movimiento de tierras	Diferencias del terreno con el informe geotécnico	CZ- 1
	Profundidad de excavación insuficiente	CZ- 2
	Profundidad de excavación excesiva	CZ- 3
	Aparición inesperada de nivel freático	CZ- 4
	Dimensiones de excavación en planta difieren a las requeridas	CZ- 5
Trabajos previos	Perfilado de paredes y limpieza de fondo inadecuada	CZ- 6
	No vertido de hormigón de limpieza	CZ- 7
	Espesor de hormigón de limpieza insuficiente	CZ- 8
	Terminación del hormigón de limpieza no uniforme	CZ- 9
	Inexistencia de encofrados en terrenos disgregados	CZ- 10
	Falta de estanquidad	CZ- 11
	Fijaciones insuficientes	CZ- 12
	Colocación de encofrados demasiado cerrados	CZ- 13
Ferralla	Incumplimiento de capacidades mecánicas	CZ- 14
	Colocación de diámetros incorrectos en zapatas	CZ- 15
	Separación de armaduras incorrecta	CZ- 16
	Las armaduras de las vigas no llegan a los pilares	CZ- 17
	Solapes de vigas inferiores a los exigidos	CZ- 18
	Anclajes de vigas inferiores a los exigidos	CZ- 19
	Omisión de colocación de un redondo en la zapata	CZ- 20
	Dimensiones insuficientes de parrilla	CZ- 21
	Patillas de las parrillas caídas	CZ- 22
	Disposición de enanos no corresponde con los planos	CZ- 23
	Colocación de diámetros incorrectos en los enanos	CZ- 24
	Falta de arrostramiento de los enanos	CZ- 25
	Longitud insuficiente en esperas de enanos	CZ- 26
	Escuadría de arranques de pilares incorrecta	CZ- 27
	Arranques de pilares girados (sentido apantallamiento)	CZ- 28
	Colocación inadecuada de las esperas del muro	CZ- 29
	Anclajes en muros inferiores a los exigidos	CZ- 30
	Longitud de esperas de los arranques de muro insuficientes	CZ- 31

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

	Omisión de colocación de un redondo en un muro	CZ- 32
	Atado insuficiente de las armaduras	CZ- 33
	Colocación de barras con límite elástico inferior	CZ- 34
	Colocación de estribos distintos a los proyectados	CZ- 35
	Ausencia de estribos en las cercanías de los nudos	CZ- 36
	Incorrecta limpieza y recepcionado	CZ- 37
	Colocación de separadores inadecuados o dispuestos en un número insuficiente	CZ- 38
Hormigonado	Separación entre pilares de junta de dilatación menor a la especificada	CZ- 39
	Realización de juntas de hormigonado en el interior de las zapatas	CZ- 40
	Canto de zapata menor al especificado	CZ- 41
	Dimensiones de zapata en planta inferiores a las especificadas	CZ- 42
	Superposición de dimensiones de zapatas	CZ- 43
	Canto de vigas menor al especificado	CZ- 44
	Dimensiones de muro inferiores a las de proyecto	CZ- 45
	No disponer de junta hidroexpansible en muro estando prevista	CZ- 46
	Vertido incorrecto del hormigón	CZ- 47
	Falta de tratamiento superficial en juntas constructivas importantes	CZ- 48
	Compactación inadecuada	CZ- 49
	Condiciones atmosféricas inadecuadas (sin $t^{\circ} < 5^{\circ}C$ )	CZ- 50
	Hormigonado por debajo de $5^{\circ}C$	CZ- 51
Acabados	Aparición de coqueas en zapatas y riostras	CZ- 52
	Abombamiento en el alzado de los muros	CZ- 53
	Aparición de coqueas en los alzados de los muros	CZ- 54
	Aparición de fisuras	CZ- 55
	Descantillados	CZ- 56
	Deformaciones	CZ- 57
	Apreciación de disgregación de hormigón	CZ- 58
	Curados inadecuados	CZ- 59
	Barras sin recubrimiento suficiente	CZ- 60

Tabla número 22: Aspectos controlados en cimentación superficial de losas armadas

Proceso de obra	Definición	Codificación
Movimiento de tierras	Diferencias del terreno con el informe geotécnico	CL- 1
	Profundidad de excavación insuficiente	CL- 2
	Profundidad de excavación excesiva	CL- 3
	Aparición inesperada de nivel freático	CL- 4
	Dimensiones de excavación en planta difieren a las requeridas	CL- 5
Trabajos previos	Perfilado de paredes y limpieza de fondo inadecuada	CL- 6
	No vertido de hormigón de limpieza	CL- 7
	Espesor de hormigón de limpieza insuficiente	CL- 8
	Terminación del hormigón de limpieza no uniforme	CL- 9
	Inexistencia de encofrados en terrenos disgregados	CL- 10
	Falta de estanquidad	CL- 11

	Fijaciones insuficientes	CL- 12
	Colocación de encofrados demasiado cerrados	CL- 13
Ferralla	Incumplimiento de capacidades mecánicas	CL- 14
	Arranque de pilares girados	CL- 15
	Escuadría de arranques de pilares incorrecta	CL- 16
	Longitud de esperas de enanos insuficiente	CL- 17
	Disposición de enanos no conforme a los planos	CL- 18
	Colocación de diámetros incorrectos en los enanos	CL- 19
	Falta de arriostramiento en los enanos	CL- 20
	Longitud de esperas de los arranques de muro insuficiente	CL- 21
	Colocación de esperas de muro inadecuadas	CL- 22
	Anclajes de muro inferiores a los exigidos	CL- 23
	Armaduras longitudinales de losa cortas	CL- 24
	Anclajes de losa inferiores a los exigidos	CL- 25
	Solapes de losa inferiores a los exigidos	CL- 26
	Colocación incorrecta de armadura de losa	CL- 27
	Distancia incorrecta entre armaduras de losa	CL- 28
	Colocación de diámetros incorrectos en losa	CL- 29
	Omitir la colocación de un redondo en la losa	CL- 30
	Incorrecta limpieza y decepcionado de armaduras	CL- 31
	Colocación de separadores no adecuados o insuficientes en número	CL- 32
	Atado insuficiente de las armaduras	CL- 33
	Dimensión incorrecta del hueco para el ascensor	CL- 34
	Colocación de estribos distintos a los proyectados (en cualquier elemento)	CL- 35
	Ausencia de estribos de zunchos perimetrales en las proximidades de los arranques de pilares	CL-36
Hormigonado	Separación entre pilares de junta de dilatación menor a la especificada	CL- 37
	Hormigonado de un muro en varios tramos horizontales (dentro de una misma puesta teórica)	CL- 38
	Dimensiones de muro inferiores a las de proyecto	CL- 39
	No disponer de junta hidroexpansible en muro estando prevista(cordón hidrófilo)	CL- 40
	Falta de tratamientos superficiales en juntas constructivas importantes	CL- 41
	Vertido incorrecto	CL- 42
	No realización de compactación adecuadamente	CL- 43
	Condiciones atmosféricas inadecuadas (sin $t^a < 5^{\circ}C$ )	CL- 44
	Hormigonado por debajo de $5^{\circ}C$	CL- 45
Acabados	Aparición de coqueras en losa	CL- 46
	Abombamiento en alzado de los muros perimetrales	CL- 47
	Aparición de coqueras en muros	CL- 48
	Aparición de fisuras	CL- 49
	Descantillados	CL- 50
	Deformaciones	CL- 51
	Apreciación de disgregación de hormigón	CL- 52
	Curados inadecuados	CL- 53
	Barras sin recubrimiento suficiente (armaduras vistas)	CL- 54

Tabla número 23: Aspectos controlados en estructura de forjados unidireccionales

Proceso de obra	Definición	Codificación
Cimbrados y encofrados	Separación de puntales incorrecta/excesiva	EU- 1
	Inexistencia de sopandas	EU- 2
	Número insuficiente de plantas cimbradas consecutivamente	EU- 3
	Deficiencias de arriostramientos	EU- 4
	Defectos de estanqueidad en encofrado	EU- 5
	Falta de limpieza	EU- 6
Paños de forjado	Disposición de vigueta no correspondiente a planos	EU- 7
	Incompatibilidad de vigueta-bovedilla	EU- 8
	Falta de macizado en encuentros perpendiculares entre paños de forjado	EU- 9
	Existencia de viguetas en mal estado	EU- 10
	No se realiza el macizado de 10 cm entre la jácena y la primera bovedilla	EU- 11
	Las viguetas no cumplen la entrega en los apoyos, según la instrucción de forjados	EU- 12
Ferralla	Longitud de esperas de pilares insuficientes	EU- 13
	Distancia entre el arranque y la armadura de pilar mayor a la permitida	EU- 14
	Grifar excesivamente las esperas de los pilares	EU- 15
	Discrepancia en escuadría de pilares respecto proyecto	EU- 16
	Armadura de pilares girada respecto a planos	EU- 17
	Omitir la colocación de un negativo de jácena, zuncho o brochal	EU- 18
	Separación entre barras inadecuada	EU- 19
	Disposición de negativos de jácenas, zunchos o brochales desplazados hacia un extremo	EU- 20
	Colocación de negativos de jácenas, zunchos o brochales de forma inadecuada	EU- 21
	Negativos de jácenas, zunchos o brochales con menos longitud a la requerida	EU- 22
	Discrepancia en la escuadría de jácenas, zunchos y brochales	EU- 23
	La armadura de una jácena, zuncho o brochal pasa del eje del pilar una longitud inferior a la exigida	EU- 24
	Omitir la colocación del negativo de vigueta	EU- 25
	Disposición de negativos de viguetas desplazados inadecuadamente hacia uno de los laterales	EU- 26
	Colocación de negativos de vigueta de forma inadecuada (en número o forma de colocación)	EU- 27
	Colocación de negativos de vigueta de menos longitud a especificada en planos	EU- 28
Longitud de esperas de muros insuficiente	EU- 29	
Longitud de solape inferior a la necesaria (en cualquier elemento)	EU- 30	
Colocación de barras de diámetro inferior al requerido (en cualquier elemento)	EU- 31	
Colocación- montaje inadecuado en armaduras de montaje (en cualquier elemento)	EU- 32	

	Disposición de barras cortas en armadura de montaje	EU- 33
	Colocación de barras en estado defectuoso	EU- 34
	Colocar un negativo en un nudo erróneo	EU- 35
	No realizar la colocación de barras en dos capas cuando es necesario o está indicado	EU- 36
	Colocación de armaduras de espera muy distanciadas entre sí	EU- 37
	Disposición del mallazo con la menor cuantía paralela al sentido de la colocación de la vigueta	EU- 38
	Armaduras de reparto no coincidente a los planos	EU- 39
	Omitir la colocación de las armaduras de reparto en algunos tramos del forjado	EU- 40
	Colocación de estribos defectuosos	EU- 41
	Colocación de estribos distintos a los proyectados	EU- 42
	Ausencia de estribos en proximidades de los nudos	EU- 43
	Atado insuficiente de las armaduras	EU- 44
	Colocación de zuncho de vuelo sin terminación de patilla	EU- 45
	Longitud de anclaje inferior a la necesaria	EU- 46
	Resolución de solapes de forma inadecuada (sin considerar la longitud)	EU- 47
	La situación de barras de refuerzo viene equivocada desde taller (en jácenas, zunchos, etc...)	EU- 48
	Colocación de refuerzos de dimensiones inferiores a las exigidas (en cualquier elemento)	EU- 49
	Cualquier tipo de incidencias en la estructuración y disposición general de voladizo	EU- 50
	No retirar etiquetas de ferralla antes de hormigonar	EU- 51
	Número de separadores insuficiente	EU- 52
	Colocación de separadores debajo de la armadura longitudinal sin que sean estos de mayor altura	EU- 53
	Omitir la colocación de redondos (distinto a especificaciones)	EU- 54
Hormigonado	Falta de tratamiento superficial en juntas constructivas importantes	EU- 55
	Falta de elementos singulares e juntas de construcción o dilatación	EU- 56
	No colocación de material deformable en junta de dilatación	EU-57
	Vertido de hormigón incorrecto	EU- 58
	Deficiencias en el proceso de compactación	EU- 59
	Espesor de la capa de compresión del forjado con un grosor al indicado	EU- 60
	Regleado y rastreado incorrecto	EU- 61
	Hormigonado sin regado previo adecuado	EU- 62
	Hormigonado por debajo de los 5°C	EU- 63
	Otras condiciones atmosféricas inadecuadas	EU- 64
Hormigonado con ausencia de limpieza	EU- 65	
Acabados	Falta de verticalidad ostensible en algún elemento	EU- 66
	Aspectos heterogéneos	EU- 67
	Recubrimientos insuficientes	EU- 68
	Aparición de coqueras	EU- 69
	Aparición de fisuras	EU- 70

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

	Descantillados	EU- 71
	Lavados	EU- 72
	Deformaciones	EU- 73
	Curados insuficientes	EU- 74
	Descimbrados de forma manifiestamente incorrecta	EU- 75

Tabla número 24: Aspectos controlados en estructura de forjados bidireccionales o reticulares

Proceso de obra	Definición	Codificación
Cimbrados y encofrados	Separación de puntales incorrecta/excesiva	EB- 1
	Número insuficiente de plantas cimbradas consecutivamente	EB- 2
	Deficiencias de arriostramiento	EB- 3
	Defectos de estanqueidad en encofrado	EB- 4
	Descimbrados de forma manifiestamente incorrecta	EB- 5
Trabajos previos	Falta de limpieza	EB- 6
	Tamaño de nervio no coincidente con los planos	EB- 7
	Distancia del intereje no coincidente con los planos	EB- 8
	Mal estado de los casetones	EB- 9
	Colocación de casetones siguiendo las pautas	EB- 10
	Colocación de casetones dejando cavidades vistas	EB- 11
	Casetones distintos a los de proyecto	EB- 12
Ferralla	Longitud de esperas de pilares insuficientes	EB- 13
	Distancia entre el arranque y la armadura de pilar mayor a la permitida	EB- 14
	Grifar excesivamente las esperas de los pilares	EB- 15
	Armadura de pilares girada respecto a planos	EB- 16
	Aviones no compatibles al canto del forjado especificado en proyecto	EB- 17
	Colocación de estribos defectuosos	EB- 18
	Colocación de estribos distintos a los proyectados	EB- 19
	Ausencia de estribos en proximidades de los nudos	EB- 20
	Colocación correcta de conectores de forjado	EB- 21
	Colocación de barras en estado defectuoso	EB- 22
	Incumplimiento de capacidades mecánicas	EB- 23
	Longitud de armado de nervios inferior al especificado	EB- 24
	Longitud de esperas de muros insuficiente	EB- 25
	Omitir la colocación de redondos (distinto a especificaciones)	EB- 26
	Ausencia de zuncho perimetral en cajón de paso de instalaciones	EB- 27
	Falta de terminación de armadura con patilla en zuncho perimetral	EB- 28
	Terminación de armadura con patilla fuera del zuncho perimetral	EB- 29
	Armado superior en bordes con terminación con patilla	EB- 30
	Colocación de zuncho de vuelo sin terminación de patilla	EB- 31
	Cualquier tipo de incidencias en la estructuración y disposición general de voladizos	EB- 32
Solape de barras en ábacos	EB- 33	
Longitud de solape inferior a la necesaria (en cualquier	EB- 34	



Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

	elemento)	
	Longitud de anclaje inferior a la necesaria	EB- 35
	Resolución de solapes de forma inadecuada (sin considerar la longitud)	EB- 36
	Colocación de barras con diámetro inferior al requerido en ábacos.	EB- 37
	Atado de barras insuficiente	EB- 38
	Atado insuficiente del mallazo de la capa de compresión	EB- 39
	Recubrimiento insuficiente de armadura inferior	EB- 40
	Recubrimiento excesivo de armadura superior	EB- 41
	Recubrimiento lateral del forjado excesivo	EB- 42
	Recubrimiento zuncho- tabica inferior al previsto	EB- 43
	Espesor de la capa de compresión del forjado con un grosor inferior al indicado	EB- 44
	Canto de forjado inferior al previsto	EB- 45
	Canto del forjado superior al previsto	EB- 46
	Número de separadores insuficiente	EB- 47
	Colocación de separadores debajo de la armadura longitudinal sin que sean estos de mayor altura	EB- 48
	No retirar etiquetas de ferralla antes de hormigonar	EB- 49
Hormigonado	Falta de tratamiento superficial en juntas constructivas importantes	EB- 50
	Falta de elementos singulares en juntas de construcción o dilatación	EB- 51
	No colocación de material deformable en junta de dilatación	EB- 52
	Vertido de hormigón incorrecto	EB- 53
	Deficiencias en el proceso de compactación	EB- 54
	Regleado y rastreado incorrecto	EB- 55
	Hormigonado sin regado previo adecuado	EB- 56
	Hormigonado por debajo de los 5°C (si $t^a < 5^{\circ}\text{C}$ )	EB- 57
	Condiciones atmosféricas inadecuadas	EB- 58
Hormigonado con ausencia de limpieza	EB- 59	
Acabados	Falta de verticalidad ostensible en algún elemento	EB- 60
	Aspectos heterogéneos	EB- 61
	Aparición de coqueas	EB- 62
	Aparición de fisuras	EB- 63
	Descantillados	EB- 64
	Lavados	EB- 65
	Deformaciones	EB- 66
	Curados insuficientes	EB- 67

## **4.2. Extracción de resultados**

Tras el chequeo inicial de la primera fase se procede a la extracción de los resultados de cada una de las tablas. El estudio, en este caso no se amplificara de forma individualizada para cada una de las obras, puesto que las edificaciones que en este caso se someten a estudio son de dimensiones pequeñas y la mayoría de errores detectados son puntuales, por lo que los datos que podríamos obtener no serían de mucha utilidad.

Así pues, en esta etapa nuestro objetivo es obtener resultados conjuntos generales entre las diferentes edificaciones tal como se plasma en los cuadros adjuntos en el anexo 3.

La segunda fase concluye con la realización de cuatro gráficos, uno para cada uno de los elementos estudiados, en los que se disponen, en el eje de abscisas, todos y cada uno de los parámetros de inspección y, en las ordenadas, el porcentaje total del número de obras en las que se presentaron las diferentes incidencias.

#### 4.2.1. Cimentación por zapatas

Se presenta en la tabla número 25 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 2.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros: son las incidencias estudiadas, en este caso pertenecientes a cimentación por zapatas. Estos parámetros se codifican CZ- n°.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia.

Ni: frecuencia absoluta acumulada.

n: número total de incidencias, en este caso 556.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias "n".

Fi: frecuencia relativa acumulada.

?: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias obtenidas, 556.

Tabla número 25: Incidencias detectadas en cimentación por zapatas

Parámetro	ni	Ni	fi	Fi	%
CZ- 1	4	4	0,007	0,007	0,719
CZ- 2	1	1	0,002	0,002	0,18
CZ- 3	6	64	0,011	0,115	1,079
CZ- 4	2	212	0,004	0,381	0,36
CZ- 5	3	272	0,005	0,489	0,54
CZ- 6	18	415	0,032	0,746	3,237
CZ- 7	3	426	0,005	0,766	0,54
CZ- 8	11	437	0,02	0,786	1,978
CZ- 9	12	449	0,022	0,808	2,158
CZ- 10	16	20	0,029	0,036	2,878
CZ- 11	9	29	0,016	0,052	1,619
CZ- 12	13	42	0,023	0,076	2,338

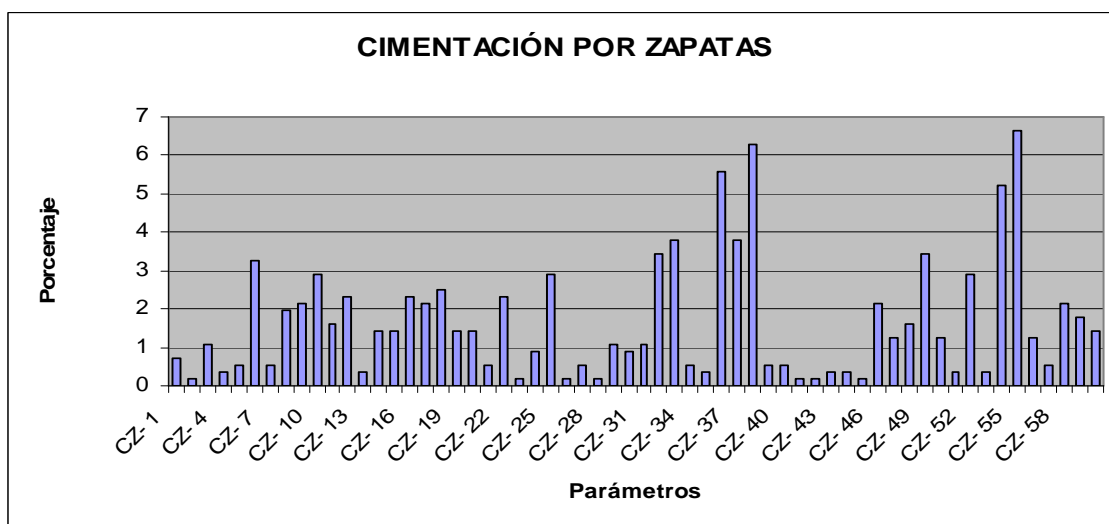
Parámetro	ni	Ni	fi	Fi	%
CZ- 31	6	6	0,011	0,011	1,079
CZ- 32	19	25	0,034	0,045	3,417
CZ- 33	21	46	0,038	0,083	3,777
CZ- 34	3	49	0,005	0,088	0,54
CZ- 35	2	51	0,004	0,092	0,36
CZ- 36	31	82	0,056	0,147	5,576
CZ- 37	21	103	0,038	0,185	3,777
CZ- 38	35	138	0,063	0,248	6,295
CZ- 39	3	141	0,005	0,254	0,54
CZ- 40	3	215	0,005	0,387	0,54
CZ- 41	1	216	0,002	0,388	0,18
CZ- 42	1	217	0,002	0,39	0,18

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

CZ- 13	2	44	0,004	0,079	0,36
CZ- 14	8	52	0,014	0,094	1,439
CZ- 15	8	60	0,014	0,108	1,439
CZ- 16	13	73	0,023	0,131	2,338
CZ- 17	12	85	0,022	0,153	2,158
CZ- 18	14	99	0,025	0,178	2,518
CZ- 19	8	107	0,014	0,192	1,439
CZ- 20	8	9	0,014	0,016	1,439
CZ- 21	3	12	0,005	0,022	0,54
CZ- 22	13	25	0,023	0,045	2,338
CZ- 23	1	26	0,002	0,047	0,18
CZ- 24	5	31	0,009	0,056	0,899
CZ- 25	16	47	0,029	0,085	2,878
CZ- 26	1	48	0,002	0,086	0,18
CZ- 27	3	51	0,005	0,092	0,54
CZ- 28	1	52	0,002	0,094	0,18
CZ- 29	6	58	0,011	0,104	1,079
CZ- 30	5	69	0,009	0,124	0,899

CZ- 43	2	219	0,004	0,394	0,36
CZ- 44	2	221	0,004	0,397	0,36
CZ- 45	1	222	0,002	0,399	0,18
CZ- 46	12	234	0,022	0,421	2,158
CZ- 47	7	241	0,013	0,433	1,259
CZ- 48	9	250	0,016	0,45	1,619
CZ- 49	19	269	0,034	0,484	3,417
CZ- 50	7	279	0,013	0,502	1,259
CZ- 51	2	281	0,004	0,505	0,36
CZ- 52	16	297	0,029	0,534	2,878
CZ- 53	2	299	0,004	0,538	0,36
CZ- 54	29	328	0,052	0,59	5,216
CZ- 55	37	365	0,067	0,656	6,655
CZ- 56	7	372	0,013	0,669	1,259
CZ- 57	3	375	0,005	0,674	0,54
CZ- 58	12	387	0,022	0,696	2,158
CZ- 59	10	397	0,018	0,714	1,799
CZ- 60	8	423	0,014	0,761	1,439

Gráfico número 2: Incidencias detectadas en cimentación por zapatas



#### 4.2.2. Losas de cimentación

Se presenta en la tabla número 26 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 3.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros: son las incidencias estudiadas, en este caso pertenecientes a losas de cimentación. Estos parámetros se codifican CL- n°.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia.

Ni: frecuencia absoluta acumulada.

n: número total de incidencias, en este caso 188.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias "n".

Fi: frecuencia relativa acumulada.

‰: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias obtenidas, 188.

Tabla número 26: Incidencias detectadas en losas de cimentación

Parámetro	ni	Ni	fi	Fi	‰
CL- 1	3	3	0,016	0,016	1,596
CL- 2	3	34	0,016	0,181	1,596
CL- 3	2	72	0,011	0,383	1,064
CL- 4	1	1	0,005	0,005	0,532
CL- 5	4	45	0,021	0,239	2,128
CL- 6	8	66	0,043	0,351	4,255
CL- 7	2	68	0,011	0,362	1,064
CL- 8	5	73	0,027	0,388	2,66
CL- 9	8	81	0,043	0,431	4,255
CL- 10	5	8	0,027	0,043	2,66
CL- 11	2	10	0,011	0,053	1,064
CL- 12	1	11	0,005	0,059	0,532
CL- 13	1	12	0,005	0,064	0,532
CL- 14	2	14	0,011	0,074	1,064

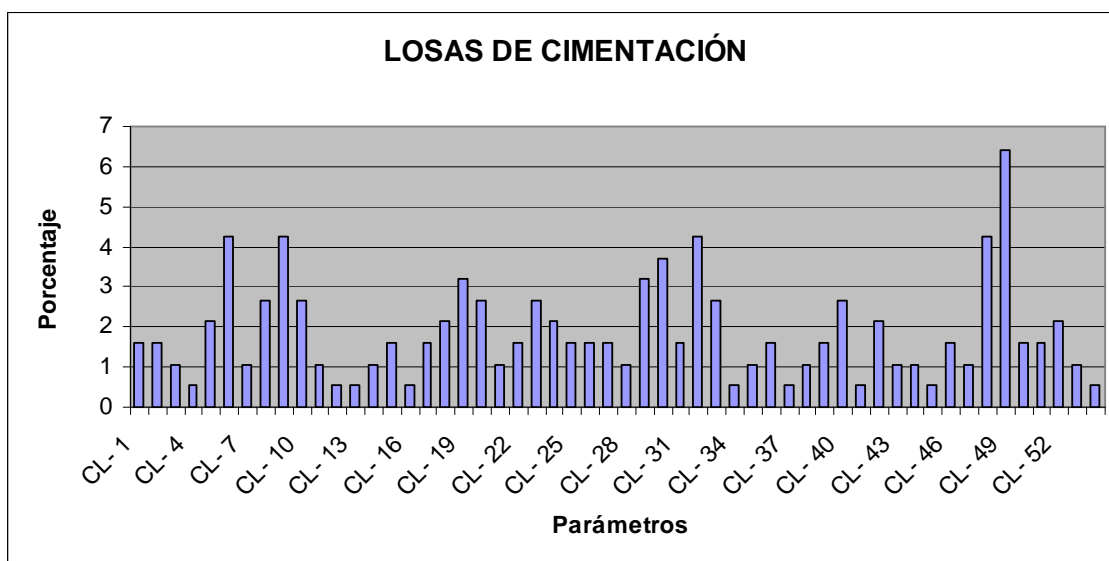
Parámetro	ni	Ni	fi	Fi	‰
CL- 28	2	64	0,011	0,34	1,064
CL- 29	6	70	0,032	0,372	3,191
CL- 30	7	79	0,037	0,42	3,723
CL- 31	3	82	0,016	0,436	1,596
CL- 32	8	90	0,043	0,479	4,255
CL- 33	5	95	0,027	0,505	2,66
CL- 34	1	96	0,005	0,511	0,532
CL- 35	2	98	0,011	0,521	1,064
CL- 36	3	101	0,016	0,537	1,596
CL- 37	1	102	0,005	0,543	0,532
CL- 38	2	104	0,011	0,553	1,064
CL- 39	3	107	0,016	0,569	1,596
CL- 40	5	6	0,027	0,032	2,66
CL- 41	1	7	0,005	0,037	0,532

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

CL- 15	3	17	0,016	0,09	1,596
CL- 16	1	18	0,005	0,096	0,532
CL- 17	3	21	0,016	0,112	1,596
CL- 18	4	25	0,021	0,133	2,128
CL- 19	6	31	0,032	0,165	3,191
CL- 20	5	39	0,027	0,207	2,66
CL- 21	2	41	0,011	0,218	1,064
CL- 22	3	44	0,016	0,234	1,596
CL- 23	5	49	0,027	0,261	2,66
CL- 24	4	53	0,021	0,282	2,128
CL- 25	3	56	0,016	0,298	1,596
CL- 26	3	59	0,016	0,314	1,596
CL- 27	3	62	0,016	0,33	1,596

CL- 42	4	11	0,021	0,059	2,128
CL- 43	2	13	0,011	0,069	1,064
CL- 44	2	15	0,011	0,08	1,064
CL- 45	1	16	0,005	0,085	0,532
CL- 46	3	19	0,016	0,101	1,596
CL- 47	2	21	0,011	0,112	1,064
CL- 48	8	29	0,043	0,154	4,255
CL- 49	12	41	0,064	0,218	6,383
CL- 50	3	48	0,016	0,255	1,596
CL- 51	3	51	0,016	0,271	1,596
CL- 52	4	55	0,021	0,293	2,128
CL- 53	2	57	0,011	0,303	1,064
CL- 54	1	58	0,005	0,309	0,532

Gráfico número 3: Incidencias detectadas en losas de cimentación



### 4.2.3. Forjados unidireccionales

Se presenta en la tabla número 27 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 4.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros: son las incidencias estudiadas, en este caso pertenecientes a forjados unidireccionales. Estos parámetros se codifican EU- nº.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencias.

Ni: frecuencia absoluta acumulada.

n: número total de incidencias, en este caso 426.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias “n”.

Fi: frecuencia relativa acumulada.

‰: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias obtenidas, 426.

Tabla número 27: Incidencias detectadas en forjados unidireccionales

Parámetros	ni	Ni	fi	Fi	‰
EU- 1	3	4	0,007	0,009	0,704
EU- 2	1	1	0,002	0,002	0,235
EU- 3	1	116	0,002	0,272	0,235
EU- 4	3	163	0,007	0,383	0,704
EU- 5	8	233	0,019	0,547	1,878
EU- 6	14	306	0,033	0,718	3,286
EU- 7	3	375	0,007	0,88	0,704
EU- 8	1	420	0,002	0,986	0,235
EU- 9	6	426	0,014	1	1,408
EU- 10	9	13	0,021	0,031	2,113
EU- 11	4	17	0,009	0,04	0,939
EU- 12	4	21	0,009	0,049	0,939
EU- 13	3	24	0,007	0,056	0,704
EU- 14	4	28	0,009	0,066	0,939

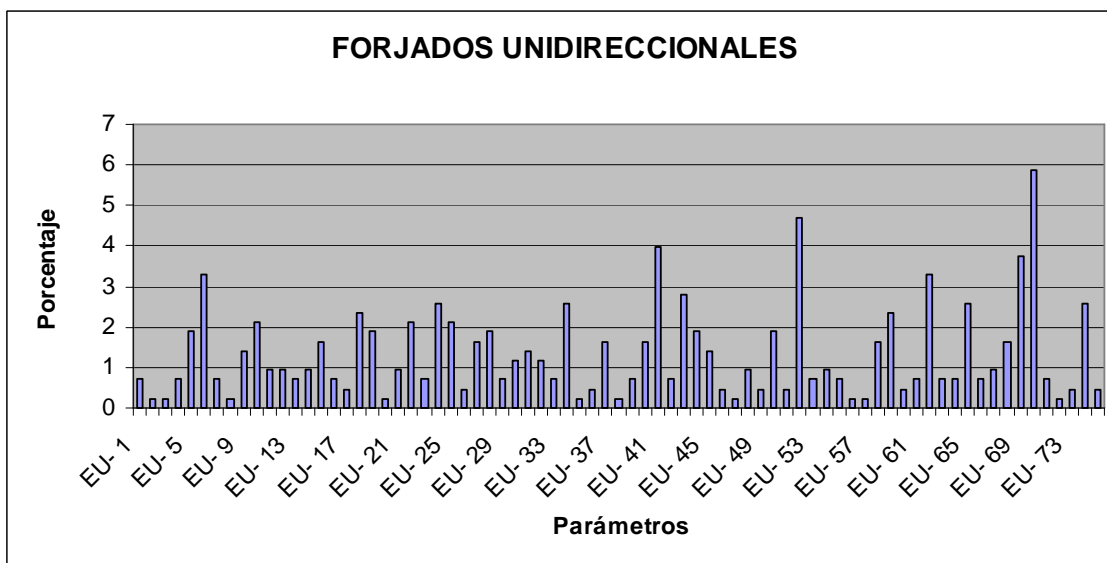
Parámetros	ni	Ni	fi	Fi	‰
EU- 38	1	1	0,002	0,002	0,235
EU- 39	3	4	0,007	0,009	0,704
EU- 40	7	170	0,016	0,399	1,643
EU- 41	17	187	0,04	0,439	3,991
EU- 42	3	190	0,007	0,446	0,704
EU- 43	12	202	0,028	0,474	2,817
EU- 44	8	210	0,019	0,493	1,878
EU- 45	6	216	0,014	0,507	1,408
EU- 46	2	218	0,005	0,512	0,469
EU- 47	1	219	0,002	0,514	0,235
EU- 48	4	223	0,009	0,523	0,939
EU- 49	2	225	0,005	0,528	0,469
EU- 50	8	241	0,019	0,566	1,878
EU- 51	2	243	0,005	0,57	0,469

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

EU- 15	7	35	0,016	0,082	1,643
EU- 16	3	38	0,007	0,089	0,704
EU- 17	2	40	0,005	0,094	0,469
EU- 18	10	50	0,023	0,117	2,347
EU- 19	8	58	0,019	0,136	1,878
EU- 20	1	59	0,002	0,138	0,235
EU- 21	4	63	0,009	0,148	0,939
EU- 22	9	72	0,021	0,169	2,113
EU- 23	3	75	0,007	0,176	0,704
EU- 24	11	86	0,026	0,202	2,582
EU- 25	9	95	0,021	0,223	2,113
EU- 26	2	97	0,005	0,228	0,469
EU- 27	7	104	0,016	0,244	1,643
EU- 28	8	112	0,019	0,263	1,878
EU- 29	3	115	0,007	0,27	0,704
EU- 30	5	121	0,012	0,284	1,174
EU- 31	6	127	0,014	0,298	1,408
EU- 32	5	132	0,012	0,31	1,174
EU- 33	3	135	0,007	0,317	0,704
EU- 34	11	146	0,026	0,343	2,582
EU- 35	1	147	0,002	0,345	0,235
EU- 36	2	149	0,005	0,35	0,469
EU- 37	7	156	0,016	0,366	1,643

EU- 52	20	263	0,047	0,617	4,695
EU- 53	3	266	0,007	0,624	0,704
EU- 54	4	270	0,009	0,634	0,939
EU- 55	3	273	0,007	0,641	0,704
EU- 56	1	274	0,002	0,643	0,235
EU- 57	1	275	0,002	0,646	0,235
EU- 58	7	282	0,016	0,662	1,643
EU- 59	10	292	0,023	0,685	2,347
EU- 60	2	308	0,005	0,723	0,469
EU- 61	3	311	0,007	0,73	0,704
EU- 62	14	325	0,033	0,763	3,286
EU- 63	3	328	0,007	0,77	0,704
EU- 64	3	331	0,007	0,777	0,704
EU- 65	11	342	0,026	0,803	2,582
EU- 66	3	345	0,007	0,81	0,704
EU- 67	4	349	0,009	0,819	0,939
EU- 68	7	356	0,016	0,836	1,643
EU- 69	16	372	0,038	0,873	3,756
EU- 70	25	400	0,059	0,939	5,869
EU- 71	3	403	0,007	0,946	0,704
EU- 72	1	404	0,002	0,948	0,235
EU- 73	2	406	0,005	0,953	0,469
EU- 74	11	417	0,026	0,979	2,582
EU- 75	2	419	0,005	0,984	0,469

Gráfico número 4: Incidencias detectadas en forjados unidireccionales





#### 4.2.4. Forjados bidireccionales

Se presenta en la tabla número 28 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 5.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros: son las incidencias estudiadas, en este caso pertenecientes a forjados bidireccionales. Estos parámetros se codifican EB- n°.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia.

Ni: frecuencia absoluta acumulada.

n: número total de incidencias, en este caso 439.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias "n".

Fi: frecuencia relativa acumulada.

?: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias obtenidas, 439.

Tabla número 28: Incidencias detectadas en forjados bidireccionales

Parámetros	ni	Ni	fi	Fi	%
EB- 1	1	1	0,002	0,002	0,228
EB- 2	2	43	0,005	0,098	0,456
EB- 3	3	137	0,007	0,312	0,683
EB- 4	5	211	0,011	0,481	1,139
EB- 5	2	279	0,005	0,636	0,456
EB- 6	11	343	0,025	0,781	2,506
EB- 7	1	410	0,002	0,934	0,228
EB- 8	3	413	0,007	0,941	0,683
EB- 9	26	439	0,059	1	5,923
EB- 10	6	7	0,014	0,016	1,367
EB- 11	3	10	0,007	0,023	0,683
EB- 12	1	11	0,002	0,025	0,228

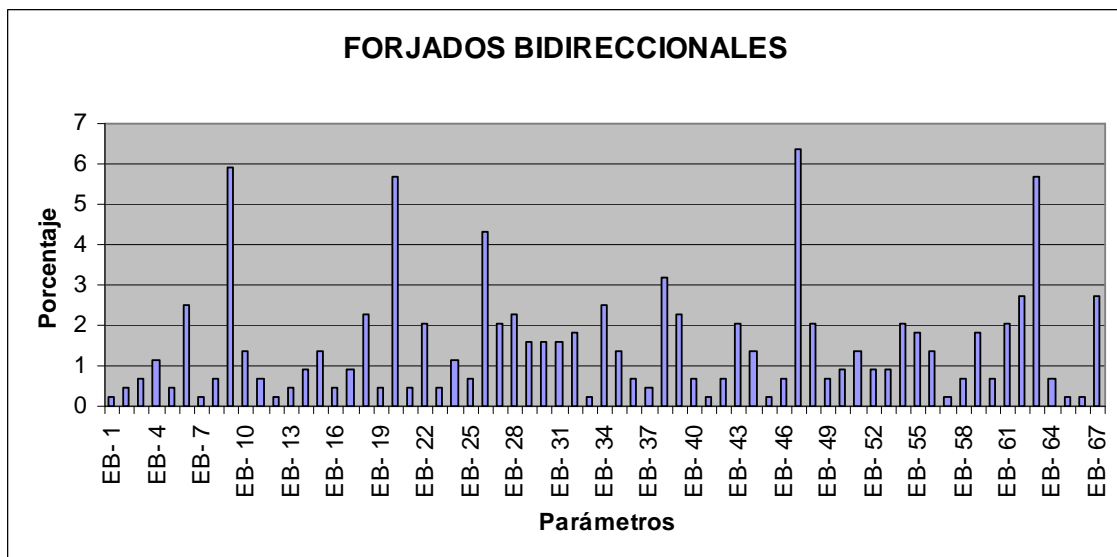
Parámetros	ni	Ni	fi	Fi	%
EB- 34	11	11	0,025	0,025	2,506
EB- 35	6	17	0,014	0,039	1,367
EB- 36	3	20	0,007	0,046	0,683
EB- 37	2	22	0,005	0,05	0,456
EB- 38	14	36	0,032	0,082	3,189
EB- 39	10	46	0,023	0,105	2,278
EB- 40	3	214	0,007	0,487	0,683
EB- 41	1	215	0,002	0,49	0,228
EB- 42	3	218	0,007	0,497	0,683
EB- 43	9	227	0,021	0,517	2,05
EB- 44	6	233	0,014	0,531	1,367
EB- 45	1	234	0,002	0,533	0,228

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

EB- 13	2	13	0,005	0,03	0,456
EB- 14	4	17	0,009	0,039	0,911
EB- 15	6	23	0,014	0,052	1,367
EB- 16	2	25	0,005	0,057	0,456
EB- 17	4	29	0,009	0,066	0,911
EB- 18	10	39	0,023	0,089	2,278
EB- 19	2	41	0,005	0,093	0,456
EB- 20	25	68	0,057	0,155	5,695
EB- 21	2	70	0,005	0,159	0,456
EB- 22	9	79	0,021	0,18	2,05
EB- 23	2	81	0,005	0,185	0,456
EB- 24	5	86	0,011	0,196	1,139
EB- 25	3	89	0,007	0,203	0,683
EB- 26	19	108	0,043	0,246	4,328
EB- 27	9	117	0,021	0,267	2,05
EB- 28	10	127	0,023	0,289	2,278
EB- 29	7	134	0,016	0,305	1,595
EB- 30	7	144	0,016	0,328	1,595
EB- 31	7	151	0,016	0,344	1,595
EB- 32	8	159	0,018	0,362	1,822
EB- 33	1	160	0,002	0,364	0,228

EB- 46	3	237	0,007	0,54	0,683
EB- 47	28	265	0,064	0,604	6,378
EB- 48	9	274	0,021	0,624	2,05
EB- 49	3	277	0,007	0,631	0,683
EB- 50	4	283	0,009	0,645	0,911
EB- 51	6	289	0,014	0,658	1,367
EB- 52	4	293	0,009	0,667	0,911
EB- 53	4	297	0,009	0,677	0,911
EB- 54	9	306	0,021	0,697	2,05
EB- 55	8	314	0,018	0,715	1,822
EB- 56	6	320	0,014	0,729	1,367
EB- 57	1	321	0,002	0,731	0,228
EB- 58	3	324	0,007	0,738	0,683
EB- 59	8	332	0,018	0,756	1,822
EB- 60	3	346	0,007	0,788	0,683
EB- 61	9	355	0,021	0,809	2,05
EB- 62	12	367	0,027	0,836	2,733
EB- 63	25	392	0,057	0,893	5,695
EB- 64	3	395	0,007	0,9	0,683
EB- 65	1	396	0,002	0,902	0,228
EB- 66	1	397	0,002	0,904	0,228
EB- 67	12	409	0,027	0,932	2,733

Gráfico número 5: Incidencias detectadas en forjados bidireccionales



### 4.3. Valoración de resultados

Se va a proceder a sintetizar la información y detectar patrones de comportamiento.

Por lo tanto, esta fase concluye la anterior con la realización de una escala de valoración. Para dotar, a los resultados obtenidos, de una escala de valoración se crea un concepto “grado de presencia de una incidencia en las obras” el cual se clasifica en cinco grupos para manejar más fácilmente los datos.

Tabla número 29: Clasificación de grado de presencia de una incidencia en las obras

GRADO DE PRESENCIA	PORCENTAJE DEL NÚMER DE OBRAS	
T	Trivial	$X \leq 1,4\%$
M	Moderado	$1,4\% < X \leq 2,8\%$
I	Importante	$2,8\% < X \leq 4,2\%$
E	Extendido	$4,2\% < X \leq 5,6\%$
G	Generalizado	$5,6\% < X \leq 7\%$

Definiremos el grado de presencia de una incidencia en una obra como el porcentaje del número de obras en las que se presentaron incidencias agrupadas en baremos.

Los resultados conjuntos obtenidos ordenados por capítulos y baremación se detallan en las tablas que se muestran a continuación.

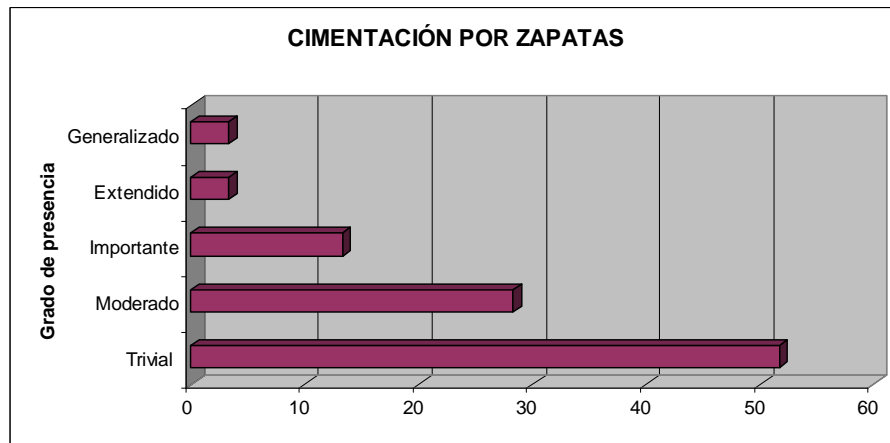
Tabla número 30: Grado de presencia de una incidencia en cimentación por zapatas

CIMENTACIÓN POR ZAPATAS											
Parámetro	ni	G <sup>o</sup> P	Parámetro	ni	G <sup>o</sup> P	Parámetro	ni	G <sup>o</sup> P	Parámetro	ni	G <sup>o</sup> P
CZ- 1	4	T	CZ- 6	18	I	CZ- 11	9	M	CZ- 16	13	M
CZ- 2	1	T	CZ- 7	3	T	CZ- 12	13	M	CZ- 17	12	M
CZ- 3	6	T	CZ- 8	11	M	CZ- 13	2	T	CZ- 18	14	M
CZ- 4	2	T	CZ- 9	12	M	CZ- 14	8	M	CZ- 19	8	M
CZ- 5	3	T	CZ- 10	16	I	CZ- 15	8	M	CZ- 20	8	M

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

CIMENTACIÓN POR ZAPATAS											
Parámetro	ni	G°P	Parámetro	ni	G°P	Parámetro	ni	G°P	Parámetro	ni	G°P
CZ- 21	3	T	CZ- 31	6	T	CZ- 41	1	T	CZ- 51	2	T
CZ- 22	13	M	CZ- 32	19	I	CZ- 42	1	T	CZ- 52	16	I
CZ- 23	1	T	CZ- 33	21	I	CZ- 43	2	T	CZ- 53	2	T
CZ- 24	5	T	CZ- 34	3	T	CZ- 44	2	T	CZ- 54	29	E
CZ- 25	16	I	CZ- 35	2	T	CZ- 45	1	T	CZ- 55	37	G
CZ- 26	1	T	CZ- 36	31	E	CZ- 46	12	M	CZ- 56	7	T
CZ- 27	3	T	CZ- 37	21	I	CZ- 47	7	T	CZ- 57	3	T
CZ- 28	1	T	CZ- 38	35	G	CZ- 48	9	M	CZ- 58	12	M
CZ- 29	6	T	CZ- 39	3	T	CZ- 49	19	I	CZ- 59	10	M
CZ- 30	5	T	CZ- 40	3	T	CZ- 50	7	T	CZ- 60	8	M

Gráfico número 6: Grado de presencia de una incidencia en cimentación por zapatas

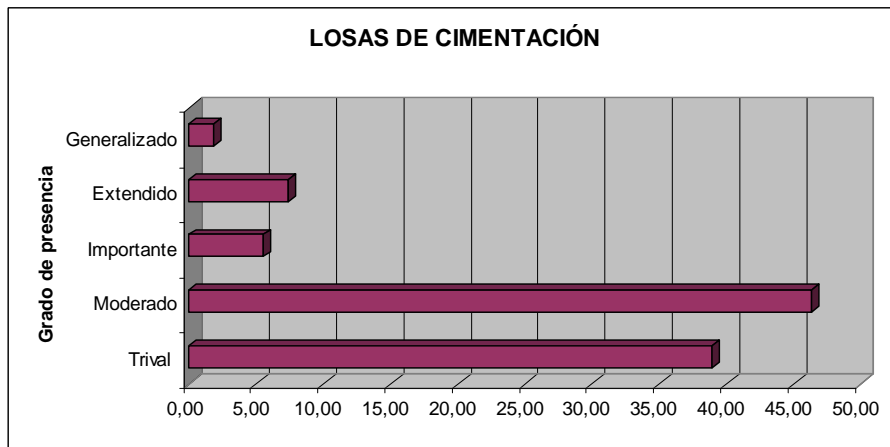


La mayoría de incidencias que se detectan en cimentación por zapatas presentan un grado de presencia trivial o bien moderado.

Tabla número 31: Grado de presencia de una incidencia en losas de cimentación

LOSAS DE CIMENTACIÓN											
Parámetro	ni	G°P	Parámetro	ni	G°P	Parámetro	ni	G°P	Parámetro	ni	G°P
CL- 1	3	T	CL- 14	2	T	CL- 27	3	M	CL- 41	1	M
CL- 2	3	T	CL- 15	3	T	CL- 28	2	M	CL- 42	4	M
CL- 3	2	T	CL- 16	1	T	CL- 29	6	M	CL- 43	2	M
CL- 4	1	T	CL- 17	3	T	CL- 30	7	M	CL- 44	2	M
CL- 5	4	T	CL- 18	4	T	CL- 31	3	M	CL- 45	1	M
CL- 6	8	T	CL- 19	6	T	CL- 32	8	M	CL- 46	3	M
CL- 7	2	T	CL- 20	5	T	CL- 33	5	M	CL- 47	2	I
CL- 8	5	T	CL- 21	2	T	CL- 34	1	M	CL- 48	8	I
CL- 9	8	T	CL- 22	3	M	CL- 35	2	M	CL- 49	12	I
CL- 10	5	T	CL- 23	5	M	CL- 36	3	M	CL- 50	3	E
CL- 11	2	T	CL- 24	4	M	CL- 37	1	M	CL- 51	3	E
CL- 12	1	T	CL- 25	3	M	CL- 38	2	M	CL- 52	4	E
CL- 13	1	T	CL- 26	3	M	CL- 39	3	M	CL- 53	2	E
						CL- 40	5	M	CL- 54	1	G

Gráfica número 7: Grado de presencia de una incidencia en losas de cimentación.

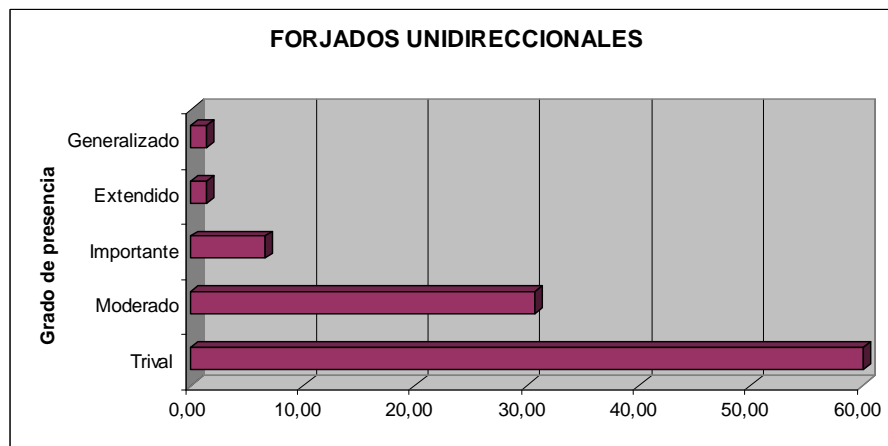


La mayoría de incidencias que se detectan en losas de cimentación presentan un grado de presencia moderado o bien trivial.

Tabla número 32: Grado de presencia de una incidencia en forjados unidireccionales

FORJADOS UNIDIRECCIONALES											
Parámetro	ni	G°P	Parámetro	ni	G°P	Parámetro	ni	G°P	Parámetro	ni	G°P
EU- 1	3	T	EU- 19	8	T	EU- 38	1	T	EU- 56	1	M
EU- 2	1	T	EU- 20	1	T	EU- 39	3	T	EU- 57	1	M
EU- 3	1	T	EU- 21	4	T	EU- 40	7	T	EU- 58	7	M
EU- 4	3	T	EU- 22	9	T	EU- 41	17	T	EU- 59	10	M
EU- 5	8	T	EU- 23	3	T	EU- 42	3	T	EU- 60	2	M
EU- 6	14	T	EU- 24	11	T	EU- 43	12	T	EU- 61	3	M
EU- 7	3	T	EU- 25	9	T	EU- 44	8	T	EU- 62	14	M
EU- 8	1	T	EU- 26	2	T	EU- 45	6	T	EU- 63	3	M
EU- 9	6	T	EU- 27	7	T	EU- 46	2	M	EU- 64	3	M
EU- 10	9	T	EU- 28	8	T	EU- 47	1	M	EU- 65	11	M
EU- 11	4	T	EU- 29	3	T	EU- 48	4	M	EU- 66	3	M
EU- 12	4	T	EU- 30	5	T	EU- 49	2	M	EU- 67	4	M
EU- 13	3	T	EU- 31	6	T	EU- 50	8	M	EU- 68	7	M
EU- 14	4	T	EU- 32	5	T	EU- 51	2	M	EU- 69	16	I
EU- 15	7	T	EU- 33	3	T	EU- 52	20	M	EU- 70	25	I
EU- 16	3	T	EU- 34	11	T	EU- 53	3	M	EU- 71	3	I
EU- 17	2	T	EU- 35	1	T	EU- 54	4	M	EU- 72	1	I
EU- 18	10	T	EU- 36	2	T	EU- 55	3	M	EU- 73	2	I
			EU- 37	7	T	EU- 75	2	G	EU- 74	11	E

Gráfica número 8: Grado de presencia de una incidencia en forjados unidireccionales

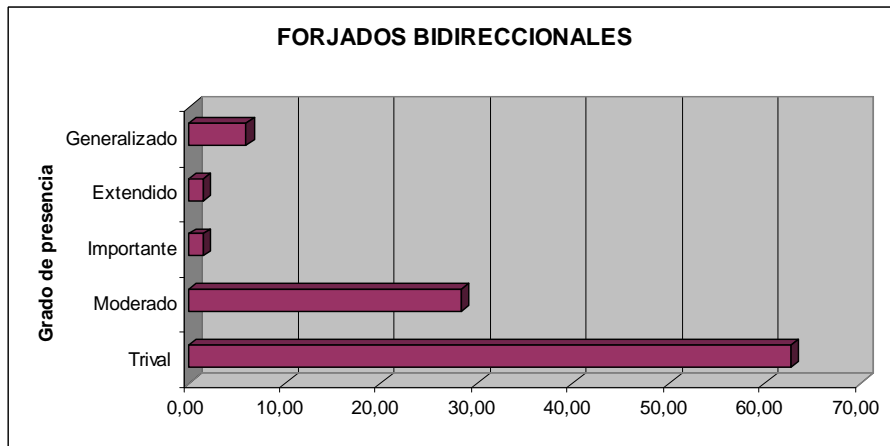


La mayoría de incidencias que se detectan en forjados unidireccionales presentan un grado de presencia trivial o bien moderado.

Tabla número 33: Grado de presencia de una incidencia en forjados bidireccionales

FORJADOS BIDIRECCIONALES											
Parámetro	ni	G°P	Parámetro	ni	G°P	Parámetro	ni	G°P	Parámetro	ni	G°P
EB- 1	1	T	EB- 17	4	T	EB- 34	11	T	EB- 51	6	M
EB- 2	2	T	EB- 18	10	T	EB- 35	6	T	EB- 52	4	M
EB- 3	3	T	EB- 19	2	T	EB- 36	3	T	EB- 53	4	M
EB- 4	5	T	EB- 20	25	T	EB- 37	2	T	EB- 54	9	M
EB- 5	2	T	EB- 21	2	T	EB- 38	14	T	EB- 55	8	M
EB- 6	11	T	EB- 22	9	T	EB- 39	10	T	EB- 56	6	M
EB- 7	1	T	EB- 23	2	T	EB- 40	3	T	EB- 57	1	M
EB- 8	3	T	EB- 24	5	T	EB- 41	1	T	EB- 58	3	M
EB- 9	26	T	EB- 25	3	T	EB- 42	3	T	EB- 59	8	M
EB- 10	6	T	EB- 26	19	T	EB- 43	9	M	EB- 60	3	M
EB- 11	3	T	EB- 27	9	T	EB- 44	6	M	EB- 61	9	M
EB- 12	1	T	EB- 28	10	T	EB- 45	1	M	EB- 62	12	I
EB- 13	2	T	EB- 29	7	T	EB- 46	3	M	EB- 63	25	E
EB- 14	4	T	EB- 30	7	T	EB- 47	28	M	EB- 64	3	G
EB- 15	6	T	EB- 31	7	T	EB- 48	9	M	EB- 65	1	G
EB- 16	2	T	EB- 32	8	T	EB- 49	3	M	EB- 66	1	G
			EB- 33	1	T	EB- 50	4	M	EB- 67	12	G

Gráfica número 9: Grado de presencia de una incidencia en forjados bidireccionales



La mayoría de incidencias que se detectan en forjados bidireccionales presentan un grado de presencia trivial o bien moderado.

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

Tabla número 34: Resumen del grado de presencia de incidencias en obras por capítulos y baremo

GRADO DE PRESENCIA GENERAL POR CAPITULOS DE OBRA				
BAREMO	Cimentación por ZAPATAS	Cimentación por LOSAS	Estructura UNIDIRECCIONAL	Estructura BIDIRECCIONAL
TRIVIAL	51,67%	38,89%	60,00%	62,69%
MODERADO	28,33%	46,30%	30,67%	28,36%
IMPORTANTE	13,33%	5,56%	6,67%	1,49%
ESTENDIDO	3,33%	7,41%	1,33%	1,49%
GENERALIZADO	3,33%	1,85%	1,33%	5,97%



Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

## **5. Análisis de las incidencias de ejecución en los procesos de obra**

En este apartado nos vamos a centralizar en obtener datos decisivos de cada uno de los procesos de la obra.

Como se puede observar, cada una de las fichas realizadas para cada elemento estructural, se ha subdividido en apartados. Estos apartados, los denominamos procesos de obra, y los agrupamos en:

- Movimientos de tierras, para las cimentaciones, o Cimbrados y encofrados, para forjados de estructura
- Trabajos previos
- Ferralla
- Hormigonado
- Acabados

De este modo, podremos definir los defectos o incidencias que se producen con mayor asiduidad en cada uno de los procesos de obra.

## **5.1. Procesos de obra dependiendo del elemento estructural estudiado**

Se crean cuatro tablas de valores generales, una para cada uno de los elementos estructurales estudiados, en los que se diferencian cada uno de los procesos de obra mencionados anteriormente. Acompañando cada tabla de valores, se adjunta el gráfico explicativo de los resultados obtenidos.

### **5.1.1. Cimentación por zapatas**

Se presenta en la tabla número 35 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 10.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Proceso de obra: en este caso pertenecientes a cimentación por zapatas.

$n_i$ : frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia para cada proceso de obra.

$N_i$ : frecuencia absoluta acumulada.

$n$ : número total de incidencias, en este caso 556.

$f_i$ : frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias “ $n$ ”.

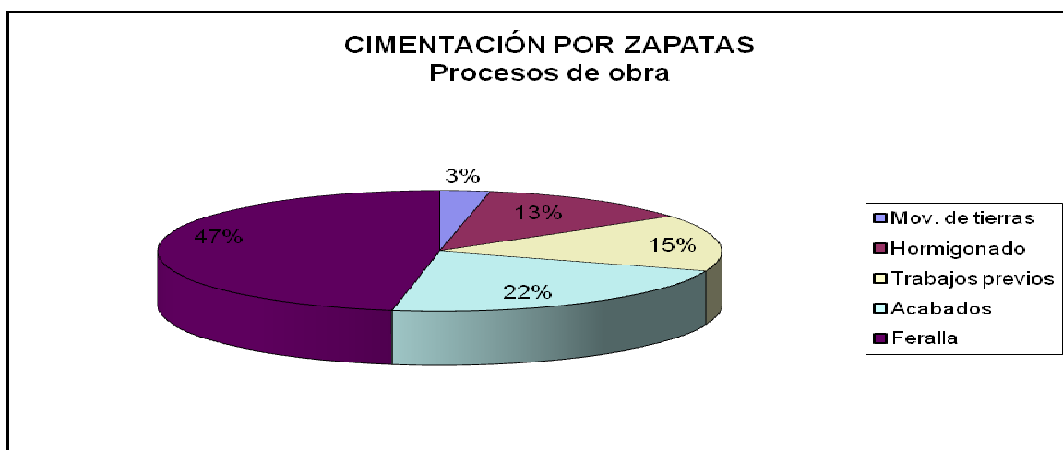
$F_i$ : frecuencia relativa acumulada.

%: porcentaje aplicado a cada incidencia de cada proceso de obra en referencia del total de incidencias, 556.

Tabla número 35: Análisis de incidencias de ejecución por procesos de obra en zapatas de cimentación

Proceso de obra en cimentación por zapatas	ni	Ni	fi	Fi	%
Movimiento de Tierras	16	16	0,029	0,029	2,878
Hormigonado	69	85	0,124	0,153	12,41
Trabajos previos	84	169	0,151	0,304	15,11
Acabados	124	293	0,223	0,527	22,3
Ferralla	263	556	0,473	1	47,3

Gráfico número 10: Análisis de incidencias de ejecución por procesos de obra en zapatas de cimentación



### 5.1.2. Losas de cimentación

Se presenta en la tabla número 36 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 11.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Proceso de obra: en este caso pertenecientes a losas de cimentación.

$n_i$ : frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia para cada proceso de obra.

$N_i$ : frecuencia absoluta acumulada.

$n$ : número total de incidencias, en este caso 188.

$f_i$ : frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias " $n$ ".

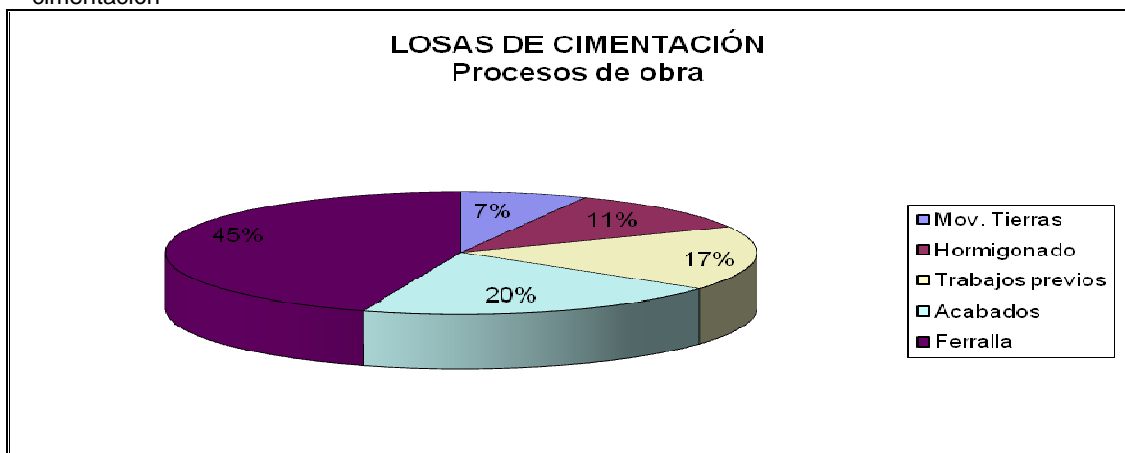
$F_i$ : frecuencia relativa acumulada.

%: porcentaje aplicado a cada incidencia por cada proceso de obra en referencia del total de incidencias, 188.

Tabla número 36: Análisis de incidencias de ejecución por procesos de obra en losas de cimentación

Proceso de obra en losas de cimentación	ni	Ni	fi	Fi	%
Movimiento de Tierras	13	13	0,069	0,069	6,915
Hormigonado	21	34	0,112	0,181	11,17
Trabajos previos	32	66	0,17	0,351	17,02
Acabados	38	104	0,202	0,553	20,21
Ferralla	84	188	0,447	1	44,68

Gráfico número 11: Análisis de incidencias de ejecución por procesos de obra en losas de cimentación



### 5.1.3. Forjados unidireccionales

Se presenta en la tabla número 37 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 12.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Proceso de obra: en este caso perteneciente a forjados unidireccionales.

$n_i$ : frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia para cada proceso de obra.

$N_i$ : frecuencia absoluta acumulada.

$n$ : número total de incidencias, en este caso 426.

$f_i$ : frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias "n".

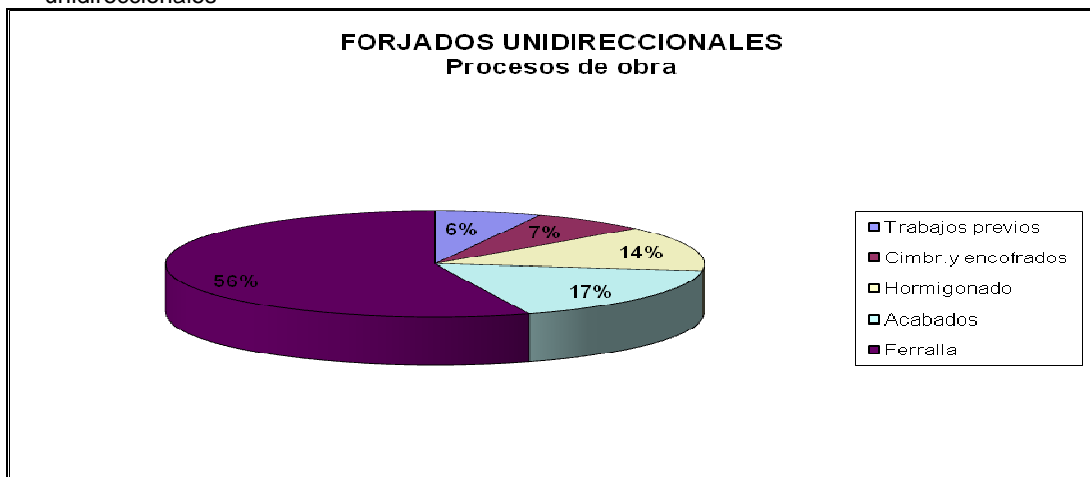
$F_i$ : frecuencia relativa acumulada.

%: porcentaje aplicado a cada incidencia para cada proceso de obra en referencia del total de incidencias, 426.

Tabla número 37: Análisis de incidencias de ejecución por procesos de obra en forjados unidireccionales

Proceso de obra en forjados unidireccionales	ni	Ni	fi	Fi	%
Trabajos previos	27	27	0,063	0,063	6,338
Cimbrados y encofrados	30	57	0,07	0,134	7,042
Hormigonado	58	115	0,136	0,27	13,62
Acabados	74	189	0,174	0,444	17,37
Ferralla	237	426	0,556	1	55,63

Gráfico número 12: Análisis de incidencias de ejecución por procesos de obra en forjados unidireccionales





#### **5.1.4. Forjados bidireccionales**

Se presenta en la tabla número 38 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 13.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Proceso de obra: en este caso perteneciente a forjados bidireccionales.

$n_i$ : frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia para cada proceso de obra.

$N_i$ : frecuencia absoluta acumulada.

$n$ : número total de incidencias, en este caso 439.

$f_i$ : frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias "n".

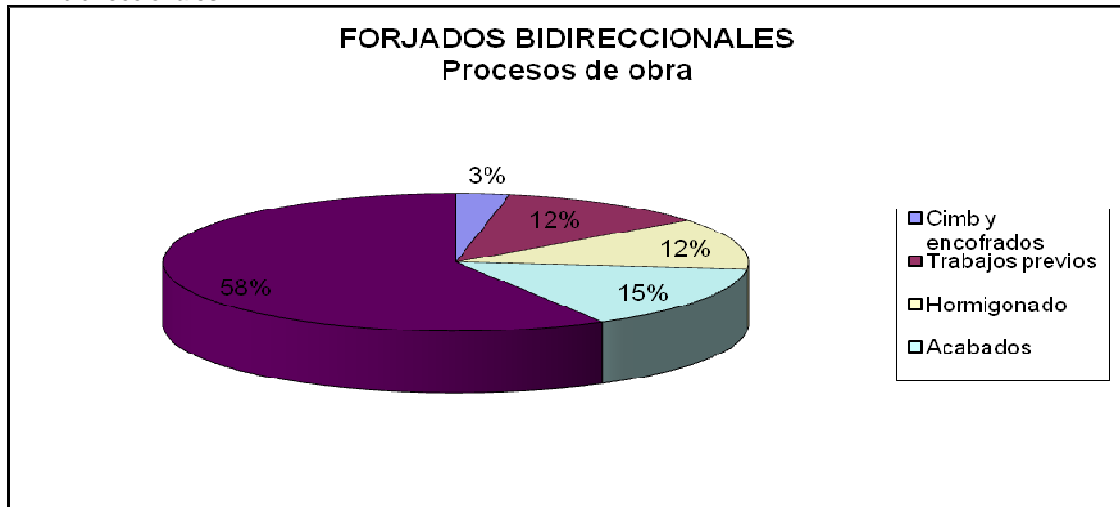
$F_i$ : frecuencia relativa acumulada.

%: porcentaje aplicado a cada incidencia por cada proceso de obra en referencia del total de incidencias, 439.

Tabla número 38: Análisis de incidencias de ejecución por procesos de obra en forjados bidireccionales

Proceso de obra en forjados bidireccionales	ni	Ni	fi	Fi	%
Cimbrados y encofrados	13	13	0,03	0,03	2,961
Trabajos previos	51	64	0,116	0,146	11,62
Hormigonado	53	117	0,121	0,267	12,07
Acabados	66	183	0,15	0,417	15,03
Ferralla	256	439	0,583	1	58,31

Gráfico número 13: Análisis de incidencias de ejecución por procesos de obra en forjados bidireccionales



## **5.2. Extracción de valores por proceso de obra**

Seguidamente, se crean nuevas tablas de valores, en esta ocasión, una para cada proceso de obra, juntamente con un gráfico explicativo, en el que se definirán los parámetros con incidencias más frecuentes en cada proceso de obra de todos y cada uno de los elementos estudiados.

### **5.2.1. Cimentación por zapatas**

Este apartado del estudio, dedicado a cimentación por zapatas, se divide en cinco subapartados, uno para cada proceso de obra. En este caso los subapartados son los siguientes:

- Movimiento de tierras
- Trabajos previos
- Ferralla
- Hormigonado
- Acabados

### **5.2.1.1. Movimiento de tierras**

Se presenta en la tabla número 39 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 14.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para una cimentación por zapatas, en el proceso de obra de movimiento de tierras. Los parámetros se encuentran codificados CZ- n<sup>o</sup>.

$n_i$ : frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

$N_i$ : frecuencia absoluta acumulada.

$n$ : número total de incidencias en el proceso de obra de movimiento de tierras para una cimentación por zapatas, en este caso 16.

$f_i$ : frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra "n".

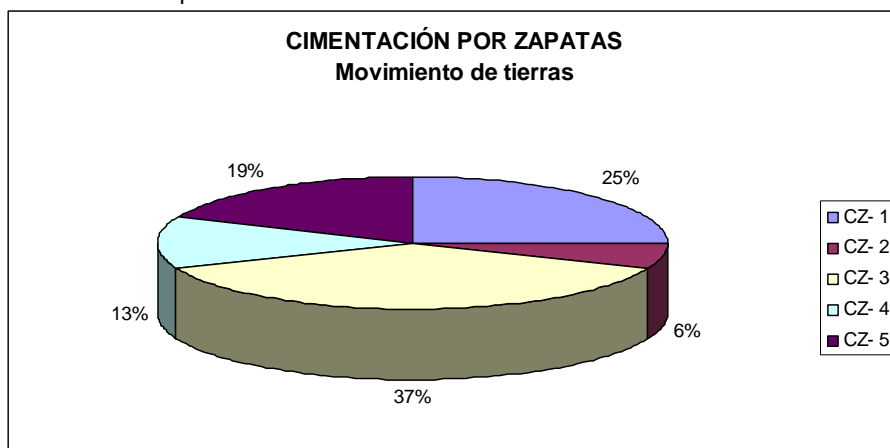
$F_i$ : frecuencia relativa acumulada.

%: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias del proceso de obra de movimiento de tierras para una cimentación por zapatas, 16.

Tabla número 39: Análisis de incidencias en el proceso de obra de movimiento de tierras en zapatas de cimentación

Cimentación por zapatas: Movimiento de tierras	ni	Ni	fi	Fi	%
CZ- 1	4	4	0,25	0,25	25
CZ- 2	1	5	0,063	0,313	6,25
CZ- 3	6	11	0,375	0,688	37,5
CZ- 4	2	13	0,125	0,813	12,5
CZ- 5	3	16	0,188	1	18,75

Gráfico número 14: Análisis de incidencias en el proceso de obra de movimiento de tierras en zapatas de cimentación



### **5.2.1.2. Trabajos previos**

Se presenta en la tabla número 40 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 15.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para losas de cimentación, en el proceso de obra de trabajos previos. Los parámetros se encuentran codificados CZ- n<sup>o</sup>.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

Ni: frecuencia absoluta acumulada.

n: número total de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos para cimentación por zapatas, en este caso 84.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra "n".

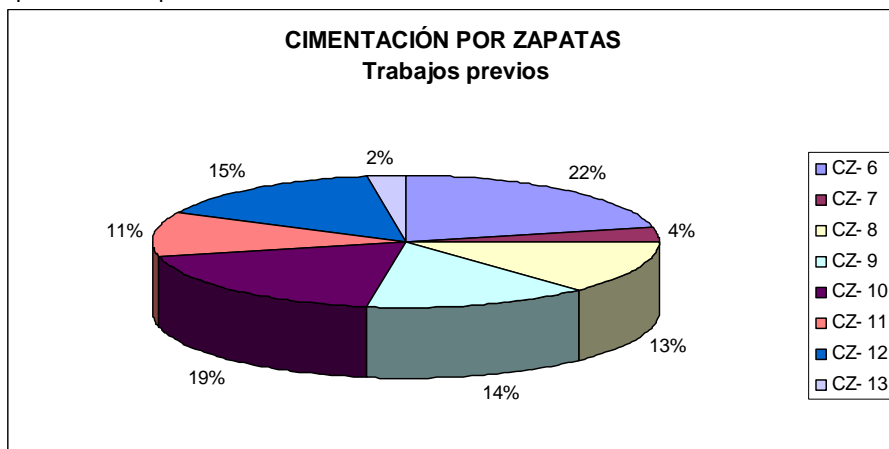
Fi: frecuencia relativa acumulada.

?: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias del proceso de obra de trabajos previos para una cimentación por zapatas, 84.

Tabla número 40: Análisis de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos en zapatas de cimentación

Cimentación por zapatas: Trabajos previos	ni	Ni	fi	Fi	%
CZ- 6	18	18	0,214	0,214	21,43
CZ- 7	3	21	0,036	0,25	3,571
CZ- 8	11	32	0,131	0,381	13,1
CZ- 9	12	44	0,143	0,524	14,29
CZ- 10	16	60	0,19	0,714	19,05
CZ- 11	9	69	0,107	0,821	10,71
CZ- 12	13	82	0,155	0,976	15,48
CZ- 13	2	84	0,024	1	2,381

Gráfico número 15: Análisis de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos en zapatas de cimentación



### **5.2.1.3. Ferralla**

Se presenta en la tabla número 41 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 16.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para una cimentación por zapatas, en el proceso de obra de ferralla. Los parámetros se encuentran codificados CZ- n<sup>o</sup>.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra de ferralla para cimentación por zapatas.

Ni: frecuencia absoluta acumulada.

n: número total de errores, en este caso 263.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra "n".

Fi: frecuencia relativa acumulada.

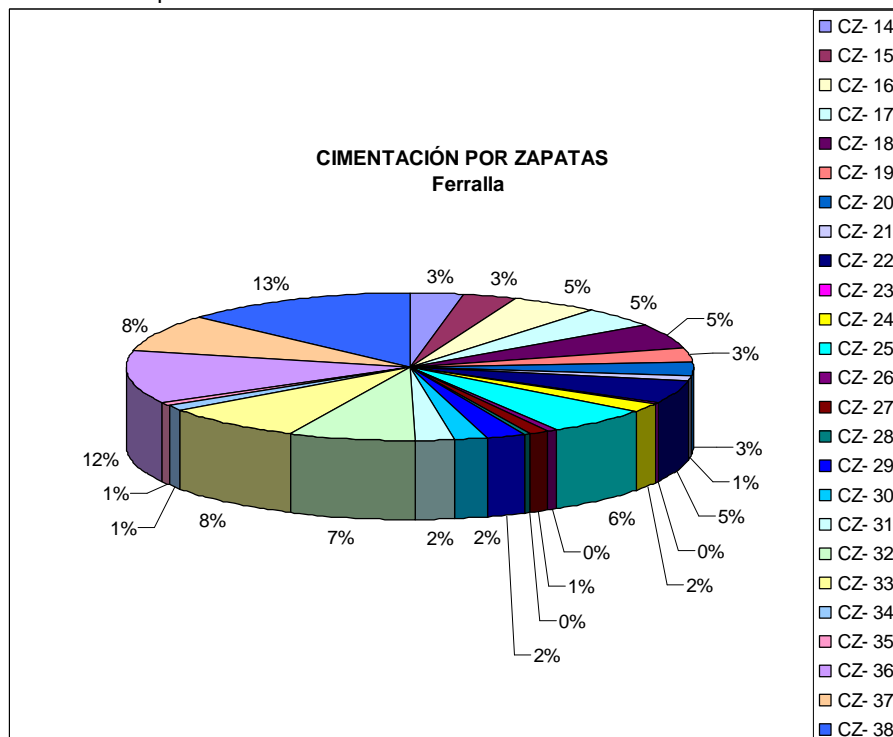
?: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias del proceso de obra de ferralla para una cimentación por zapatas, 263.



Tabla número 41: Análisis de incidencias en el proceso de obra de ferralla en zapatas de cimentación

Cimentación por zapatas: Ferralla	ni	Ni	fi	Fi	%
CZ- 14	8	8	0,03	0,03	3,042
CZ- 15	8	16	0,03	0,061	3,042
CZ- 16	13	29	0,049	0,11	4,943
CZ- 17	12	41	0,046	0,156	4,563
CZ- 18	14	55	0,053	0,209	5,323
CZ- 19	8	63	0,03	0,24	3,042
CZ- 20	8	71	0,03	0,27	3,042
CZ- 21	3	74	0,011	0,281	1,141
CZ- 22	13	87	0,049	0,331	4,943
CZ- 23	1	88	0,004	0,335	0,38
CZ- 24	5	93	0,019	0,354	1,901
CZ- 25	16	109	0,061	0,414	6,084
CZ- 26	1	110	0,004	0,418	0,38
CZ- 27	3	113	0,011	0,43	1,141
CZ- 28	1	114	0,004	0,433	0,38
CZ- 29	6	120	0,023	0,456	2,281
CZ- 30	5	125	0,019	0,475	1,901
CZ- 31	6	131	0,023	0,498	2,281
CZ- 32	19	150	0,072	0,57	7,224
CZ- 33	21	171	0,08	0,65	7,985
CZ- 34	3	174	0,011	0,662	1,141
CZ- 35	2	176	0,008	0,669	0,76
CZ- 36	31	207	0,118	0,787	11,79
CZ- 37	21	228	0,08	0,867	7,985
CZ- 38	35	263	0,133	1	13,31

Gráfico número 16: Análisis de incidencias en el proceso de obra de ferralla en zapatas de cimentación



#### 5.2.1.4. Hormigonado

Se presenta en la tabla número 42 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 17.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para una cimentación por zapatas, en el proceso de obra de hormigonado. Los parámetros se encuentran codificados CZ- n<sup>o</sup>.  
 ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

Ni: frecuencia absoluta acumulada.

n: número total de incidencias en el proceso de obra de hormigonado para cimentación por zapatas, en este caso 69.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra “n”.

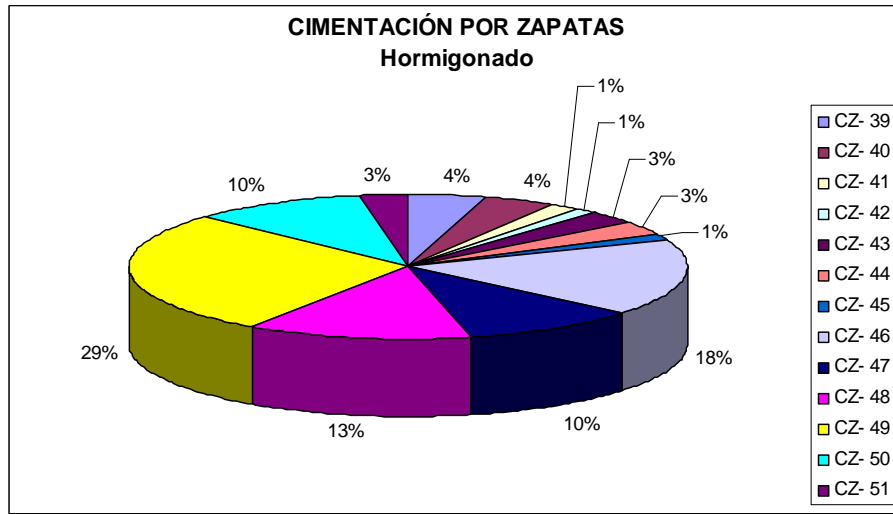
Fi: frecuencia relativa acumulada.

?: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias del proceso de obra de hormigonado para una cimentación por zapatas, 69.

Tabla número 42: Análisis de incidencias en el proceso de obra de hormigonado en zapatas de cimentación

Cimentación por zapatas: Hormigonado	ni	Ni	fi	Fi	%
CZ- 39	3	3	0,043	0,043	4,348
CZ- 40	3	6	0,043	0,087	4,348
CZ- 41	1	7	0,014	0,101	1,449
CZ- 42	1	8	0,014	0,116	1,449
CZ- 43	2	10	0,029	0,145	2,899
CZ- 44	2	12	0,029	0,174	2,899
CZ- 45	1	13	0,014	0,188	1,449
CZ- 46	12	25	0,174	0,362	17,39
CZ- 47	7	32	0,101	0,464	10,14
CZ- 48	9	41	0,13	0,594	13,04
CZ- 49	19	60	0,275	0,87	27,54
CZ- 50	7	67	0,101	0,971	10,14
CZ- 51	2	69	0,029	1	2,899

Gráfico número 17: Análisis de incidencias en el proceso de obra de hormigonado en zapatas de cimentación



### **5.2.1.5. Acabados**

Se presenta en la tabla número 43 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 18.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para una cimentación por zapatas, en el proceso de obra de acabados. Los parámetros se encuentran codificados CZ- n°.

$n_i$ : frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

$N_i$ : frecuencia absoluta acumulada.

$n$ : número total de incidencias en el proceso de obra de acabados para cimentación por zapatas, en este caso 124.

$f_i$ : frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias en este proceso de obra "n".

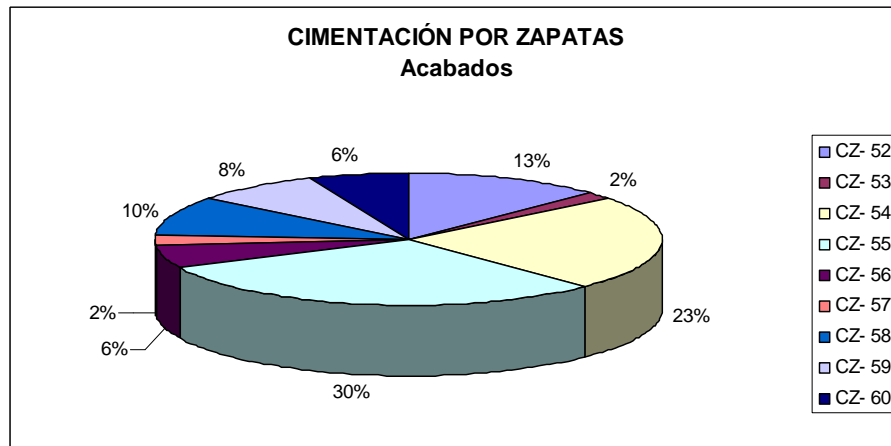
$F_i$ : frecuencia relativa acumulada.

%: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias del proceso de obra de acabados para una cimentación por zapatas, 124.

Tabla número 43: Análisis de incidencias en el proceso de obra de acabados en zapatas de cimentación

Cimentación por zapatas: Acabados	ni	Ni	fi	Fi	%
CZ- 52	16	16	0,129	0,129	12,9
CZ- 53	2	18	0,016	0,145	1,613
CZ- 54	29	47	0,234	0,379	23,39
CZ- 55	37	84	0,298	0,677	29,84
CZ- 56	7	91	0,056	0,734	5,645
CZ- 57	3	94	0,024	0,758	2,419
CZ- 58	12	106	0,097	0,855	9,677
CZ- 59	10	116	0,081	0,935	8,065
CZ- 60	8	124	0,065	1	6,452

Gráfico número 18: Análisis de incidencias en el proceso de obra de acabados en zapatas de cimentación



## **5.2.2. Losas de cimentación**

Este apartado del estudio, dedicado a losas de cimentación, se divide en cinco subapartados, uno para cada proceso de obra. En este caso los subapartados son los siguientes:

- Movimiento de tierras
- Trabajos previos
- Ferralla
- Hormigonado
- Acabados

### **5.2.2.1. Movimiento de tierras**

Se presenta en la tabla número 44 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 19.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para losas de cimentación, en el proceso de obra de movimiento de tierras. Los parámetros se encuentran codificados CL- n<sup>o</sup>.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

Ni: frecuencia absoluta acumulada.

n: número total de incidencias en el proceso de obra de movimiento de tierras para losas de cimentación, en este caso 13.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra "n".

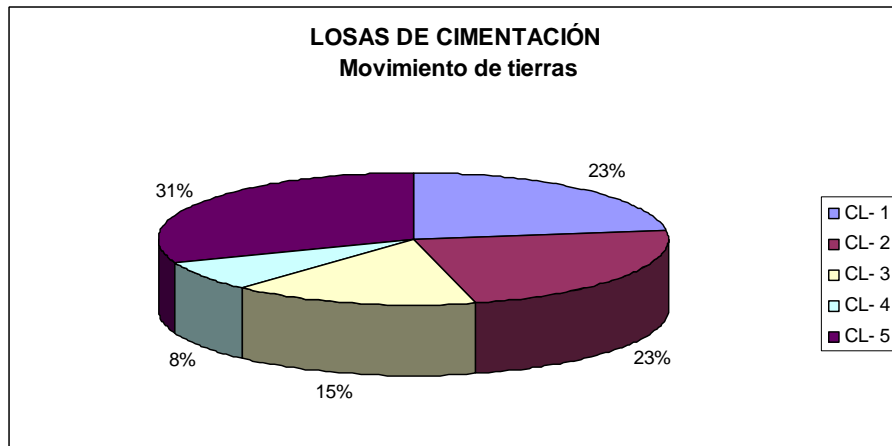
Fi: frecuencia relativa acumulada.

%: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias del proceso de obra de movimiento de tierras para losas de cimentación, 13.

Tabla número 44: Análisis de incidencias en el proceso de obra de movimiento de tierras en losas de cimentación

Losas de cimentación: Movimiento de tierras	ni	Ni	fi	Fi	%
CL- 1	3	3	0,231	0,231	23,08
CL- 2	3	6	0,231	0,462	23,08
CL- 3	2	8	0,154	0,615	15,38
CL- 4	1	9	0,077	0,692	7,692
CL- 5	4	13	0,308	1	30,77

Gráfico número 19: Análisis de incidencias en el proceso de obra de movimiento de tierras en losas de cimentación





### 5.2.2.2. Trabajos previos

Se presenta en la tabla número 45 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 20.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para losas de cimentación, en el proceso de obra de trabajos previos. Los parámetros se encuentran codificados CL- n°.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

Ni: frecuencia absoluta acumulada.

n: número total de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos para losas de cimentación, en este caso 32.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra "n".

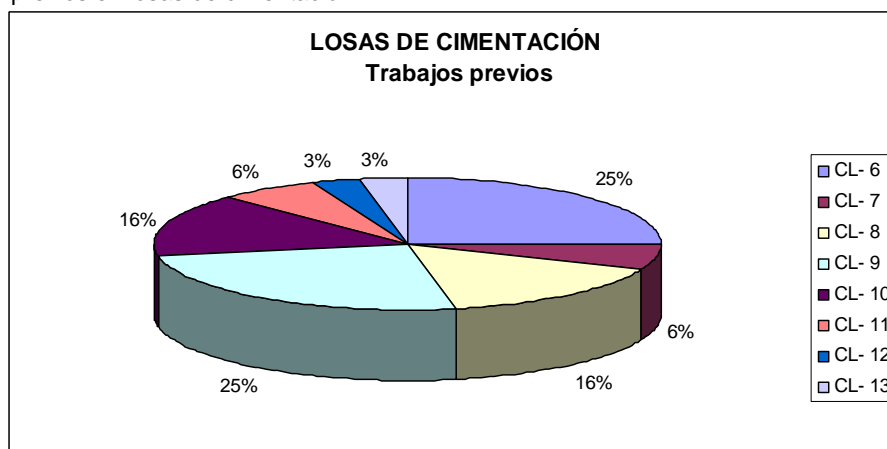
Fi: frecuencia relativa acumulada.

?: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias del proceso de obra de trabajos previos para losas de cimentación, 32.

Tabla número 45: Análisis de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos en losas de cimentación

Losas de cimentación: Trabajos previos	ni	Ni	fi	Fi	%
CL- 6	8	8	0,25	0,25	25
CL- 7	2	10	0,063	0,313	6,25
CL- 8	5	15	0,156	0,469	15,63
CL- 9	8	23	0,25	0,719	25
CL- 10	5	28	0,156	0,875	15,63
CL- 11	2	30	0,063	0,938	6,25
CL- 12	1	31	0,031	0,969	3,125
CL- 13	1	32	0,031	1	3,125

Gráfico número 20: Análisis de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos en losas de cimentación



### 5.2.2.3. Ferralla

Se presenta en la tabla número 46 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 21.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para losas de cimentación, en el proceso de obra de ferralla. Los parámetros se encuentran codificados CL- n°.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

Ni: frecuencia absoluta acumulada.

n: número total de incidencias en el proceso de obra de ferralla para losas de cimentación, en este caso 46.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra "n".

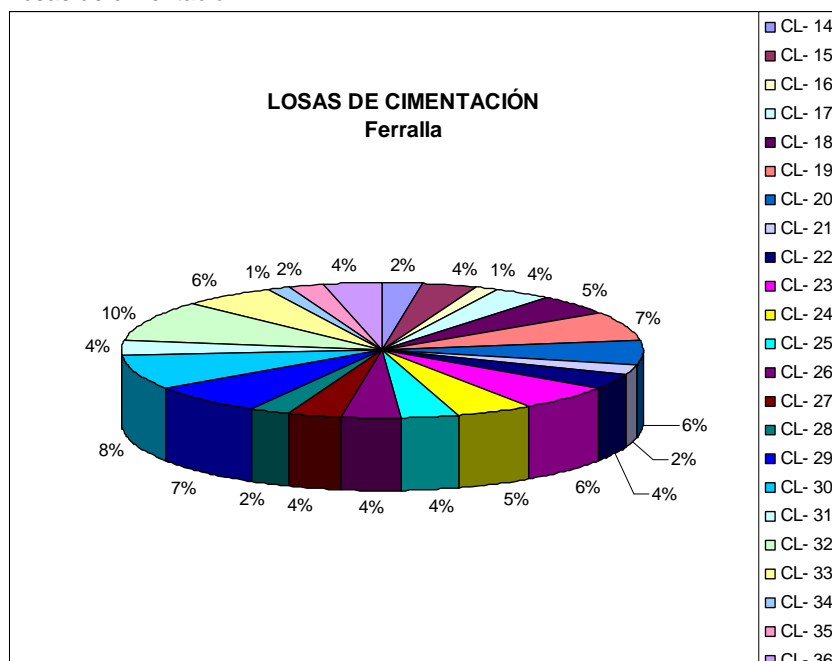
Fi: frecuencia relativa acumulada.

%: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias del proceso de obra de ferralla para losas de cimentación, 46.

Tabla número 46: Análisis de incidencias en el proceso de obra de ferralla en losas de cimentación

Losas de cimentación: Ferralla	ni	Ni	fi	Fi	%
CL- 14	2	2	0,024	0,024	2,381
CL- 15	3	5	0,036	0,06	3,571
CL- 16	1	6	0,012	0,071	1,19
CL- 17	3	9	0,036	0,107	3,571
CL- 18	4	13	0,048	0,155	4,762
CL- 19	6	19	0,071	0,226	7,143
CL- 20	5	24	0,06	0,286	5,952
CL- 21	2	26	0,024	0,31	2,381
CL- 22	3	29	0,036	0,345	3,571
CL- 23	5	34	0,06	0,405	5,952
CL- 24	4	38	0,048	0,452	4,762
CL- 25	3	3	0,036	0,036	3,571
CL- 26	3	6	0,036	0,071	3,571
CL- 27	3	9	0,036	0,107	3,571
CL- 28	2	11	0,024	0,131	2,381
CL- 29	6	17	0,071	0,202	7,143
CL- 30	7	24	0,083	0,286	8,333
CL- 31	3	27	0,036	0,321	3,571
CL- 32	8	35	0,095	0,417	9,524
CL- 33	5	40	0,06	0,476	5,952
CL- 34	1	41	0,012	0,488	1,19
CL- 35	2	43	0,024	0,512	2,381
CL- 36	3	46	0,036	0,548	3,571

Gráfico número 21: Análisis de incidencias en el proceso de obra de ferralla en losas de cimentación



#### 5.2.2.4. Hormigonado

Se presenta en la tabla número 47 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 22.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para losas de cimentación, en el proceso de obra de hormigonado. Los parámetros se encuentran codificados CL- n°.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

Ni: frecuencia absoluta acumulada.

n: número total de incidencias en el proceso de obra de hormigonado para losas de cimentación, en este caso 21.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra “n”.

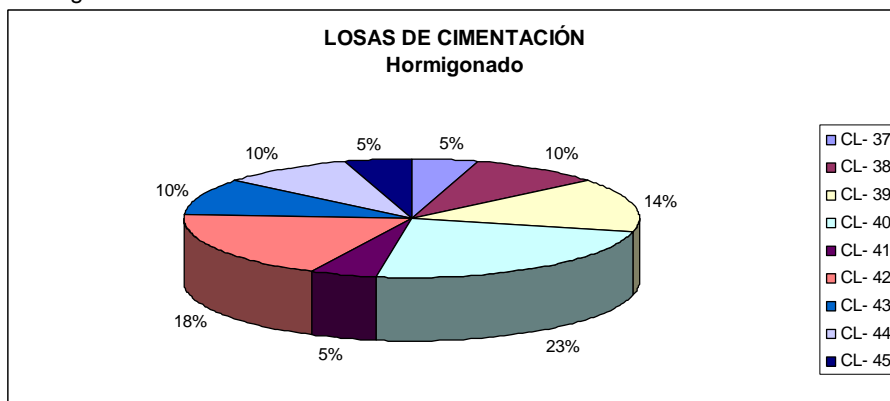
Fi: frecuencia relativa acumulada.

?: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias del proceso de obra de hormigonado en losas de cimentación, 21.

Tabla número 47: Análisis de incidencias en el proceso de obra de hormigonado en losas de cimentación

Losas de cimentación: Hormigonado	ni	Ni	fi	Fi	%
CL- 37	1	1	0,048	0,048	4,762
CL- 38	2	3	0,095	0,143	9,524
CL- 39	3	6	0,143	0,286	14,29
CL- 40	5	11	0,238	0,524	23,81
CL- 41	1	12	0,048	0,571	4,762
CL- 42	4	16	0,19	0,762	19,05
CL- 43	2	18	0,095	0,857	9,524
CL- 44	2	20	0,095	0,952	9,524
CL- 45	1	21	0,048	1	4,762

Gráfico número 22: Análisis de incidencias en el proceso de obra de hormigonado en losas de cimentación



### **5.2.2.5. Acabados**

Se presenta en la tabla número 48 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 23.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para losas de cimentación, en el proceso de obra de acabados. Los parámetros se encuentran codificados CL- n<sup>o</sup>.

$n_i$ : frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

$N_i$ : frecuencia absoluta acumulada.

$n$ : número total de incidencias en el proceso de obra de acabados para losas de cimentación, en este caso 38.

$f_i$ : frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra "n".

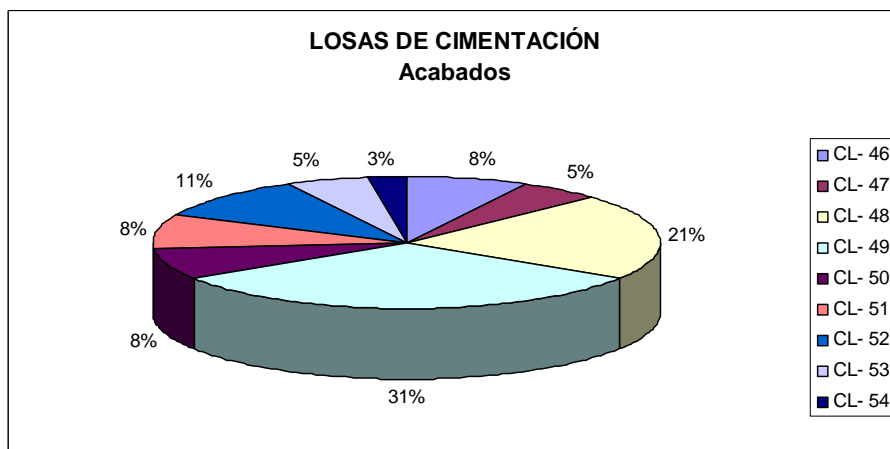
$F_i$ : frecuencia relativa acumulada.

%: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias del proceso de obra de acabados para losas de cimentación, 38.

Tabla número 48: Análisis de incidencias en el proceso de obra de acabados en losas de cimentación

Losas de cimentación: Acabados	ni	Ni	fi	Fi	%
CL- 46	3	3	0,079	0,079	7,895
CL- 47	2	5	0,053	0,132	5,263
CL- 48	8	13	0,211	0,342	21,05
CL- 49	12	25	0,316	0,658	31,58
CL- 50	3	28	0,079	0,737	7,895
CL- 51	3	31	0,079	0,816	7,895
CL- 52	4	35	0,105	0,921	10,53
CL- 53	2	37	0,053	0,974	5,263
CL- 54	1	38	0,026	1	2,632

Gráfico número 23: Análisis de incidencias en el proceso de obra de acabados en losas de cimentación



### **5.2.3. Forjados unidireccionales**

Este apartado del estudio, dedicado a forjados unidireccionales, se divide en cinco subapartados, uno para cada proceso de obra. En este caso los subapartados son los siguientes:

- Cimbrados y encofrados
- Trabajos previos
- Ferralla
- Hormigonado
- Acabados

#### **5.2.3.1. Cimbrados y encofrados**

Se presenta en la tabla número 49 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 24.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados unidireccionales, en el proceso de obra de cimbrados y encofrados. Los parámetros se encuentran codificados EU-nº.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

Ni: frecuencia absoluta acumulada.

n: número total de incidencias en el proceso de obra de cimbrados y encofrados para forjados unidireccionales, en este caso 30.



fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra "n".

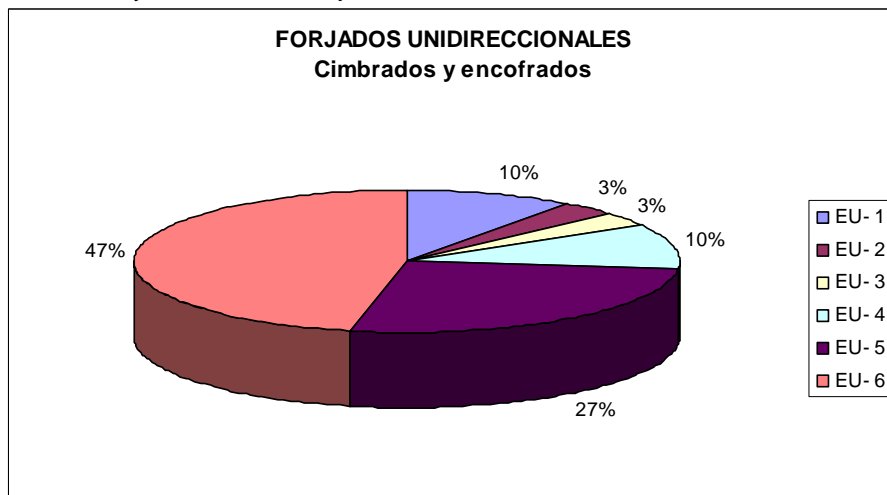
Fi: frecuencia relativa acumulada.

?: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias del proceso de obra de cimbrados y encofrados para forjados unidireccionales, 30.

Tabla número 49: Análisis de incidencias en el proceso de obra de cimbrados y encofrados en forjados unidireccionales

Forjados unidireccionales: Cimbrados y encofrados	ni	Ni	fi	Fi	%
EU- 1	3	3	0,1	0,1	10
EU- 2	1	4	0,033	0,133	3,333
EU- 3	1	5	0,033	0,167	3,333
EU- 4	3	8	0,1	0,267	10
EU- 5	8	16	0,267	0,533	26,67
EU- 6	14	30	0,467	1	46,67

Gráfico número 24: Análisis de incidencias en el proceso de obra de cimbrados y encofrados en forjados unidireccionales



### 5.2.3.2. Trabajos previos

Se presenta en la tabla número 50 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 25.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados unidireccionales, en el proceso de obra de trabajos previos. Los parámetros se encuentran codificados EU- nº.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

Ni: frecuencia absoluta acumulada.

n: número total de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos para forjados unidireccionales, en este caso 27.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra "n".

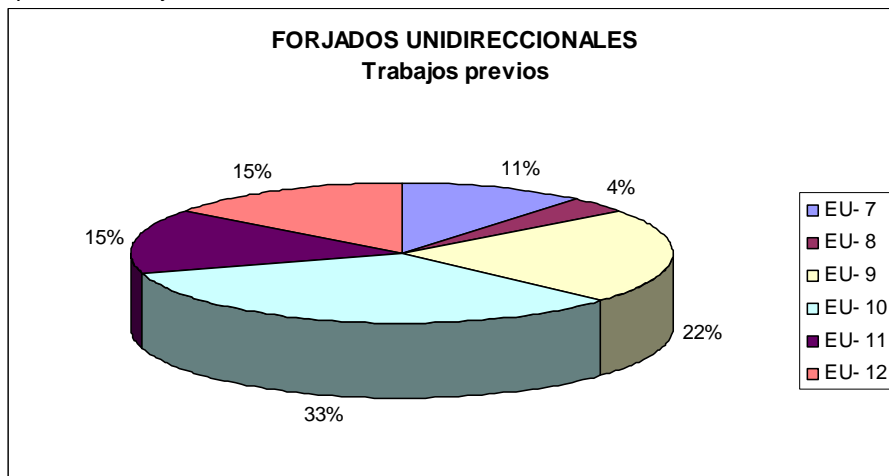
Fi: frecuencia relativa acumulada.

?: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos para forjados unidireccionales, 27.

Tabla número 50: Análisis de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos en forjados unidireccionales

Forjados unidireccionales: Trabajos previos	ni	Ni	fi	Fi	%
EU- 7	3	3	0,111	0,111	11,11
EU- 8	1	4	0,037	0,148	3,704
EU- 9	6	10	0,222	0,37	22,22
EU- 10	9	19	0,333	0,704	33,33
EU- 11	4	23	0,148	0,852	14,81
EU- 12	4	27	0,148	1	14,81

Gráfico número 25: Análisis de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos en forjados unidireccionales



### 5.2.3.3. Ferralla

Se presenta en la tabla número 51 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 26.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados unidireccionales, en el proceso de obra de ferralla. Los parámetros se encuentran codificados EU- n<sup>o</sup>.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

Ni: frecuencia absoluta acumulada.

n: número total de incidencias en el proceso de obra de ferralla para forjados unidireccionales, en este caso 124.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra "n".

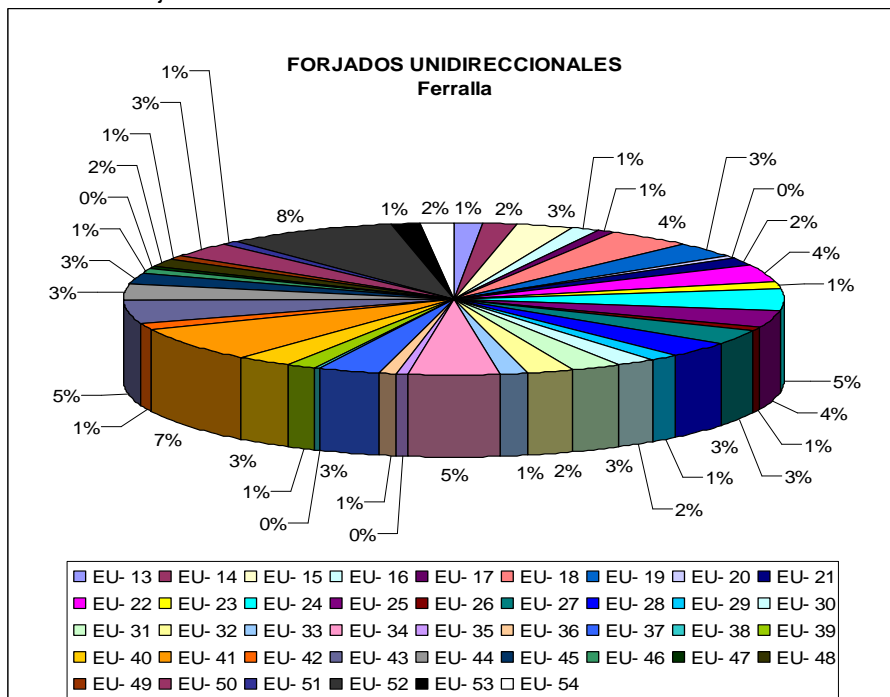
Fi: frecuencia relativa acumulada.

%: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias en el proceso de ferralla para forjados unidireccionales, 124.

Tabla número 51: Análisis de incidencias en el proceso de obra de ferralla en forjados unidireccionales

Forjados unidireccionales: Ferralla	ni	Ni	fi	Fi	%
EU- 13	3	3	0,013	0,013	1,266
EU- 14	4	7	0,017	0,03	1,688
EU- 15	7	14	0,03	0,059	2,954
EU- 16	3	17	0,013	0,072	1,266
EU- 17	2	19	0,008	0,08	0,844
EU- 18	10	29	0,042	0,122	4,219
EU- 19	8	37	0,034	0,156	3,376
EU- 20	1	38	0,004	0,16	0,422
EU- 21	4	42	0,017	0,177	1,688
EU- 22	9	51	0,038	0,215	3,797
EU- 23	3	54	0,013	0,228	1,266
EU- 24	11	65	0,046	0,274	4,641
EU- 25	9	74	0,038	0,312	3,797
EU- 26	2	76	0,008	0,321	0,844
EU- 27	7	83	0,03	0,35	2,954
EU- 28	8	91	0,034	0,384	3,376
EU- 29	3	94	0,013	0,397	1,266
EU- 30	5	99	0,021	0,418	2,11
EU- 31	6	105	0,025	0,443	2,532
EU- 32	5	110	0,021	0,464	2,11
EU- 33	3	113	0,013	0,477	1,266
EU- 34	11	11	0,046	0,046	4,641
EU- 35	1	12	0,004	0,051	0,422
EU- 36	2	14	0,008	0,059	0,844
EU- 37	7	21	0,03	0,089	2,954
EU- 38	1	22	0,004	0,093	0,422
EU- 39	3	25	0,013	0,105	1,266
EU- 40	7	32	0,03	0,135	2,954
EU- 41	17	49	0,072	0,207	7,173
EU- 42	3	52	0,013	0,219	1,266
EU- 43	12	64	0,051	0,27	5,063
EU- 44	8	72	0,034	0,304	3,376
EU- 45	6	78	0,025	0,329	2,532
EU- 46	2	80	0,008	0,338	0,844
EU- 47	1	81	0,004	0,342	0,422
EU- 48	4	85	0,017	0,359	1,688
EU- 49	2	87	0,008	0,367	0,844
EU- 50	8	95	0,034	0,401	3,376
EU- 51	2	97	0,008	0,409	0,844
EU- 52	20	117	0,084	0,494	8,439
EU- 53	3	120	0,013	0,506	1,266
EU- 54	4	124	0,017	0,523	1,688

Gráfico número 26: Análisis de incidencias en el proceso de obra de ferralla en forjados unidireccionales



### 5.2.3.4. Hormigonado

Se presenta en la tabla número 52 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 27.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados unidireccionales, en el proceso de obra de hormigonado. Los parámetros se encuentran codificados EU- n°.

$n_i$ : frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

$N_i$ : frecuencia absoluta acumulada.

$n$ : número total de incidencias en el proceso de obra de hormigonado para forjados unidireccionales, en este caso 58.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra “n”.

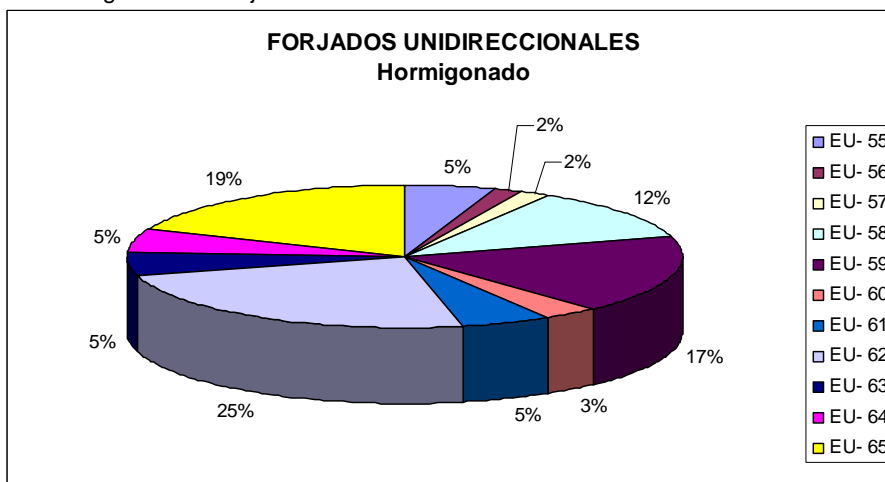
Fi: frecuencia relativa acumulada.

?: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias del proceso de hormigonado para forjados unidireccionales, 58.

Tabla número 52: Análisis de incidencias en el proceso de obra de hormigonado en forjados unidireccionales

Forjados unidireccionales: Hormigonado	ni	Ni	fi	Fi	%
EU- 55	3	3	0,052	0,052	5,172
EU- 56	1	4	0,017	0,069	1,724
EU- 57	1	5	0,017	0,086	1,724
EU- 58	7	12	0,121	0,207	12,07
EU- 59	10	22	0,172	0,379	17,24
EU- 60	2	24	0,034	0,414	3,448
EU- 61	3	27	0,052	0,466	5,172
EU- 62	14	41	0,241	0,707	24,14
EU- 63	3	44	0,052	0,759	5,172
EU- 64	3	47	0,052	0,81	5,172
EU- 65	11	58	0,19	1	18,97

Gráfico número 27: Análisis de incidencias en el proceso de obra de hormigonado en forjados unidireccionales



### **5.2.3.5. Acabados**

Se presenta en la tabla número 53 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 28.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados unidireccionales, en el proceso de obra de acabados. Los parámetros se encuentran codificados EU- n<sup>o</sup>.

$n_i$ : frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

$N_i$ : frecuencia absoluta acumulada.

$n$ : número total de incidencias en el proceso de obra de acabados para forjados unidireccionales, en este caso 74.

$f_i$ : frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra "n".

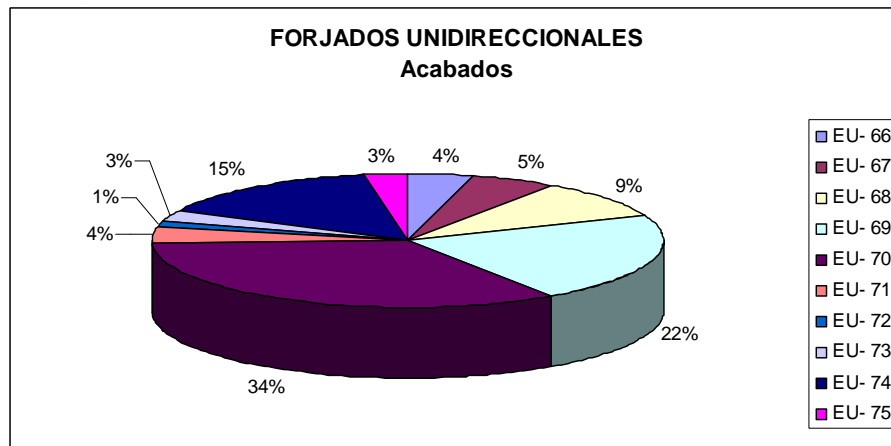
$F_i$ : frecuencia relativa acumulada.

%: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias en el proceso de obra de acabados para forjados unidireccionales, 74.

Tabla número 53: Análisis de incidencias en el proceso de obra de acabados en forjados unidireccionales

Forjados unidireccionales: Acabados	Ni	Ni	fi	Fi	%
EU- 66	3	3	0,041	0,041	4,054
EU- 67	4	7	0,054	0,095	5,405
EU- 68	7	14	0,095	0,189	9,459
EU- 69	16	30	0,216	0,405	21,62
EU- 70	25	55	0,338	0,743	33,78
EU- 71	3	58	0,041	0,784	4,054
EU- 72	1	59	0,014	0,797	1,351
EU- 73	2	61	0,027	0,824	2,703
EU- 74	11	72	0,149	0,973	14,86
EU- 75	2	74	0,027	1	2,703

Gráfico número 28: Análisis de incidencias en el proceso de obra de acabados en forjados unidireccionales





#### **5.2.4. Forjados bidireccionales**

Este apartado del estudio, dedicado a forjados unidireccionales, se divide en cinco subapartados, uno para cada proceso de obra. En este caso los subapartados son los siguientes:

- Cimbrados y encofrados
- Trabajos previos
- Ferralla
- Hormigonado
- Acabados

##### **5.2.4.1. Cimbrados y encofrados**

Se presenta en la tabla número 54 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 29.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados bidireccionales, en el proceso de obra de cimbrados y encofrados. Los parámetros se encuentran codificados EB- n°.

$n_i$ : frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

$N_i$ : frecuencia absoluta acumulada.

$n$ : número total de incidencias en el proceso de obra de cimbrados y encofrados para forjados bidireccionales, en este caso 13.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra “n”.

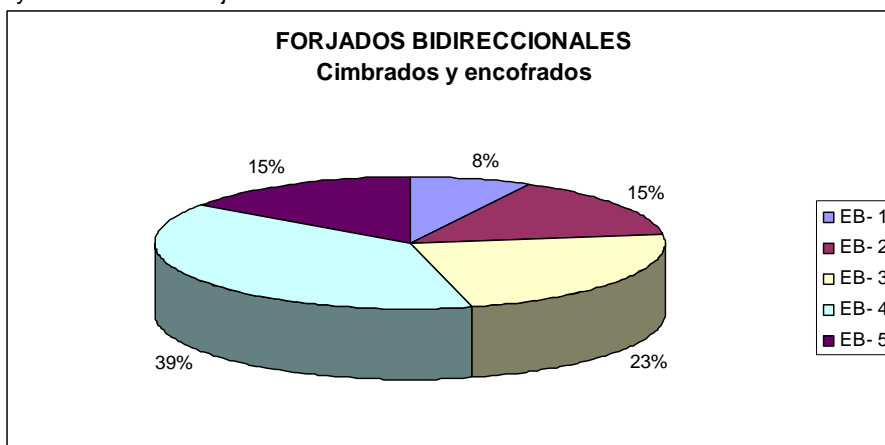
Fi: frecuencia relativa acumulada.

?: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias del proceso de cimbrados y encofrados para forjados bidireccionales, 13.

Tabla número 54: Análisis de incidencias en el proceso de obra de cimbrados y encofrados en forjados bidireccionales

Forjados bidireccionales: Cimbrados y encofrados	ni	Ni	fi	Fi	%
EB- 1	1	1	0,077	0,077	7,692
EB- 2	2	3	0,154	0,231	15,38
EB- 3	3	6	0,231	0,462	23,08
EB- 4	5	11	0,385	0,846	38,46
EB- 5	2	13	0,154	1	15,38

Gráfico número 29: Análisis de incidencias en el proceso de obra de cimbrados y encofrados en forjados bidireccionales



### 5.2.4.2. Trabajos previos

Se presenta en la tabla número 55 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 30.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados bidireccionales, en el proceso de obra de trabajos previos. Los parámetros se encuentran codificados EB- n°.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

Ni: frecuencia absoluta acumulada.

n: número total de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos para forjados bidireccionales, en este caso 51.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra "n".

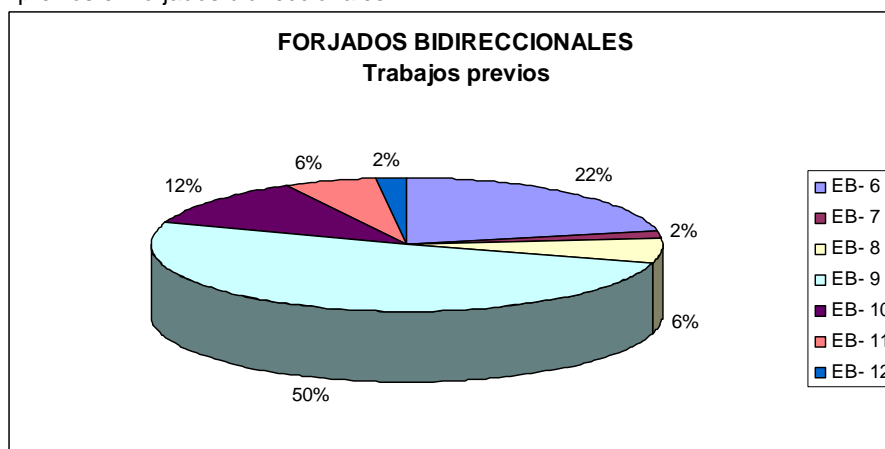
Fi: frecuencia relativa acumulada.

?: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias del proceso de obra de trabajos previos para forjados bidireccionales, 51.

Tabla número 55: Análisis de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos en forjados bidireccionales

Forjados bidireccionales: Trabajos previos	ni	Ni	fi	Fi	%
EB- 6	11	11	0,216	0,216	21,57
EB- 7	1	12	0,02	0,235	1,961
EB- 8	3	15	0,059	0,294	5,882
EB- 9	26	41	0,51	0,804	50,98
EB- 10	6	47	0,118	0,922	11,76
EB- 11	3	50	0,059	0,98	5,882
EB- 12	1	51	0,02	1	1,961

Gráfico número 30: Análisis de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos en forjados bidireccionales



### 5.2.4.3. Ferralla

Se presenta en la tabla número 56 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 31.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados bidireccionales, en el proceso de obra de ferralla. Los parámetros se encuentran codificados EB- n<sup>o</sup>.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

Ni: frecuencia absoluta acumulada.

n: número total de incidencias en el proceso de obra de ferralla para forjados bidireccionales, en este caso 128.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra "n".

Fi: frecuencia relativa acumulada.

‰: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias del proceso de obra de ferralla para forjados bidireccionales, 128.

Tabla número 56: Análisis de incidencias en el proceso de obra de ferralla en forjados bidireccionales

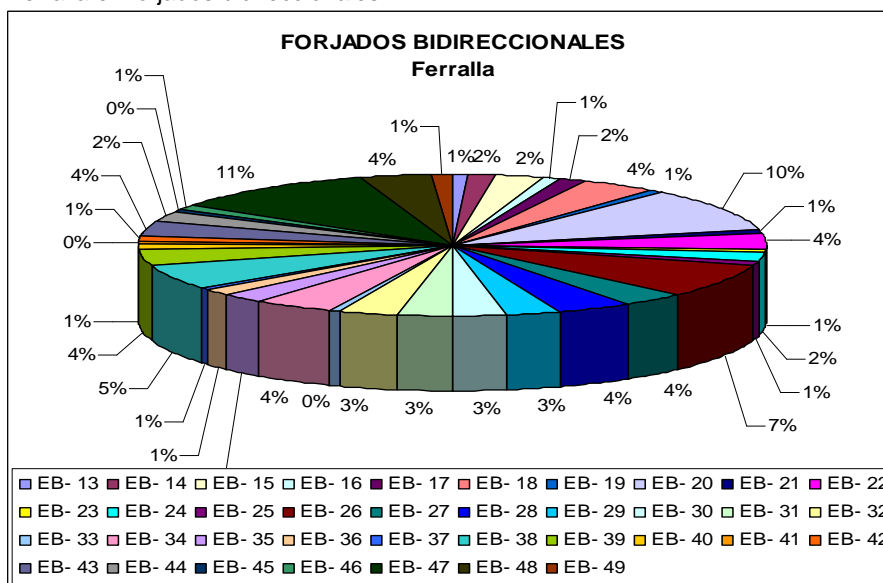
Forjados unidireccionales: Ferralla	ni	Ni	fi	Fi	%
--	----	----	----	----	---

EB- 13	2	2	0,008	0,008	0,781
EB- 14	4	6	0,016	0,023	1,563
EB- 15	6	12	0,023	0,047	2,344
EB- 16	2	14	0,008	0,055	0,781
EB- 17	4	18	0,016	0,07	1,563
EB- 18	10	28	0,039	0,109	3,906
EB- 19	2	30	0,008	0,117	0,781
EB- 20	25	55	0,098	0,215	9,766
EB- 21	2	57	0,008	0,223	0,781
EB- 22	9	66	0,035	0,258	3,516
EB- 23	2	68	0,008	0,266	0,781
EB- 24	5	73	0,02	0,285	1,953
EB- 25	3	76	0,012	0,297	1,172
EB- 26	19	95	0,074	0,371	7,422
EB- 27	9	104	0,035	0,406	3,516
EB- 28	10	114	0,039	0,445	3,906
EB- 29	7	121	0,027	0,473	2,734
EB- 30	7	128	0,027	0,5	2,734

Forjados bidireccionales: Ferralla	ni	Ni	fi	Fi	%
---------------------------------------	----	----	----	----	---

EB- 31	7	7	0,027	0,027	2,734
EB- 32	8	15	0,031	0,059	3,125
EB- 33	1	16	0,004	0,063	0,391
EB- 34	11	27	0,043	0,105	4,297
EB- 35	6	33	0,023	0,129	2,344
EB- 36	3	36	0,012	0,141	1,172
EB- 37	2	38	0,008	0,148	0,781
EB- 38	14	52	0,055	0,203	5,469
EB- 39	10	62	0,039	0,242	3,906
EB- 40	3	65	0,012	0,254	1,172
EB- 41	1	66	0,004	0,258	0,391
EB- 42	3	69	0,012	0,27	1,172
EB- 43	9	78	0,035	0,305	3,516
EB- 44	6	84	0,023	0,328	2,344
EB- 45	1	85	0,004	0,332	0,391
EB- 46	3	88	0,012	0,344	1,172
EB- 47	28	116	0,109	0,453	10,94
EB- 48	9	125	0,035	0,488	3,516
EB- 49	3	128	0,012	0,5	1,172

Gráfico número 31: Análisis de incidencias en el proceso de obra de ferralla en forjados bidireccionales



#### 5.2.4.4. Hormigonado

Se presenta en la tabla número 57 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 32.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados bidireccionales, en el proceso de obra de hormigonado. Los parámetros se encuentran codificados EB- n°.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

Ni: frecuencia absoluta acumulada.

n: número total de incidencias en el proceso de obra de hormigonado para forjados bidireccionales, en este caso 53.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra "n".

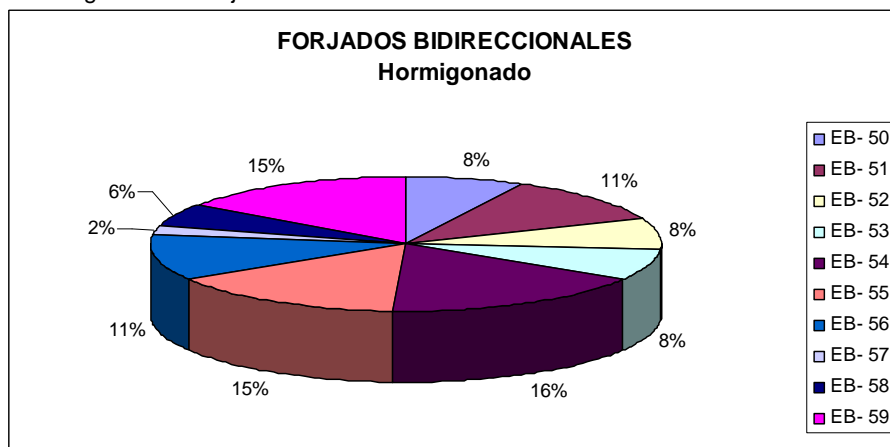
Fi: frecuencia relativa acumulada.

?: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias del proceso de obra de hormigonado para forjados bidireccionales, 53.

Tabla número 57: Análisis de incidencias en el proceso de obra de hormigonado en forjados bidireccionales

Forjados bidireccionales: Hormigonado	ni	Ni	fi	Fi	%
EB- 50	4	4	0,075	0,075	7,547
EB- 51	6	10	0,113	0,189	11,32
EB- 52	4	14	0,075	0,264	7,547
EB- 53	4	18	0,075	0,34	7,547
EB- 54	9	27	0,17	0,509	16,98
EB- 55	8	35	0,151	0,66	15,09
EB- 56	6	41	0,113	0,774	11,32
EB- 57	1	42	0,019	0,792	1,887
EB- 58	3	45	0,057	0,849	5,66
EB- 59	8	53	0,151	1	15,09

Gráfico número 32: Análisis de incidencias en el proceso de obra de hormigonado en forjados bidireccionales



#### **5.2.4.5. Acabados**

Se presenta en la tabla número 58 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 33.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados bidireccionales, en el proceso de obra de acabados. Los parámetros se encuentran codificados EB- n<sup>o</sup>.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

Ni: frecuencia absoluta acumulada.

n: número total de incidencias en el proceso de obra de acabados para forjados bidireccionales, en este caso 66.

fi: frecuencia relativa de cada parámetro, es decir, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de cada parámetro por el número total de incidencias de este proceso de obra "n".

Fi: frecuencia relativa acumulada.

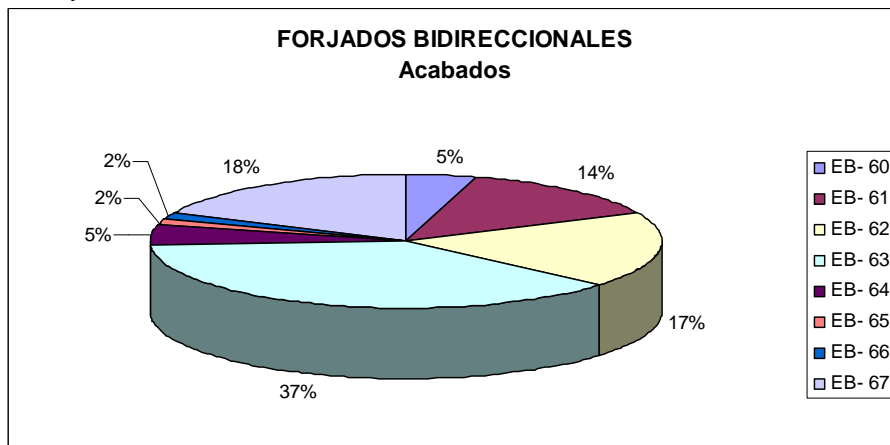
%: porcentaje aplicado a cada incidencia en referencia del total de incidencias del proceso de obra de acabados para forjados bidireccionales, 66.



Tabla número 58: Análisis de incidencias en el proceso de obra de acabados en forjados bidireccionales

Forjados bidireccionales: Acabados	ni	Ni	fi	Fi	%
EB- 60	3	3	0,045	0,045	4,545
EB- 61	9	12	0,136	0,182	13,64
EB- 62	12	24	0,182	0,364	18,18
EB- 63	25	49	0,379	0,742	37,88
EB- 64	3	52	0,045	0,788	4,545
EB- 65	1	53	0,015	0,803	1,515
EB- 66	1	54	0,015	0,818	1,515
EB- 67	12	66	0,182	1	18,18

Gráfico número 33: Análisis de incidencias en el proceso de obra de acabados en forjados bidireccionales



### 5.3. Valoración de resultados por procesos de obra

Este punto concluye el anterior con la realización de una escala de valoración. Para dotar a los resultados obtenidos de una escala de valoración se vuelve hacer uso del concepto “grado de presencia de una incidencia en las obras”. En esta ocasión, el grado de presencia aplicado será el mismo pero los porcentajes del número de obras varia tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla número 59: Clasificación del grado de presencia de una incidencia por procesos de obra

GRADO DE PRESENCIA		PORCENTAJE DEL NÚMER DE OBRAS
T	Trivial	$X \leq 5\%$
M	Moderado	$5\% < X \leq 10\%$
I	Importante	$10\% < X \leq 25\%$
E	Extendido	$25\% < X \leq 50\%$
G	Generalizado	$X > 50\%$

De cada proceso de obra, se analiza el grado de presencia de una incidencia, de forma que se obtienen los siguientes datos.

### **5.3.1. Cimentación por zapatas**

En los siguientes apartados se va a extraer el grado de presencia de una incidencia en las obras referente a todos los procesos de obra de las cimentaciones por zapatas.

#### **5.3.1.1. Movimiento de tierras**

Se presenta en la tabla número 60 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 34.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para cimentación por zapatas, en el proceso de obra de movimiento de tierras. Los parámetros se encuentran codificados CZ- nº.

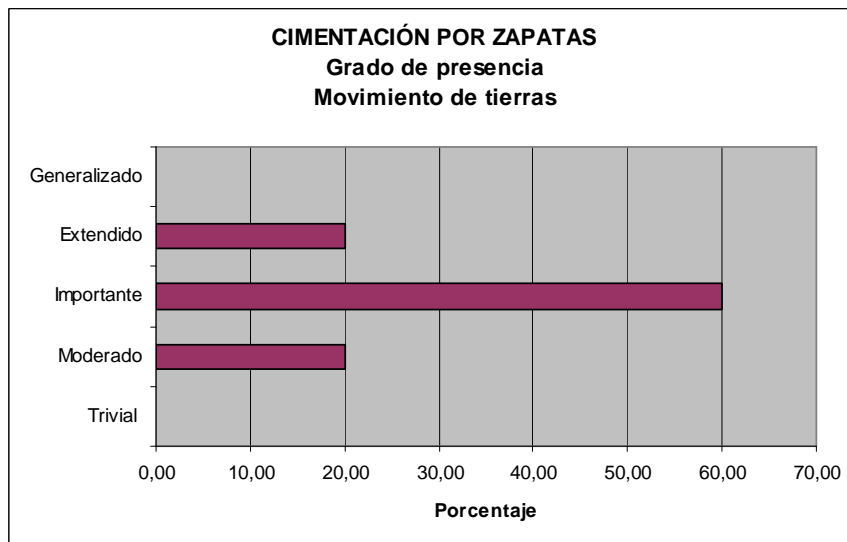
$n_i$ : frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia de este proceso de obra.

G<sup>o</sup>P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de movimiento de tierras en cimentación por zapatas.

Tabla número 60: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de movimiento de tierras en cimentación por zapatas

Cimentación por zapatas: Movimiento de Tierras	ni	G°P
CZ- 1	4	I
CZ- 2	1	M
CZ- 3	6	E
CZ- 4	2	I
CZ- 5	3	I

Gráfico número 34: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de movimiento de tierras en cimentación por zapatas



### 5.3.1.2. Trabajos previos

Se presenta en la tabla número 61 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 35.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para cimentación por zapatas, en el proceso de obra de trabajos previos. Los parámetros se encuentran codificados CZ- n°.

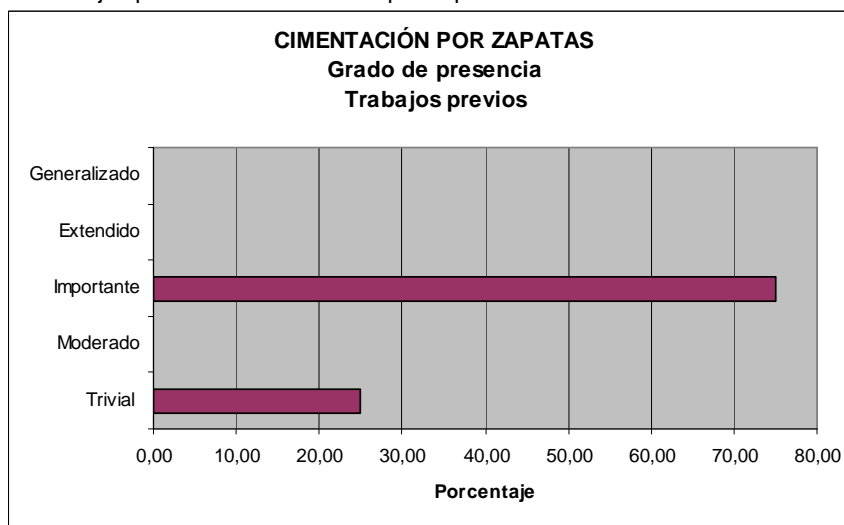
ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

G°P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de trabajos previos en cimentación por zapatas.

Tabla número 61: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de trabajos previos en cimentación por zapatas

Cimentación por zapatas: Trabajos previos	ni	G°P
CZ- 6	18	I
CZ- 7	3	T
CZ- 8	11	I
CZ- 9	12	I
CZ- 10	16	I
CZ- 11	9	I
CZ- 12	13	I
CZ- 13	2	T

Gráfico número 35: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de trabajos previos en cimentación por zapatas



### 5.3.1.3. Ferralla

Se presenta en la tabla número 62 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 36.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para cimentación por zapatas, en el proceso de obra de ferralla. Los parámetros se encuentran codificados CZ- n<sup>o</sup>.

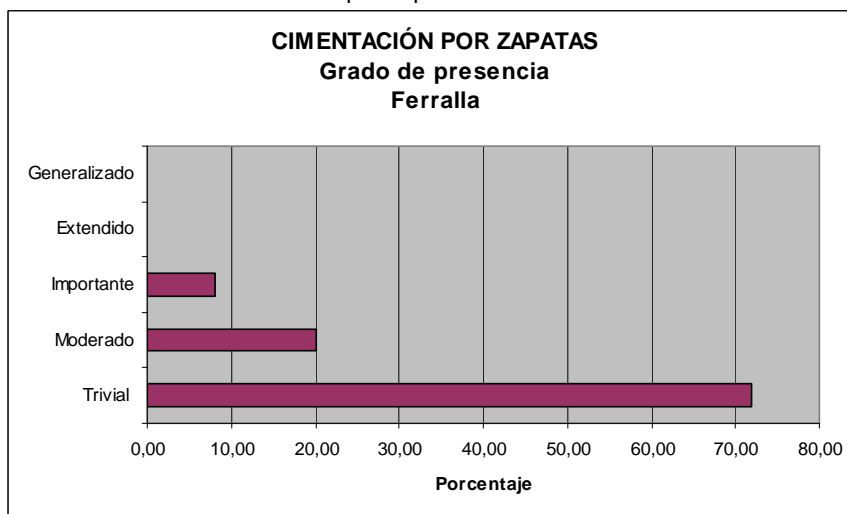
ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

G<sup>o</sup>P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de ferralla en cimentación por zapatas.

Tabla número 62: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de ferralla en cimentación por zapatas

Cimentación por zapatas: Ferralla	ni	G°P	Cimentación por zapatas: Ferralla	ni	G°P
CZ- 14	8	T	CZ- 26	1	T
CZ- 15	8	T	CZ- 27	3	T
CZ- 16	13	T	CZ- 28	1	T
CZ- 17	12	T	CZ- 29	6	T
CZ- 18	14	M	CZ- 30	5	T
CZ- 19	8	T	CZ- 31	6	T
CZ- 20	8	T	CZ- 32	19	M
CZ- 21	3	T	CZ- 33	21	M
CZ- 22	13	T	CZ- 34	3	T
CZ- 23	1	T	CZ- 35	2	T
CZ- 24	5	T	CZ- 36	31	I
CZ- 25	16	M	CZ- 37	21	M
			CZ- 38	35	I

Gráfico número 36: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de ferralla en cimentación por zapatas



#### 5.3.1.4. Hormigonado

Se presenta en la tabla número 63 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 37.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para cimentación por zapatas, en el proceso de obra de hormigonado. Los parámetros se encuentran codificados CZ- n°.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

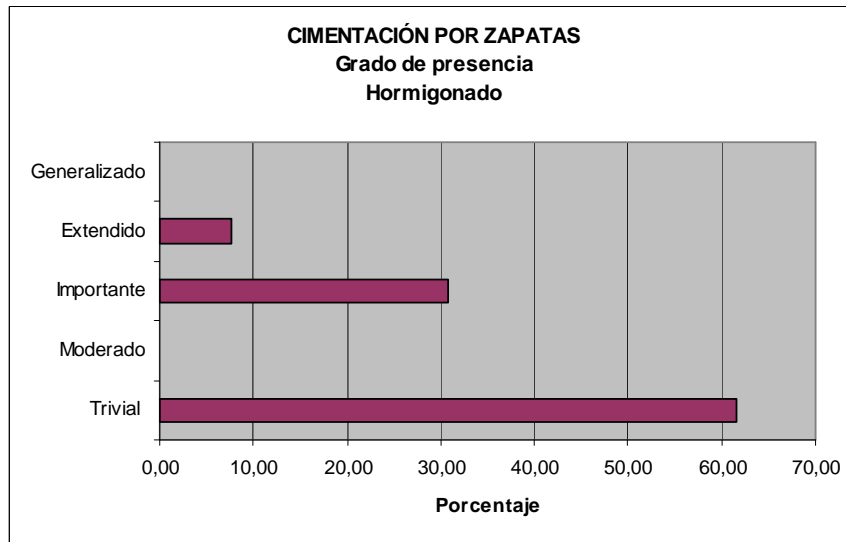
G°P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de hormigonado en cimentación por zapatas.

Tabla número 63: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de hormigonado en cimentación por zapatas

Cimentación por zapatas: Hormigonado	ni	G°P
CZ- 39	3	T
CZ- 40	3	T
CZ- 41	1	T
CZ- 42	1	T
CZ- 43	2	T
CZ- 44	2	T
CZ- 45	1	T
CZ- 46	12	I
CZ- 47	7	I
CZ- 48	9	I
CZ- 49	19	E
CZ- 50	7	I
CZ- 51	2	T



Gráfico número 37: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de hormigonado en cimentación por zapatas



### 5. 3.1.5. Acabados

Se presenta en la tabla número 64 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 38.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para cimentación por zapatas, en el proceso de obra de acabados. Los parámetros se encuentran codificados CZ- nº.

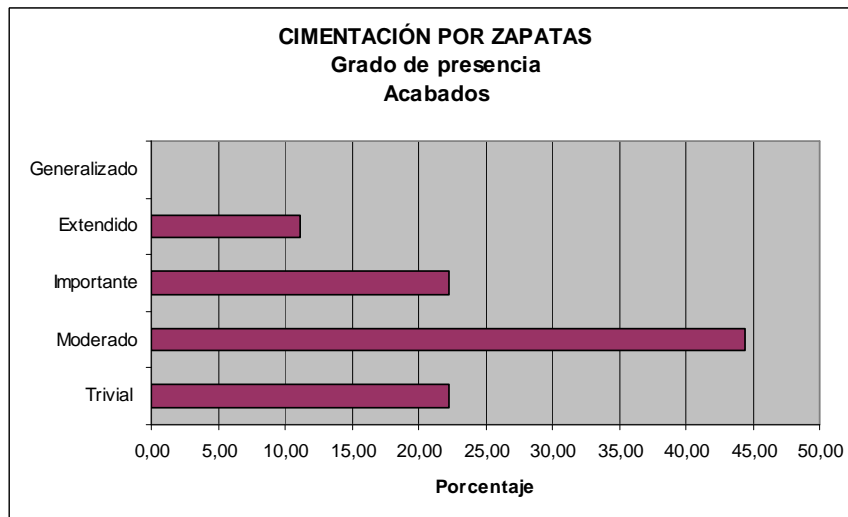
ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

G<sup>o</sup>P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de acabados en cimentación por zapatas.

Tabla número 64: Grado de presencia de una incidencia proceso de obra de acabados en cimentación por zapatas por

Cimentación por zapatas: Acabados	ni	G°P
CZ- 52	16	I
CZ- 53	2	T
CZ- 54	29	I
CZ- 55	37	E
CZ- 56	7	M
CZ- 57	3	T
CZ- 58	12	M
CZ- 59	10	M
CZ- 60	8	M

Gráfico número 38: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de acabados en cimentación por zapatas



### 5.3.2. Losas de cimentación

En los siguientes apartados se va a extraer el grado de presencia de una incidencia en las obras referente a todos los procesos de obra de losas de cimentación.

#### 5.3.2.1. Movimiento de tierras

Se presenta en la tabla número 65 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 39.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para losas de cimentación, en el proceso de obra de movimiento de tierras. Los parámetros se encuentran codificados CL- n°.

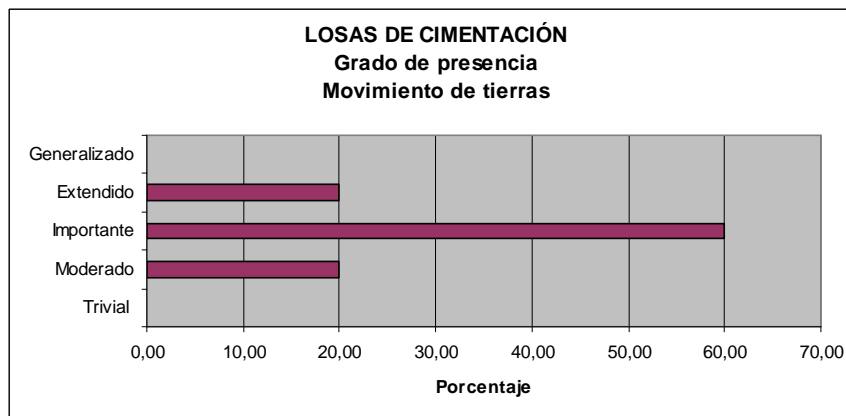
ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

G°P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de movimiento de tierras en losas de cimentación.

Tabla número 65: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de movimiento de tierras en losas de cimentación

Losas de cimentación: Movimiento de teirras	ni	G°P
CL- 1	3	I
CL- 2	3	I
CL- 3	2	I
CL- 4	1	M
CL- 5	4	E

Gráfico número 39: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de movimiento de tierras en losas de cimentación



### 5.3.2.2. Trabajos previos

Se presenta en la tabla número 66 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 40.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para losas de cimentación, en el proceso de obra de trabajos previos. Los parámetros se encuentran codificados CL- n<sup>o</sup>.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

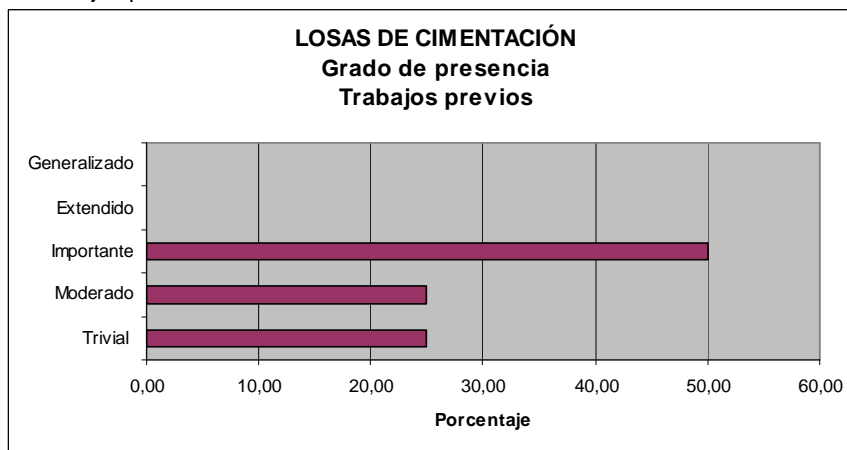
G<sup>o</sup>P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de trabajos previos para losas de cimentación.

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

Tabla número 66: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de trabajos previos en losas de cimentación

Losas de cimentación: Trabajos previos	ni	G°P
CL- 6	8	I
CL- 7	2	M
CL- 8	5	I
CL- 9	8	I
CL- 10	5	I
CL- 11	2	M
CL- 12	1	T
CL- 13	1	T

Gráfico número 40: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de trabajos previos en losas de cimentación



### 5.3.2.3. Ferralla

Se presenta en la tabla número 67 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 41.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para losas de cimentación, en el proceso de obra de ferralla. Los parámetros se encuentran codificados CL- n°.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

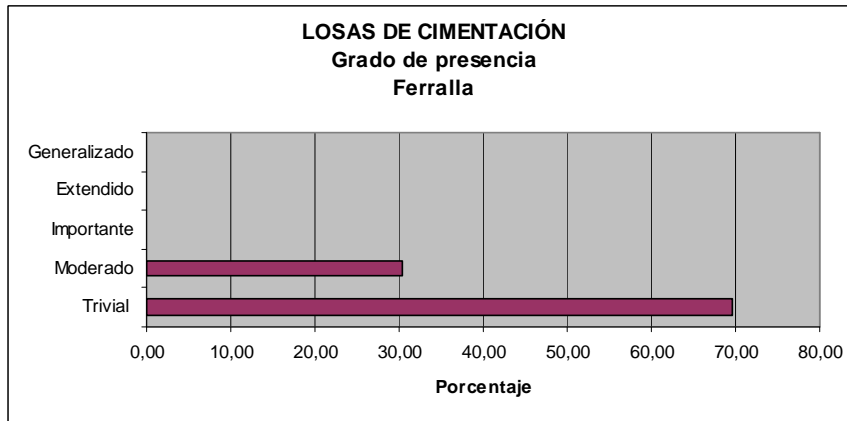
G°P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de ferralla en losas de cimentación.

Tabla número 67: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de ferralla en losas de cimentación

Losas de cimentación: Ferralla	ni	G°P
CL- 14	2	T
CL- 15	3	T
CL- 16	1	T
CL- 17	3	T
CL- 18	4	T
CL- 19	6	M
CL- 20	5	M
CL- 21	2	T
CL- 22	3	T
CL- 23	5	M
CL- 24	4	T
CL- 25	3	T

Losas de cimentación: Ferralla	ni	G°P
CL- 26	3	T
CL- 27	3	T
CL- 28	2	T
CL- 29	6	M
CL- 30	7	M
CL- 31	3	T
CL- 32	8	M
CL- 33	5	M
CL- 34	1	T
CL- 35	2	T
CL- 36	3	T

Gráfico número 41: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de ferralla en losas de cimentación



#### 5.3.2.4. Hormigonado

Se presenta en la tabla número 68 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 42.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para losas de cimentación, en el proceso de obra de hormigonado. Los parámetros se encuentran codificados CL- n°.

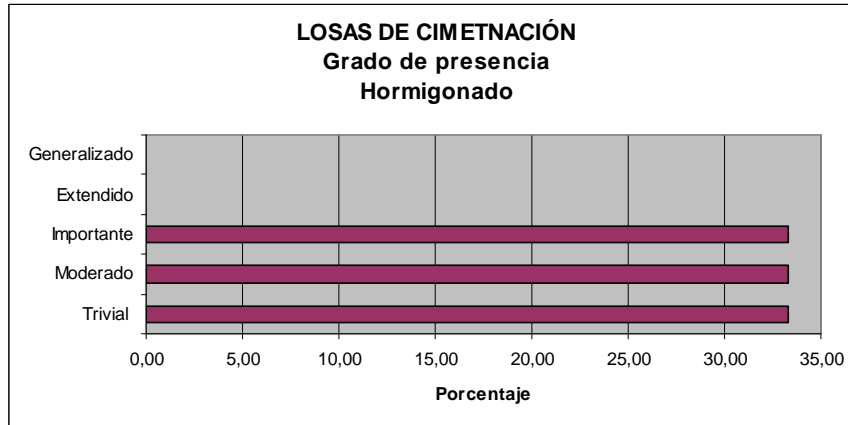
ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

G°P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de hormigonado en losas de cimentación.

Tabla número 68: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de hormigonado en losas de cimentación

Losas de cimentación: Hormigonado	ni	G°P
CL- 37	1	T
CL- 38	2	M
CL- 39	3	I
CL- 40	5	I
CL- 41	1	T
CL- 42	4	I
CL- 43	2	M
CL- 44	2	M
CL- 45	1	T

Gráfico número 42: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de hormigonado en losas de cimentación





### 5.3.2.5. Acabados

Se presenta en la tabla número 69 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 43.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para losas de cimentación, en el proceso de obra de acabados. Los parámetros se encuentran codificados CL- n°.

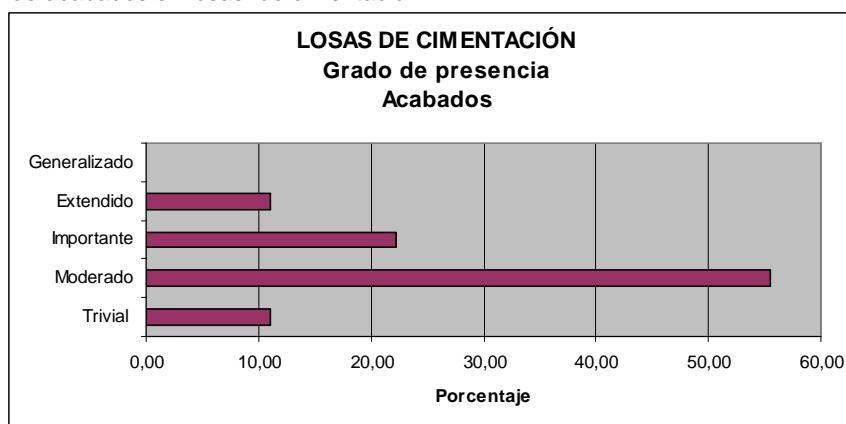
ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

G°P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de acabados en losas de cimentación.

Tabla número 69: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de acabados en losas de cimentación

Losas de cimentación: Acabados	ni	G°P
CL- 46	3	M
CL- 47	2	M
CL- 48	8	I
CL- 49	12	E
CL- 50	3	M
CL- 51	3	M
CL- 52	4	I
CL- 53	2	M
CL- 54	1	T

Gráfico número 43: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de acabados en losas de cimentación



### 5.3.3. Forjados unidireccionales

En los siguientes apartados se va a extraer el grado de presencia de una incidencia en las obras referente a todos los procesos de obra de forjados unidireccionales.

#### 5.3.3.1. Cimbrados y encofrados

Se presenta en la tabla número 70 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 44.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados unidireccionales, en el proceso de obra de cimbrados y encofrados. Los parámetros se encuentran codificados EU-nº.

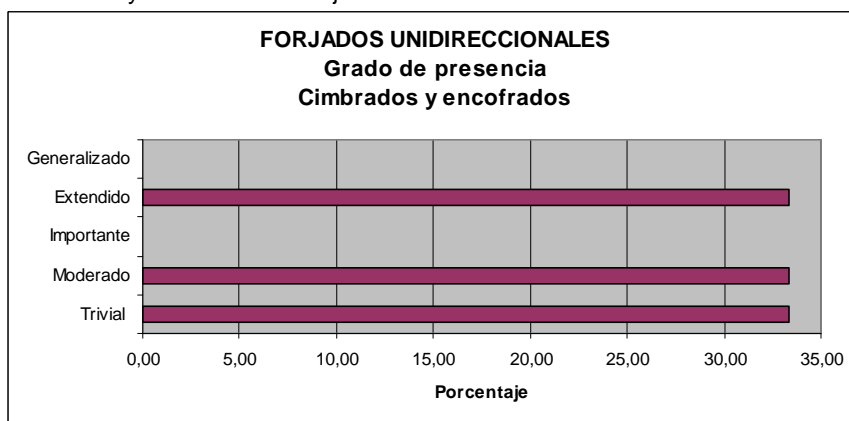
ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

G°P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de cimbrados y encofrados en forjados unidireccionales.

Tabla número 70: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de cimbrados y encofrados en forjados unidireccionales

Forjados unidireccionales: Cimbrados y encofrados	ni	G°P
EU- 1	3	M
EU- 2	1	T
EU- 3	1	T
EU- 4	3	M
EU- 5	8	E
EU- 6	14	E

Gráfico número 44: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de cimbrados y encofrados en forjados unidireccionales



### 5.3.3.2. Trabajos previos

Se presenta en la tabla número 71 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 45.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados unidireccionales, en el proceso de obra de trabajos previos. Los parámetros se encuentran codificados EU- nº.

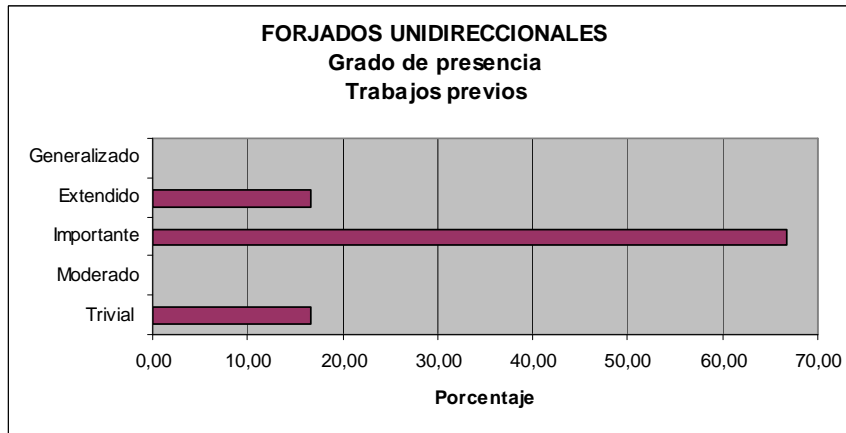
ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

G°P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de trabajos previos en forjados unidireccionales.

Tabla número 71: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de trabajos previos en forjados unidireccionales

Forjados unidireccionales: Trabajos previos	ni	G°P
EU- 7	3	I
EU- 8	1	T
EU- 9	6	I
EU- 10	9	E
EU- 11	4	I
EU- 12	4	I

Gráfico número 45: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de trabajos previos en forjados unidireccionales



### 5.3.3.3. Ferralla

Se presenta en la tabla número 72 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 46.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados unidireccionales, en el proceso de obra de ferralla. Los parámetros se encuentran codificados EU- n°.

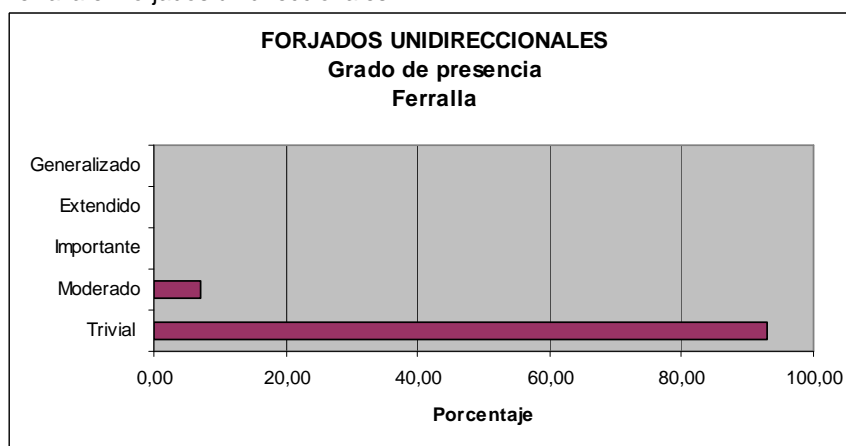
ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

G°P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de ferralla en forjados unidireccionales.

Tabla número 72: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de ferralla en forjados unidireccionales

Forjados unidireccionales: Ferralla	ni	G°P	Forjaos unidireccionales: Ferralla	ni	G°P
EU- 13	3	T	EU- 34	11	T
EU- 14	4	T	EU- 35	1	T
EU- 15	7	T	EU- 36	2	T
EU- 16	3	T	EU- 37	7	T
EU- 17	2	T	EU- 38	1	T
EU- 18	10	T	EU- 39	3	T
EU- 19	8	T	EU- 40	7	T
EU- 20	1	T	EU- 41	17	M
EU- 21	4	T	EU- 42	3	T
EU- 22	9	T	EU- 43	12	M
EU- 23	3	T	EU- 44	8	T
EU- 24	11	T	EU- 45	6	T
EU- 25	9	T	EU- 46	2	T
EU- 26	2	T	EU- 47	1	T
EU- 27	7	T	EU- 48	4	T
EU- 28	8	T	EU- 49	2	T
EU- 29	3	T	EU- 50	8	T
EU- 30	5	T	EU- 51	2	T
EU- 31	6	T	EU- 52	20	M
EU- 32	5	T	EU- 53	3	T
EU- 33	3	T	EU- 54	4	T

Gráfico número 46: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de ferralla en forjados unidireccionales



### 5.3.3.4. Hormigonado

Se presenta en la tabla número 73 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 47.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados unidireccionales, en el proceso de obra de hormigonado. Los parámetros se encuentran codificados EU- n°.

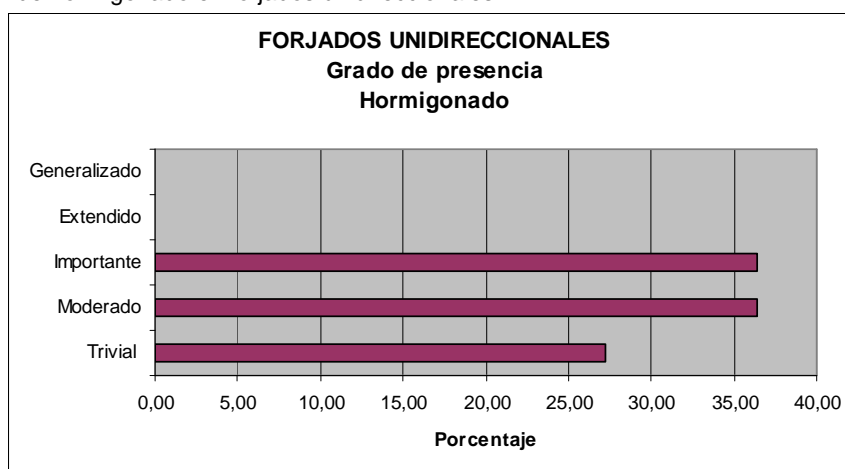
ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

G°P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de hormigonado en forjados unidireccionales.

Tabla número 73: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de hormigonado en forjados unidireccionales

Forjados unidireccionales: Hormigonado	ni	G°P	Forjados unidireccionales: Hormigonado	ni	G°P
EU- 55	3	M	EU- 60	2	T
EU- 56	1	T	EU- 61	3	M
EU- 57	1	T	EU- 62	14	I
EU- 58	7	I	EU- 63	3	M
EU- 59	10	I	EU- 64	3	M
			EU- 65	11	I

Gráfico número 47: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de hormigonado en forjados unidireccionales



### 5.3.3.5. Acabados

Se presenta en la tabla número 74 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 48.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados unidireccionales, en el proceso de obra de acabados. Los parámetros se encuentran codificados EU- n°.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

G°P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de acabados en forjados unidireccionales.

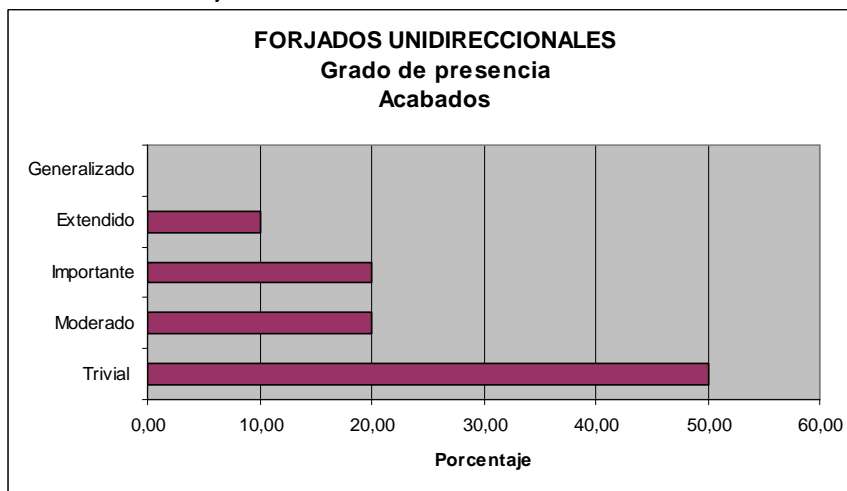


Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

Tabla número 74: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de acabados en forjados unidireccionales

Forjados unidireccionales: Acabados	ni	G°P
EU- 66	3	T
EU- 67	4	M
EU- 68	7	M
EU- 69	16	I
EU- 70	25	E
EU- 71	3	T
EU- 72	1	T
EU- 73	2	T
EU- 74	11	I
EU- 75	2	T

Gráfico número 48: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de acabados en forjados unidireccionales



### 5.3.4. Forjados bidireccionales

En los siguientes apartados se va a extraer el grado de presencia de una incidencia en las obras referente a todos los procesos de obra de forjados unidireccionales.

#### 5.3.4.1. Cimbrados y encofrados

Se presenta en la tabla número 75 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 49.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

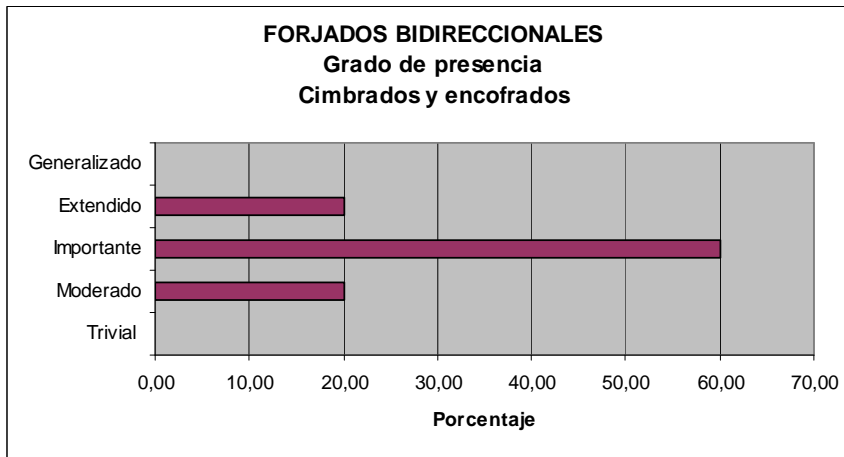
Parámetros o incidencias estudiadas para forjados bidireccionales, en el proceso de obra de cimbrados y encofrados. Los parámetros se encuentran codificados EB- n°. ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

G°P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de cimbrados y encofrados en forjados bidireccionales.

Tabla número 75: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de cimbrados y encofrados en forjados bidireccionales

Forjados bidireccionales: Cimbrados y encofrados	ni	G°P
EB- 1	1	M
EB- 2	2	I
EB- 3	3	I
EB- 4	5	E
EB- 5	2	I

Gráfico número 75: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de cimbrados y encofrados en forjados bidireccionales



#### 5.3.4.2. Trabajos previos

Se presenta en la tabla número 76 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 50.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados bidireccionales, en el proceso de obra de trabajos previos. Los parámetros se encuentran codificados EB- n°.

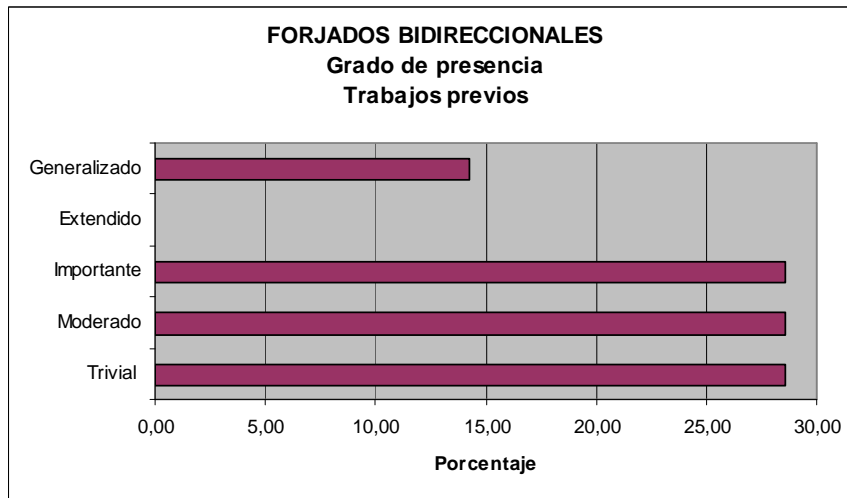
$n_i$ : frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

G°P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de trabajos previos en forjados bidireccionales.

Tabla número 76: Grado de presencia de una incidencia proceso de obra de trabajos previos en forjados bidireccionales por

Forjados bidireccionales: Trabajos previos	ni	G°P
EB- 6	11	I
EB- 7	1	T
EB- 8	3	M
EB- 9	26	G
EB- 10	6	I
EB- 11	3	M
EB- 12	1	T

Gráfico número 50: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de trabajos previos en forjados bidireccionales



### 5.3.4.3. Ferralla

Se presenta en la tabla número 77 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 51.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados bidireccionales, en el proceso de obra de ferralla. Los parámetros se encuentran codificados EB- nº.

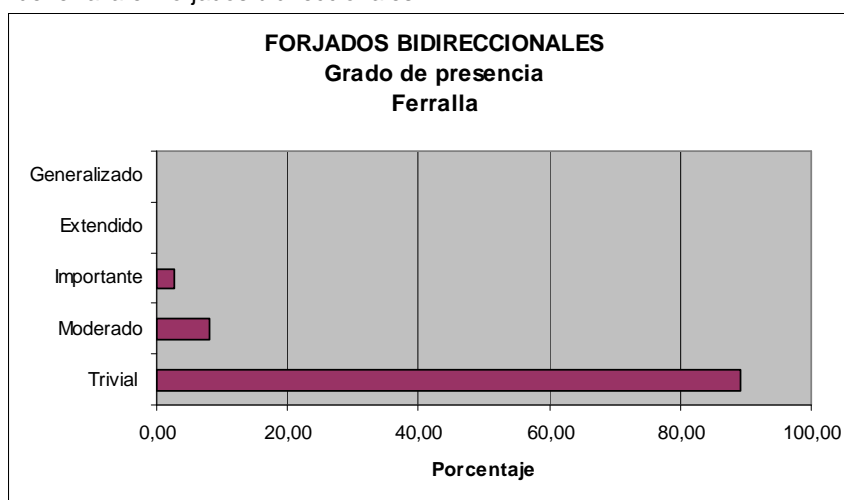
ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

GºP: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de ferralla en forjados bidireccionales.

Tabla número 77: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de ferralla en forjados bidireccionales

Forjados bidireccionales: Ferralla	ni	GºP	Forjados bidireccionales: Ferralla	ni	GºP
EB- 13	2	T	EB- 31	7	T
EB- 14	4	T	EB- 32	8	T
EB- 15	6	T	EB- 33	1	T
EB- 16	2	T	EB- 34	11	T
EB- 17	4	T	EB- 35	6	T
EB- 18	10	T	EB- 36	3	T
EB- 19	2	T	EB- 37	2	T
EB- 20	25	M	EB- 38	14	M
EB- 21	2	T	EB- 39	10	T
EB- 22	9	T	EB- 40	3	T
EB- 23	2	T	EB- 41	1	T
EB- 24	5	T	EB- 42	3	T
EB- 25	3	T	EB- 43	9	T
EB- 26	19	M	EB- 44	6	T
EB- 27	9	T	EB- 45	1	T
EB- 28	10	T	EB- 46	3	T
EB- 29	7	T	EB- 47	28	I
EB- 30	7	T	EB- 48	9	T
			EB- 49	3	T

Gráfico número 51: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de ferralla en forjados bidireccionales



#### 5.3.4.4. Hormigonado

Se presenta en la tabla número 78 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 52.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados bidireccionales, en el proceso de obra de hormigonado. Los parámetros se encuentran codificados EB- n<sup>o</sup>.

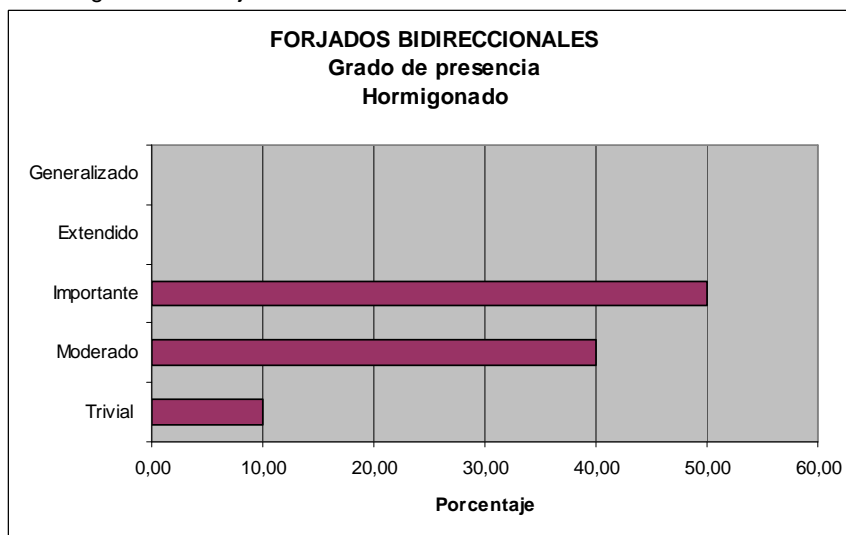
ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencias en este proceso de obra.

G<sup>o</sup>P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de hormigonado en forjados bidireccionales.

Tabla número 78: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de hormigonado en forjados bidireccionales

Forjados bidireccionales: Hormigonado	ni	G°P
EB- 50	4	M
EB- 51	6	I
EB- 52	4	M
EB- 53	4	M
EB- 54	9	I
EB- 55	8	I
EB- 56	6	I
EB- 57	1	T
EB- 58	3	M
EB- 59	8	I

Gráfico número 52: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de hormigonado en forjados bidireccionales



### 5.3.4.5. Acabados

Se presenta en la tabla número 79 los datos obtenidos para la realización del gráfico número 53.

En la tabla aparecen los siguientes datos ordenados por columnas:

Parámetros o incidencias estudiadas para forjados bidireccionales, en el proceso de obra de acabados. Los parámetros se encuentran codificados EB- n°.

ni: frecuencia absoluta de cada parámetro, es decir, el número de veces que se repite cada incidencia en este proceso de obra.

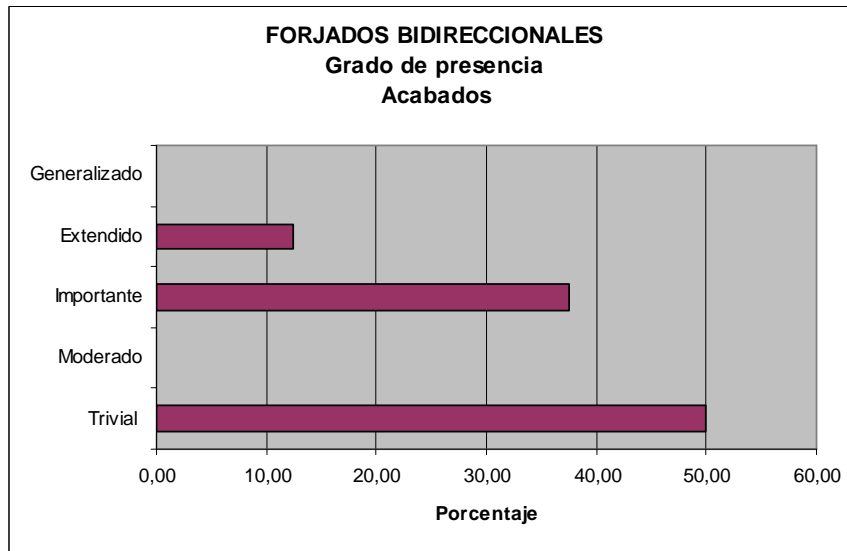
G°P: grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de acabados en forjados bidireccionales.

Tabla número 79: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de acabados en forjados bidireccionales

Forjados bidireccionales: Acabados	ni	G°P
EB- 60	3	T
EB- 61	9	I
EB- 62	12	I
EB- 63	25	E
EB- 64	3	T
EB- 65	1	T
EB- 66	1	T
EB- 67	12	I



Gráfico número 53: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de acabados en forjados bidireccionales



## 5.4. Obtención de datos conjuntos

Este apartado se ha pensado para hallar un dato conjunto que, aunque sólo es un dato numérico, indica la posibilidad general de fallo por cada capítulo constructivo estudiado. Se señala de tres colores diferentes el grado de presencia de una incidencia según el baremo:

- El color amarillo nos indica un grado de presencia Importante de incidencias, lo que significa que en cada uno de los grupos de obra independientes y para una muestra de 88 obras, se encuentra presente en un intervalo del 10% al 25% del total.
- El color fucsia nos indica un grado de presencia Extendido de incidencias, lo que significa que en cada uno de los grupos de obra independientes y para una muestra de 88 obras, se encuentra presente en un intervalo del 25% al 50% del total.
- Y, finalmente, el color rojo indica un grado de presencia Generalizado de incidencias, encontrándose presente en más del 50% del total de las muestras

Tabla número 80: Datos generales de grado de presencia según elemento estudiado y proceso de obra

CIMENTACIÓN POR ZAPATAS								
GRUPO	COD.	%	G°PRES.	GRUPO	COD.	%	G°PRES.	
Movimiento de tierras	CZ- 1	25,00	I	Ferralla	CZ- 31	2,28	T	
	CZ- 2	6,25	M		CZ- 32	7,22	M	
	CZ- 3	37,50	E		CZ- 33	7,99	M	
	CZ- 4	12,50	I		CZ- 34	1,14	T	
	CZ- 5	18,75	I		CZ- 35	0,76	T	
Trabajos previos	CZ- 6	21,43	I		CZ- 36	11,79	I	
	CZ- 7	3,57	T		CZ- 37	7,99	M	
	CZ- 8	13,10	I		CZ- 38	13,31	I	
	CZ- 9	14,29	I		Hormigonado	CZ- 39	4,35	T
	CZ- 10	19,05	I			CZ- 40	4,35	T
	CZ- 11	10,71	I			CZ- 41	1,45	T
	CZ- 12	15,48	I			CZ- 42	1,45	T
	CZ- 13	2,38	T			CZ- 43	2,90	T
Ferralla	CZ- 14	3,04	T	CZ- 44		2,90	T	
	CZ- 15	3,04	T	CZ- 45		1,45	T	
	CZ- 16	4,94	T	CZ- 46		17,39	I	
	CZ- 17	4,56	T	CZ- 47		10,14	I	
	CZ- 18	5,32	M	CZ- 48		13,04	I	
	CZ- 19	3,04	T	CZ- 49		27,54	E	
	CZ- 20	3,04	T	CZ- 50		10,14	I	
	CZ- 21	1,14	T	CZ- 51	2,90	T		
	CZ- 22	4,94	T	Acabados	CZ- 52	12,90	I	
	CZ- 23	0,38	T		CZ- 53	1,61	T	
	CZ- 24	1,90	T		CZ- 54	23,39	I	
	CZ- 25	6,08	M		CZ- 55	29,84	E	
	CZ- 26	0,38	T		CZ- 56	5,65	M	
	CZ- 27	1,14	T		CZ- 57	2,42	T	
	CZ- 28	0,38	T		CZ- 58	9,68	M	
	CZ- 29	2,28	T		CZ- 59	8,07	M	
	CZ- 30	1,90	T		CZ- 60	6,45	M	

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

LOSAS DE CIMENTACIÓN							
GRUPO	COD.	%	GºPRES.				
Movimiento de tierras	CL- 1	23,08	I	Ferralla	CL- 27	3,57	T
	CL- 2	23,08	I		CL- 28	2,38	T
	CL- 3	15,38	I		CL- 29	7,14	M
	CL- 4	7,69	M		CL- 30	8,33	M
	CL- 5	30,77	E		CL- 31	3,57	T
Trabajos previos	CL- 6	25,00	I		CL- 32	9,52	M
	CL- 7	6,25	M		CL- 33	5,95	M
	CL- 8	15,63	I		CL- 34	1,19	T
	CL- 9	25,00	I		CL- 35	2,38	T
	CL- 10	15,63	I		CL- 36	3,57	T
	CL- 11	6,25	M		CL- 37	4,76	T
	CL- 12	3,13	T		CL- 38	9,52	M
	CL- 13	3,13	T		CL- 39	14,29	I
Ferralla	CL- 14	2,38	T	CL- 40	23,81	I	
	CL- 15	3,57	T	CL- 41	4,76	T	
	CL- 16	1,19	T	CL- 42	19,05	I	
	CL- 17	3,57	T	CL- 43	9,52	M	
	CL- 18	4,76	T	CL- 44	9,52	M	
	CL- 19	7,14	M	CL- 45	4,76	T	
	CL- 20	5,95	M	CL- 46	7,90	M	
	CL- 21	2,38	T	CL- 47	5,26	M	
	CL- 22	3,57	T	CL- 48	21,05	I	
	CL- 23	5,95	M	CL- 49	31,58	E	
	CL- 24	4,76	T	CL- 50	7,90	M	
	CL- 25	3,57	T	CL- 51	7,90	M	
	CL- 26	3,57	T	CL- 52	10,53	I	
				CL- 53	5,26	M	
				CL- 54	2,63	T	

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

FORJADOS UNIDIRECCIONALES			
GRUPO	COD.	%	GºPRES.
Cimbraos y encofrados	EU- 1	10,00	M
	EU- 2	3,33	T
	EU- 3	3,33	T
	EU- 4	10,00	M
	EU- 5	26,67	E
	EU- 6	46,67	E
Trabajos previos	EU- 7	11,11	I
	EU- 8	3,70	T
	EU- 9	22,22	I
	EU- 10	33,33	E
	EU- 11	14,81	I
	EU- 12	14,81	I
Ferralla	EU- 13	1,27	T
	EU- 14	1,69	T
	EU- 15	2,95	T
	EU- 16	1,27	T
	EU- 17	0,84	T
	EU- 18	4,22	T
	EU- 19	3,36	T
	EU- 20	0,42	T
	EU- 21	1,69	T
	EU- 22	3,80	T
	EU- 23	1,27	T
	EU- 24	4,64	T
	EU- 25	3,80	T
	EU- 26	0,84	T
	EU- 27	2,95	T
Ferralla	EU- 28	3,38	T
	EU- 29	1,27	T
	EU- 30	2,11	T
	EU- 31	2,53	T
	EU- 32	2,11	T
	EU- 33	1,27	T
	EU- 34	4,64	T
	EU- 35	0,42	T
	EU- 36	0,84	T
	EU- 37	2,95	T
	EU- 38	0,42	T
	EU- 39	1,27	T
	EU- 40	2,95	T
	EU- 41	7,17	M
	EU- 42	1,27	T
	EU- 43	5,06	M
	EU- 44	3,38	T
EU- 45	2,53	T	
EU- 46	0,84	T	
EU- 47	0,42	T	
EU- 48	1,69	T	
EU- 49	0,84	T	
EU- 50	3,38	T	
EU- 51	0,84	T	
EU- 52	8,44	M	
EU- 53	1,27	T	
EU- 54	1,69	T	

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

FORJADOS UNIDIRECCIONALES							
Hormigonado	EU- 55	5,17	M	Acabados	EU- 66	4,05	T
	EU- 56	1,72	T		EU- 67	5,41	M
	EU- 57	1,72	T		EU- 68	9,46	M
	EU- 58	12,07	I		EU- 69	21,62	I
	EU- 59	17,24	I		EU- 70	33,78	E
	EU- 60	3,45	T		EU- 71	4,05	T
	EU- 61	5,17	M		EU- 72	1,35	T
	EU- 62	24,14	I		EU- 73	2,70	T
	EU- 63	5,17	M		EU- 74	14,86	I
	EU- 64	5,17	M		EU- 75	2,70	T
EU- 65	18,97	I					

FORJADOS BIDIRECCIONALES							
GRUPO	COD.	%	G°PRES.	GRUPO	COD.	%	G°PRES.
Cimbrados y encofrados	EB- 1	7,69	M	Ferralla	EB- 13	0,78	T
	EB- 2	15,38	I		EB- 14	1,56	T
	EB- 3	23,08	I		EB- 15	2,34	T
	EB- 4	38,46	E		EB- 16	0,78	T
	EB- 5	15,38	I		EB- 17	1,56	T
Trabajos previos	EB- 6	21,57	I		EB- 18	3,91	T
	EB- 7	1,96	T		EB- 19	0,78	T
	EB- 8	5,88	M		EB- 20	9,77	M
	EB- 9	50,98	G		EB- 21	0,78	T
	EB- 10	11,76	I		EB- 22	3,52	T
	EB- 11	5,88	M	EB- 23	1,95	T	
	EB- 12	1,96	T	EB- 24	1,17	T	

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

FORJADOS BIDIRECCIONALES							
GRUPO	COD.	%	G°PRES.	GRUPO	COD.	%	G°PRES.
Ferralla	EB- 25	7,42	T	Ferralla	EB- 46	1,17	T
	EB- 26	3,52	M		EB- 47	10,94	I
	EB- 27	3,52	T		EB- 48	3,52	T
	EB- 28	3,91	T		EB- 49	1,17	T
	EB- 29	2,73	T	Hormigonado	EB- 50	7,55	M
	EB- 30	2,73	T		EB- 51	11,32	I
	EB- 31	2,73	T		EB- 52	7,55	M
	EB- 32	3,13	T		EB- 53	7,55	M
	EB- 33	0,39	T		EB- 54	16,98	I
	EB- 34	4,30	T		EB- 55	15,09	I
	EB- 35	2,34	T		EB- 56	11,32	I
	EB- 36	1,17	T		EB- 57	1,89	T
	EB- 37	0,78	T		EB- 58	5,66	M
	EB- 38	5,47	M		EB- 59	15,09	I
	EB- 39	3,91	T	Acabados	EB- 60	4,55	T
	EB- 40	1,17	T		EB- 61	13,64	I
	EB- 41	0,39	T		EB- 62	18,18	I
	EB- 42	1,17	T		EB- 63	37,88	E
	EB- 43	3,52	T		EB- 64	4,55	T
	EB- 44	2,34	T		EB- 65	1,52	T
	EB- 45	0,39	T		EB- 66	1,52	T
			EB- 67		18,18	I	

## 6. Conclusiones extraídas del estudio

Antes de realizar cualquier tipo de conclusión, considero conveniente recordar que los datos con los que tratamos forman parte de un estudio el cual nos ha facilitado una serie de datos académicos, de los que únicamente podemos dar a conocer los resultados, mediante una muestra determinada, teniendo en cuenta que no son valores concluyentes ni decisivos.

El trabajo desarrollado por fases, nos ha llevado a obtener una base de datos que nos permite detectar claramente las incidencias producidas con mayor frecuencia dependiendo del tipo de cimentación y del tipo de estructura, y a su vez de cada uno de los procesos de obra determinados.

Así pues, las incidencias que más se repiten en cimentación por zapatas son las siguientes:

- Diferencias del terreno con el informe geotécnico
- Profundidad de excavación excesiva
- Aparición inesperada de nivel freático
- Dimensiones de excavación en planta difieren a las requeridas
  
- Perfilado de paredes y limpieza de fondo inadecuada
- Espesor de hormigón de limpieza insuficiente
- Terminación del hormigón de limpieza no uniforme
- Inexistencia de encofrados en terrenos disgregados
- Falta de estanquidad
- Fijaciones insuficientes
  
- Ausencia de estribos en las cercanías de los nudos



- Colocación de separadores inadecuados o dispuestos en un número insuficiente
- No disponer de junta hidroexpansible en muro estando prevista
- Vertido incorrecto del hormigón
- Falta de tratamiento superficial en juntas constructivas importantes
- Compactación inadecuada
- Condiciones atmosféricas inadecuadas (sin  $t^a < 5^{\circ}\text{C}$ )
  
- Aparición de coqueras en zapatas y riostras
- Aparición de coqueras en los alzados de los muros
- Aparición de fisuras

En el caso de las losas de cimentación las incidencias más usuales son:

- Diferencias del terreno con el informe geotécnico
- Profundidad de excavación insuficiente
- Profundidad de excavación excesiva
- Dimensiones de excavación en planta difieren a las requeridas
  
- Perfilado de paredes y limpieza de fondo inadecuada
- Espesor de hormigón de limpieza insuficiente
- Terminación del hormigón de limpieza no uniforme
- Inexistencia de encofrados en terrenos
  
- Dimensiones de muro inferiores a las de proyecto
- No disponer de junta hidroexpansible en muro estando prevista (cordón hidrófilo)

- Aparición de coqueras en muros
- Aparición de fisuras
- Apreciación de disgregación de hormigón

Para los forjados unidireccionales, se repiten las siguientes incidencias:

- Defectos de estanqueidad en encofrado
- Falta de limpieza
  
- Disposición de vigueta no correspondiente a planos
- Falta de macizado en encuentros perpendiculares entre paños de forjado
- Existencia de viguetas en mal estado
- No se realiza el macizado de 10 cm entre la jácena y la primera bovedilla
- Las viguetas no cumplen la entrega en los apoyos, según la instrucción de forjados
  
- Vertido de hormigón incorrecto
- Deficiencias en el proceso de compactación
- Hormigonado sin regado previo adecuado
- Hormigonado con ausencia de limpieza
  
- Aparición de coqueras
- Aparición de fisuras
- Curados insuficientes

Y para finalizar, en el caso de los forjados bidireccionales:

- Número insuficiente de plantas cimbradas consecutivamente
- Deficiencias de arriostramiento
- Defectos de estanqueidad en encofrado

- Descimbrados de forma manifiestamente incorrecta
  
- Falta de limpieza
- Mal estado de los casetones
- Colocación de casetones siguiendo las pautas
  
- Número de separadores insuficiente
  
- Falta de elementos singulares en juntas de construcción o dilatación
- Deficiencias en el proceso de compactación
- Regleado y rastreado incorrecto
- Hormigonado sin regado previo adecuado
- Hormigonado con ausencia de limpieza
  
- Aspectos heterogéneos
- Aparición de coqueras
- Aparición de fisuras
- Curados insuficientes

Pese a que en el proceso de obra en el que mayor número de incidencias se ha detectado es el proceso de ferralla, las incidencias producidas son diversos y en pocas ocasiones se repiten, por lo que podemos decir que los procesos más conflictivos son los de movimientos de tierras o cimbrados y encofrados y el de hormigonado, los que posteriormente dejan visibles sus secuelas en el proceso de obra de acabados.

Ya para finalizar, con los datos obtenidos, se procede a la creación de unas fichas “check list” para utilizar en obra y permitir detectar posibles incidencias rápidamente.

### INFORME DE INSPECCIÓN

**OBRA:**  
**SITUACIÓN:**  
**ZONA INSPECCIONADA:**

**FECHA DE VISITA DE OBRA:**  
**DOCUMENTACIÓN UTILIZADA EN LA INSPECCIÓN:**

INSPECCION DE TERRENO Y ZAPATAS AISLADAS, CORRIDAS Y VIGAS DE CIMENTACIÓN

MOVIMIENTO DE TIERRAS		
Inspección	Definición	Incidencias
	Discrepancias con informe geotécnico	
	Profundidad de excavación	
	Aparición inesperada de nivel freático	
	Dimensiones de excavación en planta	

Observaciones:

TRABAJOS PREVIOS		
Inspección	Definición	Incidencias
	Perfilado de paredes y limpieza de fondo	
	Hormigón de limpieza	
	Encofrados en terrenos disgregados	
	Estanquidad de encofrados	

Observaciones:

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

FERRALLA		
Inspección	Definición	Incidencias
	Estribos en las cercanías de los nudos	
	Separadores	

Observaciones:

HORMIGONADO		
Inspección	Definición	Incidencias
	Junta hidroexpansible en muro	
	Vertido del hormigón	
	Tratamiento superficial en juntas constructivas importantes	
	Compactación	
	Condiciones atmosféricas inadecuadas (sin $t^a < 5^{\circ}C$ )	

Observaciones:

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

ACABADOS		
Inspección	Definición	Incidencias
	Coqueras en zapatas y riostras	
	Coqueras en los alzados de los muros	
	Fisuras	

Observaciones:

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

## INFORME DE INSPECCIÓN

**OBRA:**  
**SITUACIÓN:**  
**ZONA INSPECCIONADA:**

**FECHA DE VISITA DE OBRA:**  
**DOCUMENTACIÓN UTILIZADA EN LA INSPECCIÓN:**

### INSPECCION DE TERRENO Y LOSAS DE CIMENTACIÓN

MOVIMIENTO DE TIERRAS		
Inspección	Definición	Incidencias
	Discrepancias con informe geotécnico	
	Profundidad de excavación	
	Dimensiones de excavación en planta	

Observaciones:

TRABAJOS PREVIOS		
Inspección	Definición	Incidencias
	Perfilado de paredes y limpieza de fondo	
	Hormigón de limpieza	
	Encofrados en terrenos disgregados	

Observaciones:



Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

FERRALLA		
Inspección	Definición	Incidencias

Observaciones:

HORMIGONADO		
Inspección	Definición	Incidencias
	Dimensiones de muro	
	Junta hidroexpansible en muro	

Observaciones:

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

ACABADOS		
Inspección	Definición	Incidencias
	Coqueiras en muros	
	Fisuras	
	Disgregación de hormigón	

Observaciones:

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

## INFORME DE INSPECCIÓN

**OBRA:**  
**SITUACIÓN:**  
**ZONA INSPECCIONADA:**

**FECHA DE VISITA DE OBRA:**  
**DOCUMENTACIÓN UTILIZADA EN LA INSPECCIÓN:**

### INSPECCION FORJADO UNIDIRECCIONAL

CIMBRADOS Y ENCOFRADOS		
Inspección	Definición	Incidencias
	Estanqueidad en encofrado	
	Limpieza	

Observaciones:

TRABAJOS PREVIOS		
Inspección	Definición	Incidencias
	Disposición de vigueta	
	Macizado en encuentros perpendiculares entre paños de forjado	
	Macizado de 10 cm entre la jácena y la primera bovedilla	
	Estado de viguetas	
	Entrega de viguetas en apoyos de forjado	

Observaciones:

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

FERRALLA		
Inspección	Definición	Incidencias

Observaciones:

HORMIGONADO		
Inspección	Definición	Incidencias
	Vertido de hormigón	
	Proceso de compactación	
	Hormigonado	
	Limpieza	

Observaciones:

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

ACABADOS		
Inspección	Definición	Incidencias
	Coqueras	
	Fisuras	
	Curado	

Observaciones:

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

## INFORME DE INSPECCIÓN

**OBRA:**  
**SITUACIÓN:**  
**ZONA INSPECCIONADA:**

**FECHA DE VISITA DE OBRA:**  
**DOCUMENTACIÓN UTILIZADA EN LA INSPECCIÓN:**

### INSPECCION FORJADO BIDIRECCIONAL

CIMBRADOS Y ENCOFRADOS		
Inspección	Definición	Incidencias
	Plantas cimbradas consecutivamente	
	Arriostramiento	
	Estanqueidad en encofrado	
	Descimbrados	

Observaciones:

TRABAJOS PREVIOS		
Inspección	Definición	Incidencias
	Falta de limpieza	
	Estado de los casetones	
	Colocación de casetones	

Observaciones:



Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

FERRALLA		
Inspección	Definición	Incidencias
	Número de separadores	

Observaciones:

HORMIGONADO		
Inspección	Definición	Incidencias
	Elementos singulares en juntas de construcción o dilatación	
	Proceso de compactación	
	Regleado y rastreado	
	Hormigonado	
	Limpieza	

Observaciones:

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

ACABADOS		
Inspección	Definición	Incidencias
	Aspectos heterogéneos	
	Coqueras	
	Fisuras	
	Curados	

Observaciones:

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

## 7. Localización de tablas

Tabla número 1: Presentación de las construcciones en Barberà del Vallès.....	11
Tabla número 2: Presentación de las construcciones en Castellar del Vallès.....	11
Tabla número 3: Presentación de las construcciones en Matadepera.....	12
Tabla número 4: Presentación de las construcciones en Montcada i Reixach.....	13
Tabla número 5: Presentación de las construcciones en Palau- Soità i Plegamans.....	13
Tabla número 6: Presentación de las construcciones en Polinyà.....	14
Tabla número 7: Presentación de las construcciones en Rellinars.....	14
Tabla número 8: Presentación de las construcciones en Ripollet.....	14
Tabla número 9: Presentación de las construcciones en Rubí.....	15
Tabla número 10: Presentación de las construcciones en Sabadell.....	16
Tabla número 11: Presentación de las construcciones en Sant Cugat del Vallès.....	16
Tabla número 12: Presentación de las construcciones en Sant Llorenç de Savall...	17
Tabla número 13: Presentación de las construcciones en Sant quirze del Vallès.....	17
Tabla número 14: Presentación de las construcciones en Santa Perpètua de Mogoda.....	18
Tabla número 15: Presentación de las construcciones en Cerdanyola del Valès.....	18
Tabla número 16: Presentación de las construcciones en Sentmenat.....	18
Tabla número 17: Presentación de las construcciones en Terrassa.....	19
Tabla número 18: Presentación de las construcciones en Ullastrell.....	20
Tabla número 19: Presentación de las construcciones en Vacarisses.....	20
Tabla número 20: Presentación de las construcciones en Valldoreix.....	21
Tabla número 21: Aspectos controlados en cimentación superficial de zapatas aisladas .....	26

Tabla número 22: Aspectos controlados en cimentación superficial de losas armadas.....	27
Tabla número 23: Aspectos controlados en estructura de forjados unidireccionales .....	29
Tabla número 24: Aspectos controlados en estructura de forjados bidireccionales o reticulares.....	31
Tabla número 25: Incidencias detectadas en cimentación por zapatas.....	34
Tabla número 26: Incidencias detectadas en losas de cimentación.....	36
Tabla número 27: Incidencias detectadas en forjados unidireccionales.....	38
Tabla número 28: Incidencias detectadas en forjados bidireccionales.....	40
Tabla número 29: Clasificación de grado de presencia de una incidencia en las obras.....	42
Tabla número 30: Grado de presencia de una incidencia en cimentación por zapatas.....	42
Tabla número 31: Grado de presencia de una incidencia en losas de cimentación.....	44
Tabla número 32: Grado de presencia de una incidencia en forjados unidireccionales.....	45
Tabla número 33: Grado de presencia de una incidencia en forjados bidireccionales.....	46
Tabla número 34: Resumen del grado de presencia de incidencias en obras por capítulos y baremo.....	47
Tabla número 35: Análisis de incidencias de ejecución por procesos de obra en zapatas de cimentación.....	51
Tabla número 36: Análisis de incidencias de ejecución por procesos de obra en losas de cimentación.....	53
Tabla número 37: Análisis de incidencias de ejecución por procesos de obra en forjados unidireccionales.....	55
Tabla número 38: Análisis de incidencias de ejecución por procesos de obra en forjados bidireccionales.....	57

Tabla número 39: Análisis de incidencias en el proceso de obra de movimiento de tierras en zapatas de cimentación.....	60
Tabla número 40: Análisis de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos en zapatas de cimentación.....	62
Tabla número 41: Análisis de incidencias en el proceso de obra de ferralla en zapatas de cimentación.....	64
Tabla número 42: Análisis de incidencias en el proceso de obra de hormigonado en zapatas de cimentación.....	66
Tabla número 43: Análisis de incidencias en el proceso de obra de acabados en zapatas de cimentación.....	69
Tabla número 44: Análisis de incidencias en el proceso de obra de movimiento de tierras en losas de cimentación.....	71
Tabla número 45: Análisis de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos en losas de cimentación.....	72
Tabla número 46: Análisis de incidencias en el proceso de obra de ferralla en losas de cimentación.....	74
Tabla número 47: Análisis de incidencias en el proceso de obra de hormigonado en losas de cimentación.....	76
Tabla número 48: Análisis de incidencias en el proceso de obra de acabados en losas de cimentación.....	78
Tabla número 49: Análisis de incidencias en el proceso de obra de cimbrados y encofrados en forjados unidireccionales.....	80
Tabla número 50: Análisis de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos en forjados unidireccionales.....	81
Tabla número 51: Análisis de incidencias en el proceso de obra de ferralla en forjados unidireccionales.....	83
Tabla número 52: Análisis de incidencias en el proceso de obra de hormigonado en forjados unidireccionales.....	85
Tabla número 53: Análisis de incidencias en el proceso de obra de acabados en forjados unidireccionales.....	87

Tabla número 54: Análisis de incidencias en el proceso de obra de cimbrados y encofrados en forjados bidireccionales.....	89
Tabla número 55: Análisis de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos en forjados bidireccionales.....	90
Tabla número 56: Análisis de incidencias en el proceso de obra de ferralla en forjados bidireccionales.....	92
Tabla número 57: Análisis de incidencias en el proceso de obra de hormigonado en forjados bidireccionales.....	94
Tabla número 58: Análisis de incidencias en el proceso de obra de acabados en forjados bidireccionales.....	96
Tabla número 59: Clasificación del grado de presencia de una incidencia por procesos de obra.....	97
Tabla número 60: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra en movimiento de tierras en cimentación por zapatas.....	99
Tabla número 61: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra en trabajos previos en cimentación por zapatas.....	100
Tabla número 62: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra en ferralla en cimentación por zapatas.....	102
Tabla número 63: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra en hormigonado en cimentación por zapatas.....	103
Tabla número 64: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra en acabados en cimentación por zapatas.....	105
Tabla número 65: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de movimiento de tierras en losas de cimentación.....	106
Tabla número 66: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de trabajos previos en losas de cimentación.....	108
Tabla número 67: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de ferralla en losas de cimentación.....	109
Tabla número 68: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de hormigonado en losas de cimentación.....	111

Tabla número 69: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de acabados en losas de cimentación.....	112
Tabla número 70: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de cimbrados y encofrados en forjados unidireccionales.....	114
Tabla número 71: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de trabajos previos en forjados unidireccionales.....	115
Tabla número 72: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de ferralla en forjados unidireccionales.....	117
Tabla número 73: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de hormigonado en forjados unidireccionales.....	118
Tabla número 74: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de acabados en forjados unidireccionales.....	120
Tabla número 75: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de cimbrados y encofrados en forjados bidireccionales.....	121
Tabla número 76: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de trabajos previos en forjados bidireccionales.....	123
Tabla número 77: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de ferralla en forjados bidireccionales.....	124
Tabla número 78: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de hormigonado en forjados bidireccionales.....	126
Tabla número 79: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de acabados en forjados bidireccionales.....	127
Tabla número 80: Datos generales de grado de presencia según elemento estudiado y proceso de obra.....	130



Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

## 8. Localización de gráficos

Gráfico número 1: Incidencias cometidas en las obras.....	22
Gráfico número 2: Incidencias detectadas en cimentación por zapatas.....	35
Gráfico número 3: Incidencias detectadas en losas de cimentación.....	37
Gráfico número 4: Incidencias detectadas en forjados unidireccionales.....	39
Gráfico número 5: Incidencias detectadas en forjados bidireccionales.....	41
Gráfico número 6: Grado de presencia de una incidencia en cimentación por zapatas.....	43
Gráfico número 7: Grado de presencia de una incidencia en losas de cimentación.....	44
Gráfico número 8: Grado de presencia de una incidencia en forjados unidireccionales .....	45
Gráfico número 9: Grado de presencia de una incidencia en forjados bidireccionales.....	46
Gráfico número 10: Análisis de incidencias de ejecución por procesos de obra en zapatas de cimentación.....	51
Gráfico número 11: Análisis de incidencias de ejecución por procesos de obra en losas de cimentación.....	53
Gráfico número 12: Análisis de incidencias de ejecución por procesos de obra en forjados unidireccionales.....	55
Gráfico número 13: Análisis de incidencias de ejecución por procesos de obra en forjados bidireccionales.....	57
Gráfico número 14: Análisis de incidencias en el proceso de obra de movimiento de tierras en zapatas de cimentación.....	60
Gráfico número 15: Análisis de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos en zapatas de cimentación.....	62
Gráfico número 16: Análisis de incidencias en el proceso de obra de ferralla en zapatas de cimentación.....	65

Gráfico número 17: Análisis de incidencias en el proceso de obra de hormigonado en zapatas de cimentación.....	67
Gráfico número 18: Análisis de incidencias en el proceso de obra de acabados en zapatas de cimentación.....	69
Gráfico número 19: Análisis de incidencias en el proceso de obra de movimiento de tierras en losas de cimentación.....	71
Gráfico número 20: Análisis de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos en losas de cimentación.....	73
Gráfico número 21: Análisis de incidencias en el proceso de obra de ferralla en losas de cimentación.....	75
Gráfico número 22: Análisis de incidencias en el proceso de obra de hormigonado en losas de cimentación.....	76
Gráfico número 23: Análisis de incidencias en el proceso de obra de acabados en losas de cimentación.....	78
Gráfico número 24: Análisis de incidencias en el proceso de obra de cimbrados y encofrados en forjados unidireccionales.....	80
Gráfico número 25: Análisis de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos en forjados unidireccionales.....	82
Gráfico número 26: Análisis de incidencias en el proceso de obra de ferralla en forjados unidireccionales.....	84
Gráfico número 27: Análisis de incidencias en el proceso de obra de hormigonado en forjados unidireccionales.....	85
Gráfico número 28: Análisis de incidencias en el proceso de obra de acabados en forjados unidireccionales.....	87
Gráfico número 29: Análisis de incidencias en el proceso de obra de cimbrados y encofrados en forjados bidireccionales.....	89
Gráfico número 30: Análisis de incidencias en el proceso de obra de trabajos previos en forjados bidireccionales.....	91
Gráfico número 31: Análisis de incidencias en el proceso de obra de ferralla en forjados bidireccionales.....	93

Gráfico número 32: Análisis de incidencias en el proceso de obra de hormigonado en forjados bidireccionales.....	94
Gráfico número 33: Análisis de incidencias en el proceso de obra de acabados en forjados bidireccionales.....	96
Gráfico número 34: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra en movimiento de tierras en cimentación por zapatas.....	99
Gráfico número 35: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra en trabajos previos en cimentación por zapatas.....	101
Gráfico número 36: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra en ferralla en cimentación por zapatas.....	102
Gráfico número 37: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra en hormigonado en cimentación por zapatas.....	104
Gráfico número 38: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra en acabados en cimentación por zapatas.....	105
Gráfico número 39: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de movimiento de tierras en losas de cimentación.....	107
Gráfico número 40: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de trabajos previos en losas de cimentación.....	108
Gráfico número 41: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de ferralla en losas de cimentación.....	110
Gráfico número 42: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de hormigonado en losas de cimentación.....	111
Gráfico número 43: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de acabados en losas de cimentación.....	113
Gráfico número 44: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de cimbrados y encofrados en forjados unidireccionales.....	114
Gráfico número 45: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de trabajos previos en forjados unidireccionales.....	116
Gráfico número 46: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de ferralla en forjados unidireccionales.....	117

Gráfico número 47: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de hormigonado en forjados unidireccionales.....	119
Gráfico número 48: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de acabados en forjados unidireccionales.....	120
Gráfico número 49: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de cimbrados y encofrados en forjados bidireccionales.....	122
Gráfico número 50: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de trabajos previos en forjados bidireccionales.....	123
Gráfico número 51: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de ferralla en forjados bidireccionales.....	125
Gráfico número 52: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de hormigonado en forjados bidireccionales.....	126
Gráfico número 53: Grado de presencia de una incidencia por proceso de obra de acabados en forjados bidireccionales.....	128

## 9. Bibliografía

Instrucción de Hormigón Estructural. ISBN: 84- 498- 0396- 9

Heinrich Schmitt y Andreas Heene. Editorial Gustavo Gili. Tratado de Construcción. ISBN: 84- 252- 1729- 6

Nueva Enciclopedia del encargado de obras. Tecnología de la construcción. Ediciones CEAC. ISBN: 84- 329- 2620- 5 (Volumen 3)

Albert Ferer i Biosca, Margarida Mitjana i Riera, Joan J. Rodríguez i Jordana, Carles Serrat i Piè y Joan A. Torrent i Torrent. Fonaments d'Estadística Aplicada. ISBN: 84- 605- 4585- 7

Pedro Jiménez Montoya, Álvaro García Meseguer, Francisco Morán Cabré. Hormigón Armado. 14ª Edición basada en la EHE ajustada al código modelo y al Eurocódigo. Editorial Gustavo Gili. SA, Barcelona, 2000.

José María Igoa. Manual de Constructor. Ediciones CEAC, SA, 1981

Control de calidad en la edificación. Instituto de Tecnología de la Construcción de Catalunya, ITEC. Vol. 4 y 5.

Valoración estadística del control de ejecución de obras en las fases de cimentación superficial, zapatas y losas, y forjados de estructura, unidireccional y bidireccional, en la zona del Vallés Occidental

Lyll Addleson. Fallos en los edificios. 1986 Hermann Blume

Código Técnico de la Edificación CTE

## 10. Agradecimientos

En primer lugar quisiera agradecer a Kàtia Gaspar la oportunidad que me ha brindado para realizar este proyecto y aprender de él, y al Departamento de Construcciones Arquitectónicas II por permitirme realizarlo.

A todos mis profesores, desde la guardería hasta la universidad, por todo lo que he aprendido gracias a vosotros.

A mis amigos de universidad, sobre todo a Bea y Jose Luís, porque sin vosotros seguramente no estaría escribiendo estas líneas.

A mis compañeros de trabajo , a mis amigos de siempre... y a todos los demás que siempre estáis ahí.

A mis padres, por saber orientarme y enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr objetivos. Y por supuesto al resto de mi familia, abuelos, tíos, primos, ... a los que ya no estáis, gracias por confiar en mí.

Y a Ignasi, por tu paciencia, por hacerme sonreír cuando los demás se han rendido. Porque este proyecto también tiene tu nombre.

Muchas gracias a todos!!!