

José Luis Villabrille • Santiago Sabugal

**MONTAJE Y PUESTA
EN MARCHA DE CENTRALES
TÉRMICAS Y CICLOS
COMBINADOS**



© José Luis Villabrille y Santiago Sabugal, 2017
Reservados todos los derechos.

«No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.»

Ediciones Díaz de Santos
Internet: <http://www.editdiazdesantos.com>
E-mail: ediciones@editdiazdesantos.es

ISBN: 978-84-9052-053-6
Depósito Legal: M-4686-2017

Fotocomposición: P55 Servicios Culturales
Diseño de cubierta: P55 Servicios Culturales

Printed in Spain - Impreso en España

Jose Luis Villabrille Domínguez

Es Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Gijón, Universidad de Oviedo y Máster en Administración de Empresas por la Escuela de Administración de Empresas EAE & Uniactiva. Ejerce su actividad profesional en ENDESA desde 1993, habiendo desempeñado diferentes puestos relacionados con la construcción, montaje y puesta en marcha de Centrales Térmicas y Ciclos Combinados dentro de la Unidad de Proyectos y Obras de la Dirección de Ingeniería e I+D de Endesa y en la actualidad es Jefe de Proyecto en la unidad de Project Management & Execution perteneciente la Dirección de Engineering & Construction en Global Thermal Generation de ENEL.

Santiago Sabugal García

Es Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid y Máster en Gestión y Administración de Empresas por la Escuela de Organización Industrial de Madrid. Ejerció su actividad profesional en ENDESA, desempeñando los puestos de Director en las Centrales Térmicas de Puentes de García Rodríguez y Compostilla y la Dirección de Ingeniería e I+D en Endesa Generación.

Profesor en el Instituto Superior de la Energía, profesor *ad Honorem* en la Universidad Politécnica de Madrid y asesor de proyectos de generación eléctrica y eficiencia energética.

Introducción

El proyecto de una central térmica es un conjunto de actuaciones financieras, técnicas y organizativas que desembocan en la compra de terrenos, equipos, realización de obras, montaje y puesta en marcha, con el objetivo de que el coste de la central, su potencia, consumo específico y entrada en servicio se corresponda con lo previsto en el plan de negocio del proyecto.

La complejidad y diversidad de equipos y las múltiples y complejas actuaciones de obras y montajes, hacen que el componente organizativo del proyecto, y en especial durante la etapa de obras, montajes y puesta en marcha, tenga un papel relevante y una incidencia importante en el coste y plazo de ejecución del proyecto.

En la obra, montaje y puesta en marcha hay actuaciones por parte de la propiedad y por parte del o de los contratistas. Para simplificar la metodología partimos de un proyecto con un único contratista, tipo llave en mano, y establecemos las actuaciones que corresponderían al contratista principal y en los casos relevantes las de la propiedad que ejercerá el papel de control y supervisión. Abordaremos también los aspectos de formación del futuro personal de explotación de la central y su inclusión progresiva en la organización del montaje y puesta en marcha.

El objetivo de este libro es aportar la experiencia del montaje y puesta en marcha de muchos proyectos y establecer una cronología y metodología de las actuaciones a llevar a cabo, que ayuden a optimizar la secuencia y calidad de los trabajos de obra, montaje y puesta en marcha evitando retrasos y sobrecostes en el proyecto de una central térmica.

Los autores.....	VII
Agradecimientos	IX
Prólogo	XI
Introducción.....	XIII
1. FASE PREVIA A LA OBRA.....	1
1.1. Organización del equipo supervisor de obra.....	1
1.2. Herramientas de proyecto que debe tener el equipo de obra	6
1.3. Aspectos contractuales y legales a tener en cuenta en la obra	8
1.4. Programa de obra, montaje y puesta en marcha	9
1.4.1. <i>General</i>	9
1.4.2. <i>Camino crítico</i>	11
1.4.3. <i>Seguimiento</i>	12
1.5. Planteamiento de la seguridad y salud en obra	16
1.5.1. <i>General</i>	16
1.5.2. <i>Real Decreto 1627/97 sobre Obras de Construcción</i>	17
1.5.3. <i>Propiedad. Aspectos a tener en cuenta</i>	24
1.5.4. <i>Contratista. Gestiones relacionadas con seguridad</i>	27
1.5.5. <i>Mejoras en materia de seguridad</i>	29
1.6. Planteamiento del cumplimiento de los requisitos medioambientales en obra	30
1.6.1. <i>General</i>	30
1.6.2. <i>Normativa</i>	30
1.6.3. <i>Gestiones del promotor</i>	32
1.6.4. <i>Organización del promotor</i>	33
1.6.5. <i>Gestiones del contratista</i>	34
1.6.6. <i>Organización del contratista</i>	35
1.6.7. <i>ISO 14001:2015</i>	36
1.7. Planteamiento de la calidad en obra	37
1.7.1. <i>General</i>	37
1.7.2. <i>Organización</i>	37
1.7.3. <i>Aspectos contractuales relacionados con la calidad</i>	39
1.7.4. <i>Plan de calidad de obra, procedimientos y PPI</i>	39
1.7.5. <i>Objetivos finales</i>	41
1.8. Seguros de construcción y montaje en obra	42
1.8.1. <i>General</i>	42
1.8.2. <i>Seguros del contratista</i>	42
1.8.3. <i>Seguros de la dirección facultativa</i>	43
1.8.4. <i>Seguros de la propiedad</i>	43
1.9. Gestión residuos	44

1.9.1. General	44
1.9.2. Explicación breve del RD 105/2008 y su aplicación a este tipo de proyectos.....	45
1.9.3. Gestión de residuos en una obra	49
1.10. Gestión de suelos contaminados.....	51
1.10.1. General	51
1.10.2. Situaciones que se pueden dar.....	52
1.10.3. Normativa.....	52
1.10.4. Tipos de descontaminación	53
1.11. Licencia de obra menor	54
1.12. Infraestructura de obra. Proyecto de instalaciones temporales.....	55
1.12.1. General	55
1.12.2. Proyecto de instalaciones temporales.....	56
1.12.3. Consideraciones.....	57
1.12.4. Ejemplo	58
1.13. Trabajos previos de adecuación del terreno	59
1.13.1. General	59
1.13.2. Reunión de lanzamiento	60
1.13.3. Ejecución.....	61
1.14. Estudios previos del terreno.....	62
1.14.1. General	62
1.14.2. Ejecución de los estudios previos.....	63
1.15. Demoliciones previas.....	64
1.15.1. General	64
1.15.2. Cimentaciones antiguas y enterrados	64
1.15.3. Demoliciones.....	65
1.15.4. Ejemplos de demoliciones	65
1.16. Control y optimización de empresas contratistas en obra.....	68
1.16.1. General	68
1.16.2. Organización de los trabajos. Cadenas de subcontratación	69
1.16.3. Sugerencias básicas en la experiencia.....	71
1.17. Licencia de obra mayor.....	72
1.18. Reunión de lanzamiento de obra	74
1.18.1. General	74
1.18.2. Requisitos previos para realizar la reunión de lanzamiento de obra	75
1.18.3. Temas a tratar en la reunión de lanzamiento de obra	76
1.18.4. Condicionados para comenzar la obra.....	83
1.19. Plan de incorporación del personal de explotación	84
1.19.1. Antecedentes	84
1.19.2. Incorporación efectiva	85
1.19.3. Incorporación recomendada para el equipo de control y supervisión	87
1.19.4. Posibles problemas	87
1.20. Hitos de contrato. Facturación y control	88
1.20.1. Antecedentes	88
1.20.2. Facturación e hitos de control	88

2. OBRA CIVIL.....	91
2.1. Desbroce y limpieza del terreno.....	91
2.1.1. Antecedentes	91
2.1.2. Conceptos básicos de ejecución.....	91
2.1.3. Tipo de equipamiento.....	92
2.1.4. Problemas que pueden aparecer.....	92
2.1.5. Controles a efectuar	92
2.1.6. Ejemplos visuales.....	93
2.2. Excavaciones a cielo abierto	94
2.2.1. Antecedentes	94
2.2.2. Conceptos básicos de ejecución.....	94
2.2.3. Tipo de equipamiento.....	95
2.2.4. Problemas que pueden aparecer.....	96
2.2.5. Controles a efectuar	96
2.2.6. Ejemplos visuales.....	97
2.3. Malla de tierra enterrada.....	98
2.3.1. Antecedentes	98
2.3.2. Conceptos básicos de ejecución.....	99
2.3.3. Tipo de equipamiento.....	100
2.3.4. Problemas que pueden aparecer.....	100
2.3.5. Controles a efectuar	101
2.3.6. Ejemplos visuales.....	101
2.4. Cimentaciones	102
2.4.1. Antecedentes	102
2.4.2. Conceptos básicos de ejecución.....	102
2.4.3. Tipo de equipamiento.....	105
2.4.4. Problemas que pueden aparecer.....	105
2.4.5. Controles a efectuar	107
2.4.6. Ejemplos visuales.....	108
2.5. Montaje de tuberías de hormigón con camisa de acero	111
2.5.1. Antecedentes	111
2.5.2. Conceptos básicos y ejecución.....	111
2.5.3. Tipo de equipamiento.....	113
2.5.4. Problemas que pueden aparecer.....	113
2.5.5. Controles a efectuar	113
2.5.6. Ejemplos visuales.....	114
2.6. Sistemas enterrados	116
2.6.1. Antecedentes	116
2.6.2. Conceptos básicos y ejecución.....	116
2.6.3. Tipo de equipamiento.....	118
2.6.4. Problemas que pueden aparecer.....	118
2.6.5. Controles a efectuar	118
2.6.6. Ejemplos visuales.....	119
2.7. Construcción de edificios.....	122
2.7.1. Antecedentes	122
2.7.2. Conceptos básicos y ejecución.....	123
2.7.3. Tipo de equipamiento.....	125
2.7.4. Problemas que pueden aparecer.....	125

2.7.5. Controles a efectuar	126
2.7.6. Ejemplos visuales	127
2.8. Montaje de estructuras de hormigón armado	130
2.8.1. Antecedentes	130
2.8.2. Conceptos básicos y ejecución	130
2.8.3. Tipo de equipamiento	131
2.8.4. Problemas que pueden aparecer	131
2.8.5. Controles a efectuar	131
2.8.6. Ejemplos visuales	132
2.9. Firmes y pavimentos	133
2.9.1. Antecedentes	133
2.9.2. Conceptos básicos y ejecución	133
2.9.3. Tipo de equipamiento	134
2.9.4. Problemas que pueden aparecer	135
2.9.5. Controles a efectuar	135
2.9.6. Ejemplos visuales	136
2.10. Adecuaciones paisajísticas	138
2.10.1. Antecedentes	138
2.10.2. Conceptos básicos y ejecución	139
2.10.3. Tipo de equipamiento	139
2.10.4. Problemas que pueden aparecer	140
2.10.5. Controles a efectuar	140
2.10.6. Ejemplos visuales	140

3. MONTAJE MECÁNICO..... 141

3.1. Estructura	141
3.1.1. Antecedentes	141
3.1.2. Conceptos básicos y ejecución	141
3.1.3. Tipo de equipamiento	143
3.1.4. Problemas que pueden aparecer	143
3.1.5. Controles a efectuar	143
3.1.6. Ejemplos visuales	145
3.2. Soportes	146
3.2.1. Antecedentes	146
3.2.2. Conceptos básicos y ejecución	146
3.2.3. Tipo de equipamiento	147
3.2.4. Problemas que pueden aparecer	147
3.2.5. Controles a efectuar	148
3.2.6. Ejemplos visuales	149
3.3. Tuberías	151
3.3.1. Antecedentes	151
3.3.2. Conceptos básicos y ejecución	151
3.3.3. Tipo de equipamiento	153
3.3.4. Problemas que pueden aparecer	153
3.3.5. Controles a efectuar	155
3.3.6. Ejemplos visuales	156
3.4. Válvulas	159
3.4.1. Antecedentes	159

3.4.2. Conceptos básicos y ejecución.....	159
3.4.3. Tipo de equipamiento.....	161
3.4.4. Problemas que pueden aparecer.....	161
3.4.5. Controles a efectuar	161
3.4.6. Ejemplos visuales.....	162
3.5. Equipos rotativos	163
3.5.1. Antecedentes	163
3.5.2. Conceptos básicos y ejecución.....	163
3.5.3. Tipo de equipamiento.....	166
3.5.4. Problemas que pueden aparecer.....	166
3.5.5. Controles a efectuar	167
3.5.6. Ejemplos visuales.....	168
3.6. Equipos estáticos	170
3.6.1. Antecedentes	170
3.6.2. Conceptos básicos y ejecución.....	170
3.6.3. Tipo de equipamiento.....	171
3.6.4. Problemas que pueden aparecer.....	171
3.6.5. Controles a efectuar	172
3.6.6. Caso del precipitador electrostático.....	173
3.6.7. Ejemplos visuales.....	174
3.7. Tren de potencia	175
3.7.1. Antecedentes	175
3.7.2. Conceptos básicos y ejecución.....	176
3.7.3. Tipo de equipamiento.....	178
3.7.4. Problemas que pueden aparecer.....	178
3.7.5. Controles a efectuar	179
3.7.6. Ejemplos visuales.....	179
3.8. Conductos	185
3.8.1. Antecedentes	185
3.8.2. Conceptos básicos y ejecución.....	185
3.8.3. Tipo de equipamiento.....	186
3.8.4. Problemas que pueden aparecer.....	186
3.8.5. Controles a efectuar	187
3.8.6. Ejemplos visuales.....	188
3.9. Partes a presión (caldera)	190
3.9.1. Antecedentes	190
3.9.2. Conceptos básicos y ejecución.....	190
3.9.3. Detalles constructivos.....	193
3.9.4. Tipo de equipamiento.....	194
3.9.5. Problemas que pueden aparecer.....	194
3.9.6. Controles a efectuar	194
3.9.7. Ejemplos visuales.....	196
3.10. Compuertas.....	202
3.10.1. Antecedentes	202
3.10.2. Conceptos básicos y ejecución.....	203
3.10.3. Tipo de equipamiento.....	203
3.10.4. Problemas que pueden aparecer.....	203
3.10.5. Controles a efectuar	204
3.10.6. Ejemplos visuales.....	205

- 3.11. Tanques y depósitos 206
 - 3.11.1. Antecedentes 206
 - 3.11.2. Conceptos básicos y ejecución 206
 - 3.11.3. Tipo de equipamiento 209
 - 3.11.4. Problemas que pueden aparecer 209
 - 3.11.5. Controles a efectuar 210
 - 3.11.6. Ejemplos visuales 212
- 3.12. Aislamiento térmico 216
 - 3.12.1. Antecedentes 216
 - 3.12.2. Conceptos básicos y ejecución 216
 - 3.12.3. Tipo de equipamiento 219
 - 3.12.4. Problemas que pueden aparecer 219
 - 3.12.5. Controles a efectuar 219
 - 3.12.6. Ejemplos visuales 220
- 3.13. Pinturas y acabados 221
 - 3.13.1. Antecedentes 221
 - 3.13.2. Conceptos básicos y ejecución 221
 - 3.13.3. Tipo de equipamiento 224
 - 3.13.4. Problemas que pueden aparecer 225
 - 3.13.5. Controles a efectuar 225
 - 3.13.6. Ejemplos visuales 227
- 3.15. Pruebas previas a entrega de equipos y sistemas mecánicos
 - a puesta en marcha 228
 - 3.15.1. Antecedentes 228
 - 3.15.2. Documentación 228
 - 3.15.3. Verificaciones previas de los sistemas y equipos mecánicos 228
 - 3.15.4. Pruebas de presión y limpieza en sistemas mecánicos 230

4. MONTAJE ELÉCTRICO 233

- 4.1. Montaje de la red de tierra aérea 233
 - 4.1.1. Antecedentes 233
 - 4.1.2. Conceptos básicos y ejecución 234
 - 4.1.3. Tipo de equipamiento 235
 - 4.1.4. Problemas que pueden aparecer 236
 - 4.1.5. Controles a efectuar 237
 - 4.1.6. Ejemplos visuales 238
- 4.2. Montaje de bandejas 240
 - 4.2.1. Antecedentes 240
 - 4.2.2. Conceptos básicos y ejecución 241
 - 4.2.3. Tipo de equipamiento 243
 - 4.2.4. Problemas que pueden aparecer 243
 - 4.2.5. Controles a efectuar 244
 - 4.2.6. Ejemplos visuales 244
- 4.3 Montaje de conductos para cables 246
 - 4.3.1. Antecedentes 246
 - 4.3.2. Conceptos básicos y ejecución 247
 - 4.3.3. Tipo de equipamiento 248
 - 4.3.4. Problemas que pueden aparecer 248

4.3.5. Controles a efectuar	249
4.3.6. Ejemplos visuales.....	250
4.4. Montaje de armarios y cabinas de media y baja tensión.....	251
4.4.1. Antecedentes	251
4.4.2. Conceptos básicos y ejecución.....	252
4.4.3. Tipo de equipamiento.....	254
4.4.4. Problemas que pueden aparecer.....	254
4.4.5. Controles a efectuar	255
4.4.6. Ejemplos visuales.....	256
4.5. Tendido y conexionado de cables eléctricos	259
4.5.1. Antecedentes	259
4.5.2. Conceptos básicos y ejecución.....	260
4.5.3. Tipo de equipamiento.....	262
4.5.4. Problemas que pueden aparecer.....	262
4.5.5. Controles a efectuar	263
4.5.6. Ejemplos visuales.....	265
4.6. Montaje de transformadores de potencia	272
4.6.1. Antecedentes	272
4.6.2. Conceptos básicos y ejecución.....	272
4.6.3. Tipo de equipamiento.....	274
4.6.4. Problemas que pueden aparecer.....	274
4.6.5. Controles a efectuar	275
4.6.6. Ejemplos visuales.....	276
4.7. Montaje de barras de fase aislada.....	281
4.7.1. Antecedentes	281
4.7.2. Conceptos básicos y ejecución.....	282
4.7.3. Tipo de equipamiento.....	283
4.7.4. Problemas que pueden aparecer.....	283
4.7.5. Controles a efectuar	284
4.7.6. Ejemplos visuales.....	285
5. MONTAJE DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL.....	289
5.1. Montaje de soportes bandejas y conductos de protección para instrumentos	289
5.1.1. Antecedentes	289
5.1.2. Conceptos básicos y ejecución.....	290
5.1.3. Tipo de equipamiento.....	291
5.1.4. Problemas que pueden aparecer.....	292
5.1.5. Controles a efectuar	292
5.1.6. Ejemplos visuales.....	293
5.2. Montaje líneas neumáticas de procesos y accesorios para instrumentos	294
5.2.1. Antecedentes	294
5.2.2. Conceptos básicos y ejecución.....	295
5.2.3. Tipo de equipamiento.....	296
5.2.4. Problemas que pueden aparecer.....	296
5.2.5. Controles a efectuar	296
5.2.6. Ejemplos visuales.....	297

5.3. Montaje de cajas y cabinas para instrumentos	299
5.3.1. Antecedentes	299
5.3.2. Conceptos básicos y ejecución	299
5.3.3. Tipo de equipamiento	300
5.3.4. Problemas que pueden aparecer	300
5.3.5. Controles a efectuar	301
5.3.6. Ejemplos visuales	301
5.4. Montaje de instrumentos	302
5.4.1. Antecedentes	302
5.4.2. Conceptos básicos y ejecución	302
5.4.3. Tipo de equipamiento	303
5.4.4. Problemas que pueden aparecer	303
5.4.5. Controles a efectuar	304
5.4.6. Ejemplos visuales	305
5.5. Ajuste y verificación de instrumentos	306
5.5.1. Antecedentes	306
5.5.2. Conceptos básicos y ejecución	307
5.5.3. Tipo de equipamiento	308
5.5.4. Problemas que pueden aparecer	308
5.5.5. Controles a efectuar	309
5.5.6. Ejemplos de esquemas de calibración	309
5.6. Control principal	312
5.6.1. Antecedentes	312
5.6.2. Conceptos básicos y ejecución	312
5.6.3. Tipo de equipamiento	313
5.6.4. Problemas que pueden aparecer	314
5.6.5. Controles a efectuar	314
5.6.6. Ejemplos visuales	315

6. PUESTA EN MARCHA 319

6.1. Inicio de la puesta en marcha	319
6.2. Clasificación por sistemas	320
6.2.1. Tipos de sistemas en central de carbón	321
6.2.2. Sistemas en una central de ciclo combinado	322
6.2.3. Ejemplo de un sistema	323
6.3. Procedimientos de seguridad	325
6.3.1. Antecedentes	325
6.3.2. Principales procedimientos de seguridad	326
6.2.3. Difusión e información	328
6.4. Transferencia de sistemas de montaje a puesta en marcha	329
6.4.1. Antecedentes	329
6.4.2. Proceso de transferencia	330
6.4.3. Documentación contenida en el proceso de transferencia	331
6.4.4. Problemas que pueden aparecer	331

7. PUESTA EN MARCHA EN FRÍO..... 333

7.1. Organización de la propiedad, implicación de producción	333
7.1.1. General	333

7.1.2. Consideraciones.....	334
7.2. Energización de sistemas eléctricos y de control	335
7.2.1. Sistemas eléctricos.....	335
7.2.2. Puesta en marcha en frío. Concepto.....	337
7.2.3. Puesta en marcha en frío de un sistema. Ejemplo	338
7.2.4. Secuencia de puesta en marcha de los sistemas eléctricos.....	339
7.2.5. Puesta en marcha del sistema de control.....	341
7.3. Flushing y limpiezas mecánicas de tuberías	344
7.3.1. Antecedentes	344
7.3.2. Tipos de limpieza mecánica según fluido	344
7.3.3. Procedimiento de limpieza flushing del sistema de aceite de lubricación	345
7.3.4. Medios a emplear.....	347
7.3.5. Problemas que pueden aparecer.....	347
7.3.6. Criterios de aceptación	347
7.4. Limpieza química	348
7.4.1. Limpieza inicial y enjuague.....	349
7.4.2. Desengrasado.....	349
7.4.3. Lavado químico y enjuague.....	350
7.4.4. Pasivado.....	350
7.4.5. Inertización	350
7.4.6. Precauciones a tener en cuenta y medios necesarios	350
7.4.7. Problemas que pueden aparecer.....	351
7.5. Pruebas de funcionamiento de sistemas	352
7.5.1. Situación de partida.....	352
7.5.2. Proceso de pruebas.....	353
7.5.3. Criterios de aceptación	355
7.6. Soplado de centrales con turbina de vapor.....	356
7.6.1. Tipos de soplado	356
7.6.2. Medios a emplear.....	359
7.6.3. Problemas que pueden aparecer.....	359
7.6.4. Ejemplos visuales.....	360
7.7. Puesta en virador de la turbina	362
7.7.1. Pasos previos a la puesta en virador	363
7.7.2. Descarga de baterías.....	364
7.7.3. Pruebas de sistemas y arranque del virador	364
8. PUESTA EN MARCHA EN CALIENTE	367
8.1. Proceso de arranque de la turbina de gas.....	367
8.1.1. Tipologías más frecuentes.....	367
8.1.2. Sistemas implicados previos al arranque	368
8.1.3. Puesta en marcha en caliente.....	370
8.2. Primera Ignición en caldera	373
8.2.1. Centrales de carbón.....	373
8.2.2. Comprobaciones previas	374
8.2.3. Primera ignición.....	375
8.2.4. Ciclos combinados	375
8.3. Proceso de arranque de la turbina de vapor.....	377
8.3.1. Condiciones previas	378

8.3.2. <i>Primer vapor a turbina</i>	378
8.3.3. <i>Pruebas en carga</i>	379
8.4. Pruebas del alternador y protecciones eléctricas antes de acoplar	380
8.4.1. <i>Condiciones previas</i>	380
8.4.2. <i>Pruebas de protección eléctricas</i>	381
8.4.3. <i>Pruebas de vacío y cortocircuito</i>	383
8.5. Pruebas de sincronización y primer acoplamiento a la red	388
8.5.1. <i>Condiciones previas generales</i>	388
8.5.2. <i>Concepto de sincronización y primer acoplamiento</i>	389
8.5.3. <i>Pruebas de presincronización</i>	391
8.5.4. <i>Primer acoplamiento a red</i>	393
8.6. Pruebas a cargas parciales, plena carga y optimización	395
8.6.1. <i>Pruebas de cargas parciales (load test)</i>	395
8.6.2. <i>Prueba de plena carga</i>	398
8.6.3. <i>Pruebas de optimización</i>	403
8.6.4. <i>Otras pruebas</i>	403
8.7. Pruebas contractuales y de garantías técnicas	404
8.7.1. <i>Pruebas contractuales</i>	404
8.7.2. <i>Pruebas de funcionamiento o de fiabilidad. Prueba de 100 y 720 horas</i>	407
8.7.3. <i>Pruebas de garantías técnicas</i>	411

9. LEGALIZACIONES 423

9.1. Legalizaciones	423
9.1.1. <i>Antecedentes</i>	423
9.1.2. <i>Cómo legalizar una instalación</i>	424
9.1.3. <i>Fases de legalización</i>	425
9.1.4. <i>Reglamentos que obligan a la legalización de las instalaciones</i>	426
9.1.5. <i>Documentación a presentar</i>	427

10. FASE FINAL DE LA OBRA 431

10.1. Documentación final	431
10.1.1. <i>Principales documentos a entregar al final del proyecto</i>	432
10.1.2. <i>Dossier de fabricación</i>	432
10.1.3. <i>Dossier final de calidad de construcción y montaje</i>	432
10.1.4. <i>Dossier final de puesta en marcha</i>	433
10.1.5. <i>Dossier final de medio ambiente</i>	434
10.1.6. <i>Documentación según construido (as-built)</i>	434
10.1.7. <i>Manuales de operación y mantenimiento</i>	435
10.2. Otros documentos y entrega de repuestos a explotación	435
10.2.1. <i>Otros documentos de interés al final del proyecto</i>	436
10.3. Lecciones aprendidas	440

10. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS 443

1.1. ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO SUPERVISOR DE OBRA

El proyecto de una central térmica tiene tres fases principales: la fase de análisis del negocio, previa a la toma de la decisión de hacer la inversión; la fase de proyecto, en la que se define lo que se quiere hacer; y la fase de obra, en la que se materializa el proyecto.

Durante la fase del proyecto se define cómo se adjudica el mismo, y para el caso de un “llave en mano”, que es el objeto de este libro, desde la dirección del proyecto se configura la organización del equipo que, por parte de la propiedad, ha de supervisar la obra civil, el montaje y la puesta en marcha, aportando este equipo en la especificación técnica elaborada para la petición de ofertas, su experiencia para abordar la fase de obra. Dicha especificación pasará a ser una obligación contractual.

La fase de construcción, montaje y puesta en marcha, engloba, entre otros aspectos, la definición, ejecución y funcionamiento de:

- La infraestructura de obra (redes eléctricas, de alumbrado, aguas, ...).
- Los accesos y su mantenimiento (control de accesos, vallados...).
- El almacén de montaje y su organización, campos de premontaje, ...
- La gestión de residuos.
- Las oficinas, vestuarios, comedor....
- Las demoliciones previas.
- La obra civil.
- El montaje mecánico, eléctrico e I&C.
- La puesta en marcha.
- ...

La dirección y supervisión de la obra, para el caso de un proyecto llave en mano, se aborda con la organización de supervisión de la propiedad y con el equipo de dirección de obra del contratista principal.

En este tipo de proyectos, el equipo supervisor de la obra por parte de la propiedad, tiene como función principal:

- Comprobar que se cumple lo establecido en el contrato en cuanto al avance de la obra, validando la consecución de hitos contractuales que generan pagos.
- Que la obra se ejecuta con la calidad adecuada de acuerdo a las buenas prácticas y normas de referencia establecidas en el contrato.
- Que se cumplen las normas de seguridad y salud laboral acordes con la legislación vigente.
- Que se cumplen los planes de vigilancia ambiental establecidos en el contrato y en especial la limpieza, recogida y gestión de los residuos industriales de acuerdo a lo establecido en el plan de gestión de residuos.
- Hacerse cargo de los repuestos destinados a la explotación que vienen con el suministro de los equipos principales.
- Recopilar la información técnica que se maneja en la obra civil, montaje y puesta en marcha para el adecuado seguimiento y control de la obra y entrega en su día a la explotación de la central, con el fin de que esta tenga todo el historial del montaje y puesta en marcha de los equipos.
- Hacer de puente entre el contratista y la ingeniería del proyecto para resolver posibles discrepancias entre los planos y la situación real en la obra.
- Comprobar que a medida que se van terminando de montar sistemas que requieren autorización (sistema contra incendios, sistemas eléctricos de alta y baja tensión, aparatos a presión, almacenamiento de combustibles, etc.) se elaboran los correspondientes proyectos o separatas del proyecto principal, se presentan ante las autoridades y se obtienen las correspondientes autorizaciones antes de iniciar la puesta en marcha.
- Validar los resultados de los valores obtenidos en las pruebas que determinen las garantías técnicas de los equipos y/o sistemas según van entrando en servicio de acuerdo a lo establecido en el contrato.

Para ejercer estas responsabilidades, el equipo supervisor de la obra por parte de la propiedad tendrá una dimensión acorde con el volumen de la obra: uno, dos o más grupos, el tipo de la obra: ciclo combinado, central de carbón, central termo solar, etc.

La dimensión del equipo supervisor de la propiedad puede oscilar entre quince personas, para el caso de un solo grupo de ciclo combinado, y cuarenta personas en el caso de una central de carbón, ambos contratados en la modalidad "llave en mano".

A título orientativo se adjunta un organigrama funcional de la propiedad para la supervisión de un ciclo combinado compuesto por dos unidades de 400 MW (Figura 1.1).

En los proyectos llave en mano, el contratista principal lleva el peso de la dirección de la obra, estando integrado en su organización el director facultativo que debe asumir las obligaciones que la legislación asigna a esa figura (dirección del proyecto en la fase de ejecución, disponer del libro de órdenes, validar el replanteo inicial, plantear a la propiedad modificaciones al proyecto, integrarse junto con el coordinador de seguridad y salud en la dirección facultativa de la obra, realizar y firmar los finales de obra tanto parciales, en caso de sistemas que vayan entrando en servicio secuencialmente, como totales al final de la obra, etc.).

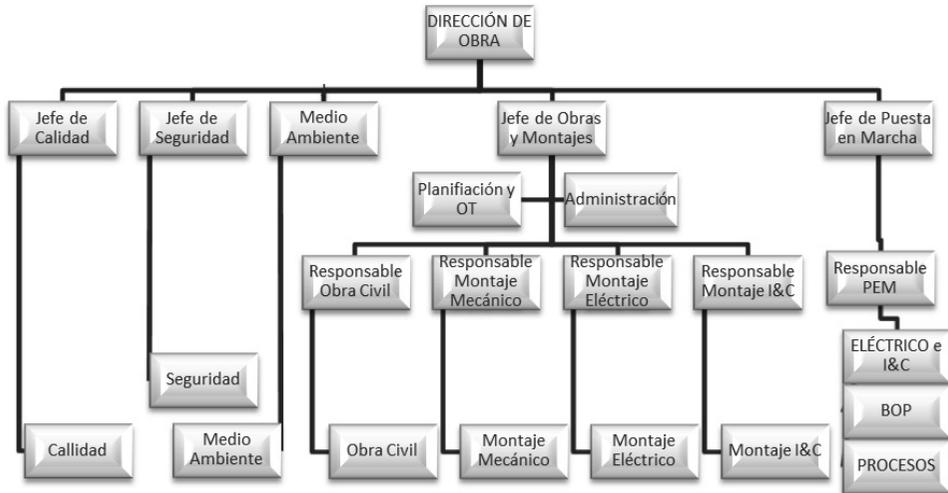


Figura 1.1. Organigrama equipo supervisor de obra y puesta en marcha de la propiedad para un ciclo combinado de 2 x 400 MW.

Existen otras opciones, como puede ser el caso de que la dirección facultativa es aportada por la propiedad, lo cual, unido a la contratación de la coordinación de seguridad y salud (obligatorio por ley que sea contratada o aportada por la propiedad) permite a la propiedad tener un equipo de dirección integrado e independiente del constructor.

Cabe destacar que, independientemente del tipo de contrato u obra, la coordinación de seguridad y salud debe ser contratada por la propiedad, e incluso puede ser personal propio, si reúne las condiciones.

Hay casos en que las autorizaciones de las diferentes administraciones exigen la presencia de un director ambiental que valide lo dispuesto en la declaración de impacto ambiental, sea vigilante y pueda certificar el cumplimiento de lo indicado en el plan de vigilancia ambiental durante la fase de obra, así como la gestión del plan de gestión de residuos. En el caso en que esta función no sea requerida por las diferentes administraciones, la podría ejercer el equipo de supervisión de obra de la propiedad por medio de personal propio o contratando una consultora externa.

El dimensionamiento del equipo dependerá del volumen de la obra, pudiendo oscilar entre 30 y 40 personas. En la Figura 1.2, se indica el organigrama funcional del constructor para el montaje y puesta en marcha de un ciclo combinado de dos unidades de 400 MW.

Si la contratación fuera en la modalidad de grandes paquetes o multicontratos, en ese caso, la propiedad asumiría la dirección de la obra, la coordinación con todos los contratistas y su organigrama de supervisión sería similar al del contratista principal en el contrato llave en mano, con menos personal, ya que la función es de supervisión de los diferentes contratistas, dimensionando cada contratista su organigrama en función del volumen de obra asignada. En este caso la propiedad podría contratar la dirección facultativa, la cual debería asumir los proyectos de las diferentes partes en que se hubiera dividido la obra.

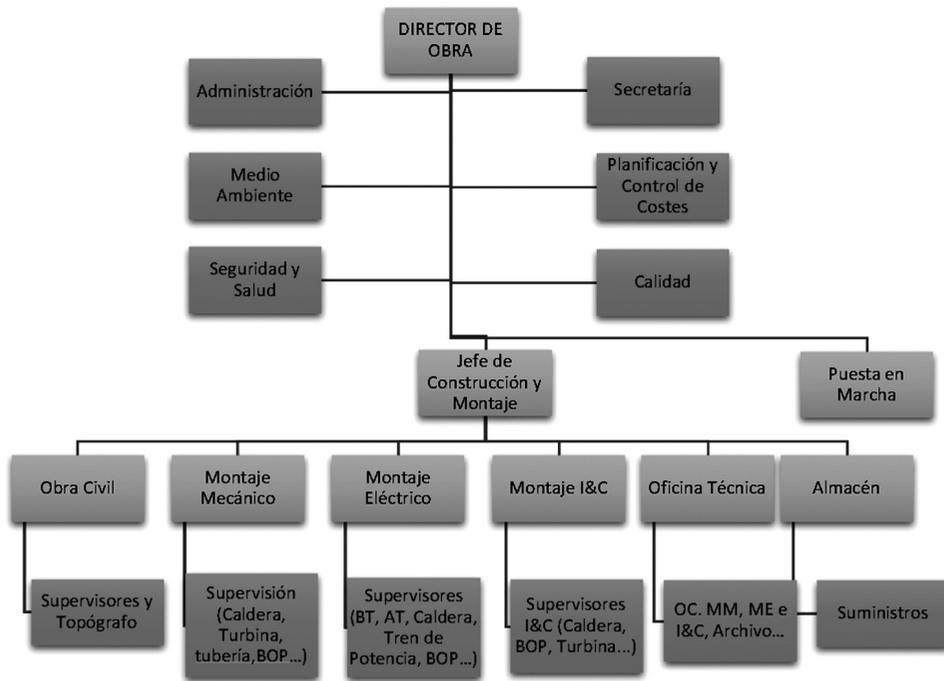


Figura 1.2. Organigrama equipo supervisor de obra del contratista para un ciclo combinado de 2 x 400 MW.

En el caso de las centrales de carbón, los organigramas serían similares a los indicados en los epígrafes anteriores con la inclusión de una unidad en el Área Mecánica para los procesos de manejos de sólidos (carbón, cenizas y escorias) así como otra para tratamiento de gases (desulfuración y desnitrificación), sistemas que por su especial trascendencia se recomienda que tengan supervisión independiente en el área mecánica. El resto de disciplinas (obra civil, montaje eléctrico e I&C...) organizarían estas áreas con la supervisión indicada anteriormente, o reforzada si fuera necesario por el volumen de trabajo.

Para el caso de la puesta en marcha de un ciclo combinado de 2 x 400 MW en la modalidad de llave en mano se propone el organigrama de la Figura 1.3.

Una vez definidos los organigramas de obra, procede elaborar los manuales de organización del proyecto, uno por parte de la propiedad y otro por parte del contratista, los cuales describirán la forma de organizar el proyecto incorporando la descripción de funciones y responsabilidades de cada una de las posiciones del organigrama, la organización de la documentación, la organización de la ejecución del montaje y puesta en marcha, la legalización de los equipos y sistemas, el control de calidad, la seguridad, el cumplimiento de las exigencias medioambientales expresadas en la autorización ambiental de la central, la comunicación entre el contratista y la propiedad, etc., y todo ello dentro del marco del contrato.

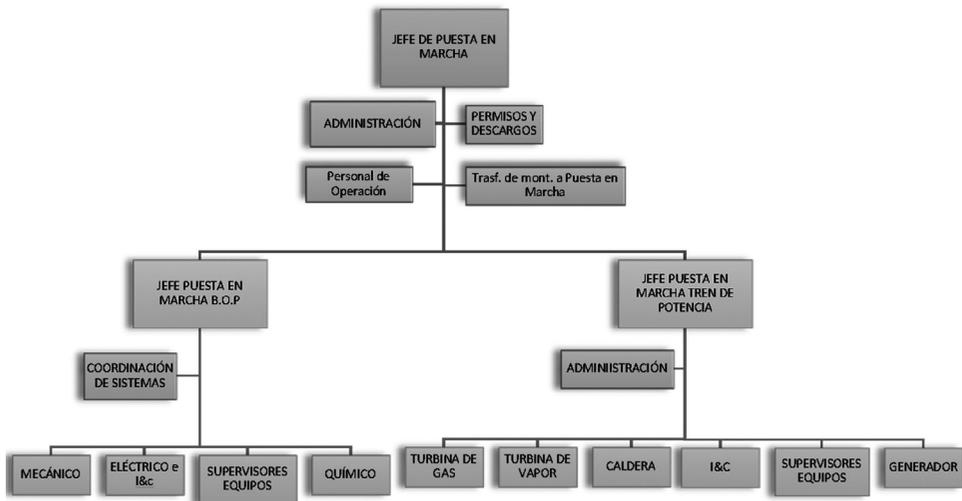


Figura 1.3. Organigrama de puesta en marcha para un ciclo combinado 2 x 400 MW.

Este manual, para un proyecto llave en mano, lo elabora el contratista y lo aprueba la propiedad comprobando que recoge los aspectos contractuales. Si la propiedad tiene un sistema de calidad ISO 9002 o similar deberá hacer su propio manual de organización.

En el caso de una central de carbón (≈ 350 MW) el organigrama de puesta en marcha podría ser el que se indica en la Figura 1.4.

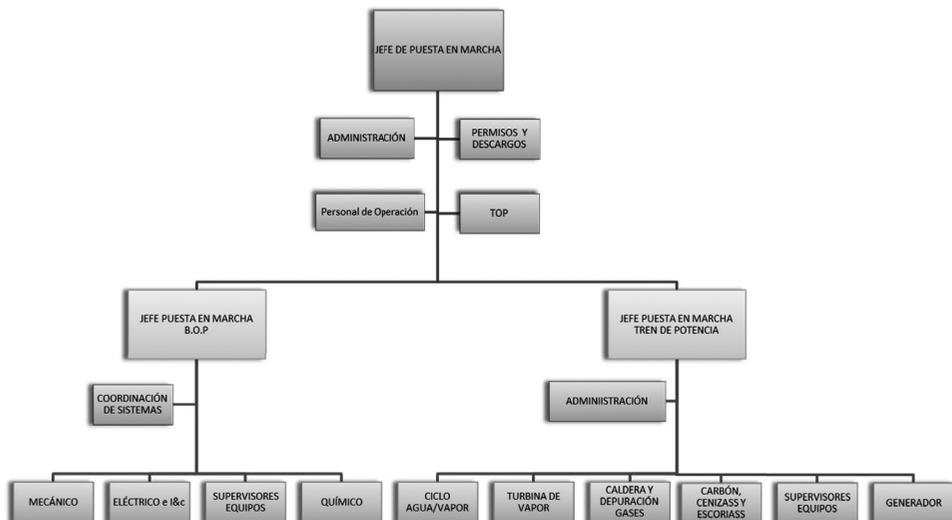


Figura 1.4. Organigrama central térmica de carbón de ≈ 350 MW.

1.2. HERRAMIENTAS DE PROYECTO QUE DEBE TENER EL EQUIPO DE OBRA

En los manuales de organización del proyecto se establece cómo se ha de organizar el proyecto desde la fase previa hasta la operación comercial.

Siguiendo estos manuales, por parte de la propiedad al principio del proyecto, se realiza una reunión de lanzamiento presidida por el director del proyecto, en la que deberá participar el máximo responsable de la unidad de construcción, montaje y puesta en marcha, además de otros integrantes del equipo de proyecto y de la unidad de montaje y puesta en marcha. El objetivo de esta reunión es básicamente dar información por parte del director del proyecto a las diferentes unidades implicadas: ingeniería, construcción, supervisión de montaje y puesta en marcha, aprovisionamientos, etc., de cómo se va a desarrollar el proyecto.

En un proyecto “llave en mano”, por parte del contratista, se realiza una reunión de lanzamiento del proyecto similar explicando cómo se va a desarrollar la construcción, montaje y puesta en marcha siguiendo las pautas de su manual de organización y teniendo en cuenta lo establecido en el contrato en cuanto a desarrollo de la obra, comunicación con la propiedad, etc.

Esta fase del proyecto aún está lejos del momento en que comenzarán los trabajos en el emplazamiento, pero es importante que los equipos implicados comiencen a trabajar, ya que es necesario definir organigramas, realizar contrataciones (con todo el proceso previo de elaboración de especificaciones, concurso y adjudicación), definir la infraestructura de la obra, la logística, los suministros, tramitar licencias locales, etc.

El equipo de obra de la propiedad debe recibir de la dirección del proyecto los siguientes elementos para comenzar a trabajar:

- El proyecto (al menos el utilizado para las tramitaciones, aunque luego se desarrollen nuevas revisiones con mayor detalle).
- Definición clara de los límites del alcance y puntos frontera.
- Estado de contrataciones y gestiones con terceras partes (conexiones a gasoductos, líneas de AT, expropiaciones, vertidos de aguas, captaciones de agua en dominios marítimos...).
- Estudio geotécnico y otros que fuesen necesarios por la peculiaridad del proyecto (estudio de descontaminación de suelos, resistividad...).
- Programa definido, al menos en cuanto a actividades generales.
- Presupuesto disponible y asignación a las diferentes partidas.
- Estado de tramitación de licencias y permisos.
- Estado de tramitación del estudio de impacto ambiental y trámites relacionados (que puedan influir en el desarrollo del futuro plan de vigilancia de la obra).
- Normativa local de especial afección al proyecto.
- Estudio de gestión de residuos del proyecto.

- Estudio de seguridad y salud del proyecto.
- Contrato o contratos principales, así como contratos a realizar por la unidad de obra (con definición de fecha de necesidad) para conocer las garantías técnicas que deben cumplir todas las contrataciones para su verificación en la fase de puesta en marcha.
- Procedimientos de flujo de información a nivel interno (codificaciones, archivo, oficina técnica del proyecto, modificaciones de planos, formatos...) y con los contratistas/proveedores.
- Organigrama completo del equipo de proyecto con definición de funciones y responsabilidades.
- Plan de calidad del proyecto, donde se integrará como un anexo el plan de calidad de obra (si está definido así en el sistema de calidad de la organización).

El equipo de obra del contratista principal debe recibir de la propiedad parte de esta información más la que se especifique en el contrato, y de sus unidades internas de ingeniería y aprovisionamientos, los contratos de equipos para el control de la documentación técnica a recibir, procedimientos de construcción y montaje, fechas contractuales, etc.

A partir de estos documentos, la dirección de proyecto de la propiedad establecerá unos objetivos contractuales a cumplir, que serán la base de actuación del equipo supervisor de la propiedad en relación con la dirección de obra del contratista principal.

Hay que tener en cuenta que algunos documentos iniciales se deberán desarrollar por el equipo supervisor de obra de la propiedad, por ejemplo:

- Planificación detallada de la fase de construcción, montaje y puesta en marcha a partir de las actividades planificadas por el contratista en su oferta e incorporadas en el contrato.
- Contrataciones no incluidas en el contrato “llave en mano”. La dirección de proyecto entrega unos presupuestos que hay que cumplir y la unidad de obras deberá contratar todo aquello que no esté considerado en el alcance del “llave en mano”.
- Plan de calidad en la fase de obra a partir del plan de calidad del proyecto recogido en el contrato.
- Plan de vigilancia ambiental basado en los requisitos impuestos por la administración y los posibles requisitos adicionales de la propiedad recogidos en el contrato.
- El estudio de la gestión de residuos, con el fin de que el contratista desarrolle el plan de gestión de residuos.
- El estudio de seguridad y salud laboral para que el contratista desarrolle el plan de seguridad y salud laboral.

1.3. ASPECTOS CONTRACTUALES Y LEGALES A TENER EN CUENTA EN LA OBRA

Básicamente, antes de comenzar la implantación en obra se deberán tener los permisos necesarios, los cuales, en la mayoría de los casos, son gestionados por la propiedad en las fases previas del proyecto, dando el contratista apoyo en aspectos documentales una vez se haya firmado el contrato.

Al llegar a la fase de obra, el proyecto ha pasado por todas las etapas previas de tramitación y obtención de permisos ambientales, de ocupación de terrenos, obtención de concesiones, de usos de suelo, etc., partiendo de un proyecto inicial básico realizado por la propiedad.

Antes de que los equipos de obra, tanto de la propiedad como del contratista, se desplieguen sobre el terreno, es necesario disponer de una serie de documentos, cuya responsabilidad en su obtención se recogerá en el contrato.

Estos documentos, previos al inicio de las actividades, estarán incluidos en la planificación general del proyecto con el fin de no producir retrasos en el inicio de las obras.

Hay otros documentos necesarios para la legalización de determinados equipos relacionados con la puesta en marcha, que se irán generando por parte del contratista conforme avance la obra.

Se pueden distinguir básicamente dos grupos de documentos:

1. Preparados y entregados por la propiedad al contratista

- Autorizaciones ambientales (Declaración de Impacto Ambiental y Autorización Ambiental Integrada, más autorizaciones medioambientales autonómicas o regionales específicas).
- Licencia de obra menor (para comenzar los primeros trabajos de implantación de infraestructura de obra, excavación y relleno) mientras se tramita la licencia de la obra principal. Con esta licencia se puede obtener autorización para hacer trabajos por debajo del nivel del suelo, lo que permite comenzar los desbroces y excavaciones.
- Licencia de obra para desmantelamiento/demolición (si fuera necesario hacer demoliciones previas).
- Licencia de obra mayor (incluirla todo el proceso de la construcción, montaje y puesta en marcha).
- Autorización provisional de puesta en marcha para pruebas. Esta autorización se concede conforme se van energizando sistemas y legalizando equipos. La documentación necesaria para la misma la suele presentar ante las autoridades el contratista según formatos acordados.
- Autorización de puesta en marcha definitiva (se concede al final de la puesta en marcha). Este documento se obtiene después de la firma del final de obra por parte de la dirección facultativa, dando por finalizada la misma y es el documento que le permite a la propiedad comenzar los trámites para

dar de alta central en el registro de instalaciones de producción de energía eléctrica.

- Si la propiedad ya dispone de un seguro general de construcción y montaje, lo aportará al contratista, y este lo complementa si es necesario para cubrir la franquicia u otros aspectos que no cubra el seguro de la propiedad.
- Estudio de seguridad y salud.
- Estudio de gestión de residuos.
- Aceptación de la dirección facultativa de la obra propuesta por el contratista.
- Nombramiento del Coordinador de Seguridad y Salud.
- Comunicación del final de la coordinación de seguridad y salud.

2. Preparados y entregados por el contratista a la propiedad

- Proyecto de infraestructura de obra (que incluya todas las instalaciones que se han de ejecutar para poder llevar a cabo la obra, tales como control de accesos, infraestructura eléctrica, red de agua, vestuarios, oficinas...). Se debe disponer de un proyecto previo que articule todas estas infraestructuras. En relación a este proyecto se solicita la correspondiente licencia de obra menor.
- Proyecto de demolición y plan de desamiantado (si fuera necesario).
- Seguros.
- Plan de seguridad y salud.
- Plan de gestión de residuos.
- Plan de vigilancia ambiental.
- Propuesta de director facultativo de la obra. (si este servicio lo proporciona el Contratista).
- Comunicación del final de obra (podrá haber finales de obra parciales por sistemas en la fase de puesta en marcha y un final de obra total al final).

1.4. PROGRAMA DE OBRA, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA

1.4.1. General

Antes de comenzar la obra, se debe tener un programa que comprenda todas las actividades hasta la operación comercial, recogiendo los objetivos y fechas contractuales.

En ocasiones los objetivos de fecha se derivan de condicionantes administrativos –si la instalación no está operativa antes de una fecha se pierde una concesión– o de exigencias empresariales basadas en el plan de negocio, o en posibles modificaciones de leyes que llevan a acelerar un proyecto, o para evitar que la competencia ocupe una posición en un determinado mercado, etc.

En cualquier caso, desde el principio, es necesario disponer de un programa que incluya la suma de todas las actividades que es necesario realizar para conseguir que el proyecto sea una realidad. Estas actividades son las incluidas en el programa

contractual, aunque la propiedad ha realizado previamente tramitaciones administrativas, autorización de concesiones, calificación urbanística de los terrenos, estudios ambientales, etc.

La propiedad, desde la toma de decisión de llevar a cabo el proyecto, debe desarrollar un programa básico con todas las actividades que se han de llevar a cabo y que conforme avance el proyecto se irán desarrollando en más detalle. Este programa básico inicial constará de:

- Ingeniería conceptual.
- Ingeniería básica.
- Tramitaciones administrativas.
- Seguimiento de condicionados impuestos por las diferentes administraciones.
- Elaboración de las especificaciones técnicas para la contratación “llave en mano”.
- Elaboración del borrador de contrato comercial a negociar con el adjudicatario seleccionado.
- Licitación de la adjudicación “llave en mano”.
- Adjudicación del “llave en mano”.
- Negociación y firma del contrato “llave en mano”.

A partir de la firma del contrato, el contratista adjudicatario debe desarrollar, dentro de sus obligaciones contractuales en cuanto a fechas, el programa de detalle del proyecto que será aprobado o al menos supervisado por la propiedad para comprobar que se adapta a lo estipulado en el contrato.

Este programa consistirá básicamente en:

- Ingeniería básica si hubiera modificaciones recogidas en el contrato respecto a lo que inicialmente la propiedad consideró.
- Ingeniería de detalle.
- Programa de fabricaciones.
- Programa de suministros.
- Plan de transporte incluidos permisos y seguros...
- Plan de construcción (obra civil) y montaje (mecánico, eléctrico e I&C).
- Plan de puesta en marcha: prueba y legalización de equipos y sistemas.
- Plan de formación del personal de operación y mantenimiento.
- Operación comercial.

Si consideramos la fase de obra el esquema básico sería el expuesto en la Figura 1.5.

En el programa de obra deberán estar claramente desarrolladas estas actividades sumarias o principales y, a partir de las mismas, se deberá aumentar el grado de detalle en las sub actividades que dependan de las principales hasta conformar un programa completo que permita hacer un seguimiento adecuado del desarrollo del proyecto.



Figura 1.5. Esquema básico del programa de proyecto elaborado por el contratista.

Como ejemplo, un ciclo combinado 2 x 1 de 225 MW, tiene unas 1.900 actividades solo en la fase de construcción, montaje y puesta en marcha.

El programa desarrollado por el contratista en detalle deberá ser aprobado por la propiedad a nivel general. En el mismo debe quedar claramente identificada la “ruta crítica” y venir indicadas, en consecuencia, las holguras de las que dispone el proyecto en esta fase.

Normalmente este programa puede ser integrado por la propiedad dentro de su propio formato e incorporar al mismo otras actividades que no desarrolle el contratista principal.

1.4.2. Camino crítico

Es la secuencia de actividades enlazadas que determinan la duración de la obra. Se emplea cuando la fecha de finalización no se puede demorar, tratando de sacar la máxima eficiencia en la coordinación de los recursos.

Para determinar la ruta crítica es necesario:

- Definir todas las actividades y su secuencia.
- Establecer las relaciones entre esas actividades, dejando claro cuál es la dependencia entre ellas, decidiendo cuál debe comenzar antes y cuál debe seguir después. La ejecución de actividades en paralelo permite acortar la duración total del proyecto, pero siempre debe tenerse en cuenta su factibilidad en la obra, valorando si es posible que varios grupos de trabajadores puedan coincidir en la misma zona de trabajo al mismo tiempo.
- Construir un diagrama (Gantt), conectando las diferentes actividades según sus relaciones de precedencia (algunas pueden ejecutarse en paralelo y otras en serie).

- Definir la duración estimada para cada una.
- Identificar las actividades críticas, que serán aquellas que formen la ruta crítica.
- Identificar la ruta crítica mediante líneas de color que resalten el camino. Esta es la trayectoria más larga del proyecto y determina el tiempo total requerido para su ejecución.
- Asignar la fecha final del proyecto a la última actividad de la ruta.

La duración de las actividades que forman la ruta crítica, determina la duración de la obra. La holgura en el camino crítico es 0. Puede haber varias rutas críticas en el caso en que se modifiquen las relaciones de precedencia y duración de las actividades, esta es una posibilidad que el Director del Proyecto debe evaluar para disponer de alternativas (que a su vez generarían caminos críticos diferentes).

La holgura de una actividad individualmente sería la reserva de tiempo para iniciarla o terminarla sin afectar a la duración de la obra. En algunos proyectos complejos se dan pares de fechas, la temprana y la tardía, cuya diferencia para esta actividad nos determinaría su holgura. Este planteamiento le da más flexibilidad al Director del Proyecto para determinar el camino crítico que mejor se adapte a los plazos del proyecto, reajustando los recursos.

Como ejemplo se indica en rojo el camino o ruta crítica de una obra real (Figura 1.6).

Se observa que hay una relación de precedencia entre actividades, es decir, una actividad de las coloreadas en rojo siempre tiene que esperar su inicio a la finalización de la precedente.

Las actividades azules no tendrían una rigidez temporal para su ejecución, siendo posible disponer de un adicional de tiempo (holgura).

1.4.3. Seguimiento

Tanto la propiedad como el contratista necesitan conocer al día el grado de avance de la obra con el fin de poder tomar las medidas oportunas ante una desviación de los trabajos programados.

Para que los avances explicitados reflejen el avance real de la obra, es fundamental que las actividades tengan asignado un peso correcto que se debe basar en el número de horas hombre realizadas en cada actividad, en la valoración económica de las mismas y en la incidencia que dicha actividad tenga sobre la fecha final. Un ejemplo viene dado por la actividad de instrumentación y control, cuyo valor económico y el número de horas hombre a realizar no es alto, pero tiene mucha importancia en el avance de la obra, ya que bloquea la realización de otras actividades que tienen más peso en la consecución de la fecha final, como por ejemplo las de puesta en marcha. Una buena estimación del avance se obtiene por la asignación de pesos en porcentaje según la complejidad de las actividades, asignación que la hará el programador según su experiencia.

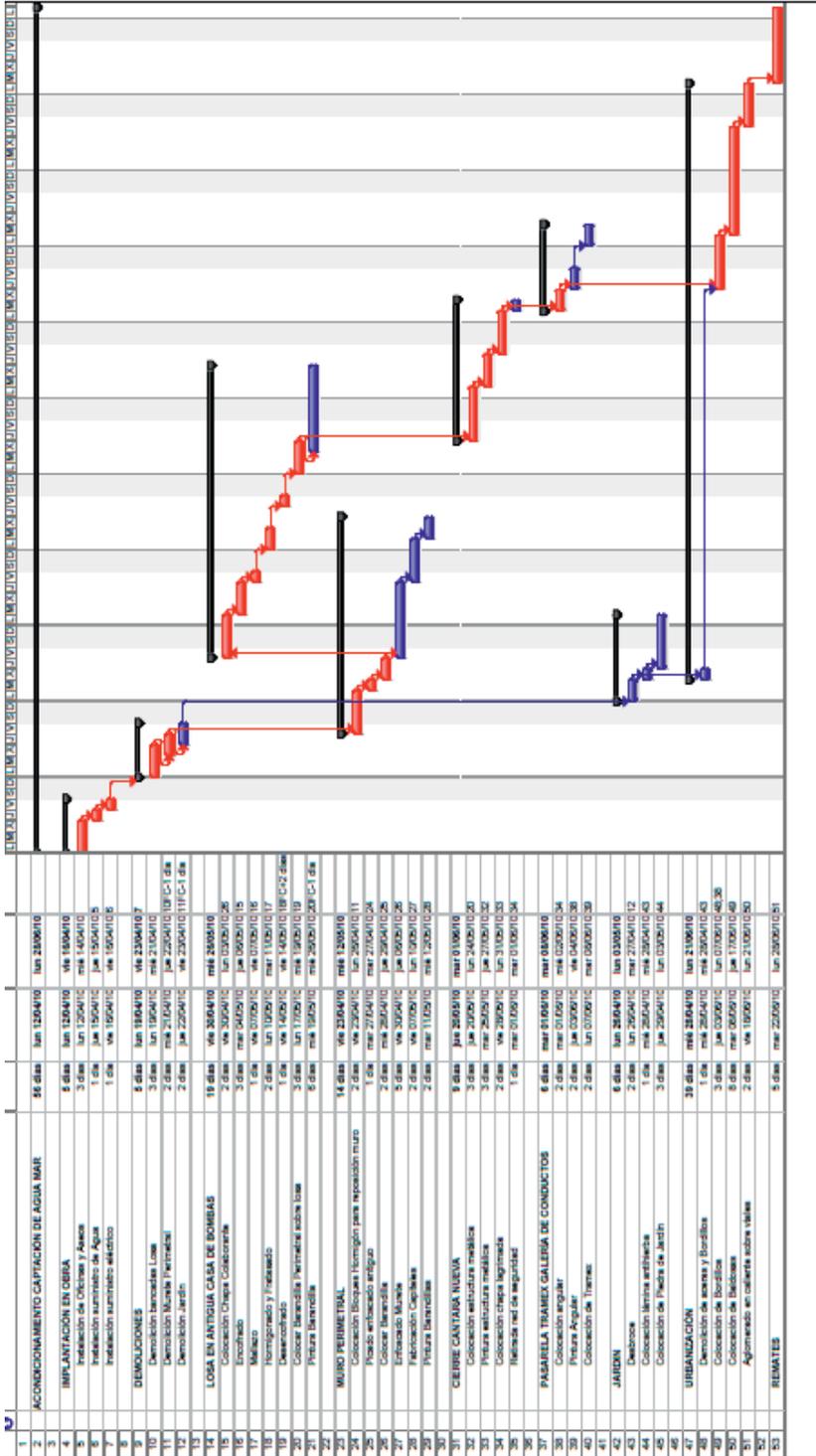


Figura 1.6. Camino crítico (en rojo) de una obra real.

Una vez definidas las actividades realizadas y asignados los pesos, se deberán dibujar las curvas de seguimiento, típicamente llamadas curvas en S, las cuales en el eje de abscisas representan el tiempo y en el de ordenadas el avance en porcentaje.

Hay dos propuestas básicas para dibujar el programa de seguimiento (Figura 1.7).

La primera consiste en representar la curva del programa contractual, la curva operativa y la de avance real (que se revisará mes a mes como mínimo). La curva operativa del programa es la que se dibuja cuando se va a realizar la obra y ya hay un buen conocimiento de las fechas más probables de permisos, autorizaciones, desarrollo de ingeniería y llegada de equipos a la obra.

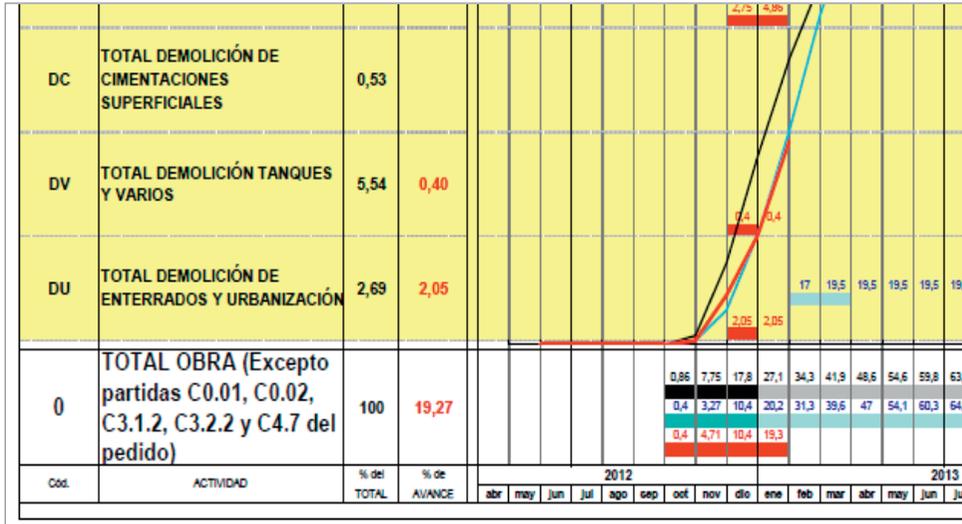


Figura 1.7. Curvas del programa de seguimiento: contractual, operativa y de avance real.

En el programa truncado que se adjunta se puede observar la curva negra, que es la contractual, la azul que es la operativa (que es la que se debería cumplir para alcanzar la fecha final contractual; en este caso vemos que los primeros meses es menos exigente que la contractual y tiende a juntarse con ella) y finalmente la curva roja que nos indica el avance real del mes. En este caso el avance del mes es del 19,27% frente al 20,2% que se debería llevar respecto al programa operativo, o el 27,1% en el caso de la curva que se definió en el contrato.

Otra opción, como se muestra en la Figura 1.8, es dibujar las curvas de avance temprano, tardío y de avance real. Las curvas de avance temprano y tardío vienen dadas por las holguras de las fechas contractuales de desarrollo de ingeniería, de entrega equipos, servicios y autorizaciones diversas (línea de evacuación, gasoducto, toma y descarga de agua, etc.).

Esto supondrá que, por cada actividad, en el programa habrá que dar dos parejas de datos, las fechas de inicio y fin tempranas y las fechas de inicio y fin tardías (en el gráfico se puede observar que para una actividad, como la 2. OC.13, hay una barra verde que corresponde a las fechas de inicio y fin temprano y una azul que corresponde a las fechas de inicio y fin tardío).

En la Figura 1.9. (que corresponde a una parte truncada de un programa) se puede observar una parte de un programa donde la curva roja representa el avance real de la obra actualizado al mes en estudio (junio 2008), la verde es la curva temprana y la azul la tardía. En este caso se observa que el avance del mes es correcto y la obra marcha sin retrasos conservando la holgura que en ese mes es de unos quince días como se puede observar en el eje de abscisas.

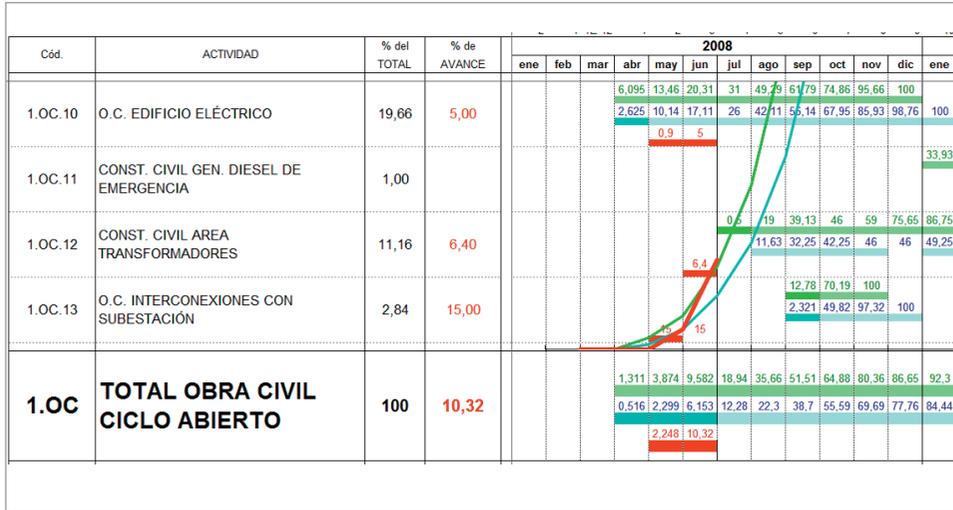


Figura 1.9. Ejemplo real de curvas de avance temprana, tardío y real.

Si la obra se retrasa se hará una nueva revisión del programa con los nuevos recursos y medidas a emplear para recuperar el retraso.

La actualización, consensuada todos los meses, de los avances permite conocer los retrasos y tomar medidas con suficiente antelación. La programación se convierte así en un arma de gran importancia en el devenir de la obra.

1.5. PLANTEAMIENTO DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA

1.5.1. General

Si bien el planteamiento de las estrategias de seguridad y salud a seguir en un proyecto son cuestiones que ya están definidas en gran parte por las obligaciones legales, hoy en día todas las empresas, ya sean promotor o proveedor de obras y servicios, van más allá del cumplimiento estricto de las leyes y reglamentos.

Es muy frecuente que las empresas tengan políticas en materia de seguridad y salud laboral que emanan de los máximos órganos de gobierno de las mismas y que se impongan en todas las estructuras y niveles jerárquicos.

Los objetivos son reducir la siniestralidad laboral y mejorar de forma progresiva y continua los niveles de seguridad y salud en el trabajo. Estos objetivos llevan

encadenadas una serie de acciones para su cumplimiento. El objetivo final sería el de cero accidentes, y aunque parece difícil de conseguir, se debe avanzar hacia su consecución.

Como ha dicho el CEO de una importante empresa del sector eléctrico, *nuestro principal objetivo debe ser que tanto el personal propio como el colaborador vuelva a casa sano y salvo al finalizar su jornada laboral*. La cultura preventiva debe estar impregnada en todos los niveles de las empresas para conseguir estos objetivos.

Este planteamiento que parece obvio lleva emparejada la realización de una gran cantidad de procesos, controles, acciones y formaciones que implican a todo un departamento que trabaja apoyando, en nuestro caso, al equipo que desarrolla un proyecto desde su inicio.

Siempre se debe considerar el gasto en seguridad y salud laboral como una inversión con un claro beneficio. La ausencia de accidentes e incidentes tanto en las personas como en los equipos y sistemas supone para la empresa una disminución de sus gastos, un mejor clima laboral y un mayor compromiso de sus trabajadores al percibir claramente la importancia que este aspecto tiene en la empresa que realiza los trabajos.

Si bien el planteamiento de la Seguridad y Salud Laboral debe ser para los promotores y contratistas, la consecución de los objetivos anteriormente planteados, las normas y leyes obligan a ambas partes al cumplimiento de diferentes requisitos en el desarrollo de un proyecto como el que nos ocupa en el objeto de este libro.

Vamos a ver ambos planteamientos y obligaciones en función de si estamos hablando de la propiedad o del contratista. Para aclarar el concepto anterior, en el Art. 2 del RD 1627/1997 de 24 de octubre viene claramente definido el concepto de promotor y el de contratista, así como el resto de personas y partes intervinientes en una obra de construcción. Comenzaremos por la exposición de los principales conceptos y obligaciones que emanan del RD 1627/97 pilar fundamental en el desarrollo de obras de construcción.

1.5.2. Real Decreto 1627/97 sobre Obras de Construcción

Centrándonos en el desarrollo de la obra, considerando que la propiedad asume el papel de promotor y que existe proyecto, el ámbito de actuación está claramente definido en el RD 1627/97 *Para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relativos a las Obras de Construcción*.

Este RD establece las normas y disposiciones que se han de cumplir desde la fase de elaboración del proyecto. En el Capítulo II (*Disposiciones específicas de seguridad y salud durante las fases de proyecto y ejecución de las obras*) de este documento se establecen las obligaciones que deben cumplir el promotor y el contratista. Por su importancia y visión clarificadora, se incluyen sus enunciados y un breve resumen obtenido de la Guía Técnica del Ministerio para clarificar al lector lo que se encontraría:

Art. 3. Designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud

Se indica en este artículo la obligatoriedad de que el promotor designe el Coordinador de Seguridad y Salud Laboral (CSSL) en fase de proyecto cuando este sea realizado por más de un proyectista. En el caso de la obra, si esta es realizada por más de una empresa o por una empresa y trabajadores autónomos o por varios trabajadores autónomos, es obligatorio por parte del promotor la designación del CSSL en la fase de obra el cual podrá ser el mismo que el de la fase de proyecto.

Art. 4. Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras

En este artículo se indica la obligatoriedad del promotor de realizar el ESS (Estudio de Seguridad y Salud) en determinados tipos de obra (en función del presupuesto, o número de trabajadores, o tipo de trabajos). En caso de no ser de aplicación el ESS se deberá realizar un ESS básico por parte del promotor. A partir de este estudio, posteriormente, y antes del comienzo de la obra, el contratista deberá realizar el Plan de Seguridad y Salud (PSS).

Art. 5. Estudio de seguridad y salud

Este documento debe ser realizado por encargo del promotor y realizado por técnico competente y está integrado en el proyecto, ser coherente con el contenido del mismo y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra.

En el artículo se describe el contenido que debe tener (Memoria, Pliego de Condiciones, Planos y Presupuesto, teniendo en cuenta que deberá haber mediciones de todas aquellas unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido definidos o proyectados).

Para elaborar un estudio de seguridad y salud conforme a lo regulado en el RD 1627/1997, el proyectista y el redactor del mismo tendrán que coordinar sus acciones buscando la coherencia y complementariedad entre ambos documentos. Únicamente podrá lograrse este objetivo por medio de una integración eficaz de la prevención de riesgos laborales en el proyecto.

Art. 6. Estudio básico de seguridad y salud

Según lo establecido en el Artículo 4.2 del Real Decreto 1627/97, para aquellos supuestos donde no sea preciso elaborar un estudio de seguridad y salud, se requerirá realizar un estudio básico de seguridad y salud

Art. 7. Plan de seguridad y salud en el trabajo

Esta es una obligación del contratista. El Real Decreto establece y define claramente esta figura, tal y como hemos comentado anteriormente.

En aplicación del estudio de seguridad y salud o, en su caso, del estudio básico, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

El estudio de seguridad y salud será el punto de partida para la elaboración del plan. En todo caso, el contratista tendrá que adaptar las previsiones incluidas en el citado estudio a su propio sistema de ejecución de la obra. Posteriormente, el contratista deberá entregar, a cada una de las empresas subcontratistas o trabajadores autónomos que dependan de él, la parte del plan de seguridad y salud en el trabajo que les corresponda.

El plan de seguridad y salud en obra deberá ser aprobado, antes de comenzar los trabajos, por el coordinador de seguridad y salud en la fase de ejecución de la obra. Se debe dejar reflejado en un acta que acredite fehacientemente esta aprobación.

El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre deberá contar con la aprobación de la propiedad y, por supuesto, del CSSL. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

Art. 8. Principios generales aplicables al proyecto de obra

En este artículo se regulan los aspectos que deben ser considerados para lograr una eficaz integración de la prevención de riesgos laborales en el proyecto de obra.

El objetivo es detectar los riesgos desde el primer momento en que se desarrolla un proyecto, es decir, combatir los riesgos desde su origen y ello implicará que se tomen medidas en el inicio que puedan evitar determinados riesgos en la fase final de obra.

El proyectista y, en su caso, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, ha de tomar cada una de las decisiones constructivas optando siempre por aquella que, acorde con el objeto proyectado, garantice un control efectivo de los riesgos que puedan surgir tanto durante su ejecución como en su posterior utilización.

Art. 9. Obligaciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra

En este apartado cabe mencionar la definición que en el RD 1627/97 viene de esta importantísima figura dentro de un proyecto de ejecución de una obra:

- a. Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de obra: *el técnico competente designado por el promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de obra, la aplicación de los principios que se mencionan en el Artículo 8.*
- b. Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra: *el técnico competente integrado en la dirección facultativa, designado por el promotor para llevar a cabo las tareas que se mencionan en el Artículo 9.*

Las obligaciones que tiene el Coordinador de Seguridad y Salud son:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad:
 - Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
 - Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

Art. 10. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra

En este artículo se explica, de acuerdo con la LPRL (Ley de Prevención de Riesgos Laborales), los principios de acción preventiva que se deberán desarrollar durante la ejecución de la obra. Entre estos principios están los siguientes:

- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.

- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo
- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

Art. 11. Obligaciones de los contratistas y subcontratistas

Obligaciones de contratistas

- a. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del presente Real Decreto.
- b. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud al que se refiere el Artículo 7.
- c. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del presente Real Decreto, durante la ejecución de la obra.
- d. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- e. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa. Los contratistas y los subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además, los contratistas y los subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan, en los términos del apartado 2 del Artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

Art. 12. Obligaciones de los trabajadores autónomos

Se indican las obligaciones específicas de este tipo de trabajadores además de obligar el cumplimiento de lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

Art. 13. Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto. En él se anotará cualquier advertencia u observación cuyo objeto sea el adecuado cumplimiento de lo establecido en el citado plan de seguridad y salud. Por ello, este libro debe ser un instrumento de utilización habitual en cualquier obra de construcción.

Se deberá disponer de un único ejemplar de libro por obra. En el caso de agotarse las hojas de este, se habilitarán los libros sucesivos que sean necesarios

El libro de incidencias será facilitado por:

- a. El Colegio Profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.
- b. La Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que al libro se le reconocen.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, deberán notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de este. En el caso de que la anotación se refiera a cualquier incumplimiento de las advertencias u observa-

ciones previamente anotadas en dicho libro por las personas facultadas para ello, así como en el supuesto a que se refiere el artículo siguiente, deberá remitirse una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación efectuada supone una reiteración de una advertencia u observación anterior o si, por el contrario, se trata de una nueva observación

Art. 14. Paralización de los trabajos

Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del Artículo 21 y en el Artículo 44 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cuando el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, cuando este exista de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 1 del Artículo 13, y quedando facultado para que, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores, disponer la paralización de los trabajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

El contratista deberá tomar los remedios necesarios para solventar la situación de riesgo denunciada.

En el supuesto previsto en el apartado anterior, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de estos.

Además de estos artículos el RD cuenta con otros capítulos con el siguiente contenido:

- Capítulo I. Disposiciones generales.
- Capítulo III. Derechos de los trabajadores.
- Capítulo IV. Otras disposiciones.

Disposiciones adicionales.

- Anexo I. Relación no exhaustiva de las obras de construcción e ingeniería civil.
- Anexo II. Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y salud de los trabajadores.
- Anexo III. Contenido del Aviso Previo.
- Anexo IV. Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deberán aplicarse en las obras (dividido a su vez en Parte A sobre los lugares de trabajo y Parte B sobre los puestos de trabajo en el interior de los locales).
- Apéndices.
- Fuentes de Información.

1.5.3. Propiedad. Aspectos a tener en cuenta

Desde el punto de vista de la propiedad (según el Artículo 2 del RD 1627/97 definida como *Cualquier persona física o jurídica por parte de la cual se realice una obra*), la seguridad viene impuesta con condicionantes legales y organizativos. Tal y como hemos dicho, la ley es obligatorio cumplirla, pero las empresas, dentro de su responsabilidad como sociedades comprometidas con sus empleados y usuarios finales, van más allá de lo que la ley dicta, siempre enfocándose hacia una minimización del número de accidentes e incidentes.

La propiedad (o promotor) de un proyecto de este tipo, tiene como obligación la realización de una serie de gestiones según la fase del proyecto. Aunque mencionaremos la parte de proyecto previo a la obra, nos centraremos más en los aspectos de seguridad y salud laboral en la fase de obra.

1.5.3.1. Fase de redacción de proyecto de ejecución

Entre las tareas que debe realizar la propiedad se encuentran:

Tal y como explica la ley, en esta fase, si el proyecto es realizado por más de un proyectista, el promotor deberá nombrar un CSSL en fase de proyecto (tal y como se explica en el Artículo 3 del RD 1627/97). La función de este técnico es importante ya que debe coordinar las diferentes disciplinas a nivel de proyecto y evaluar las soluciones técnicas propuestas para que su afeción en la fase de obra y posterior de explotación, minimice los riesgos. Un ejemplo podría ser el de revisión de todas las zonas de paso, verificando el cumplimiento legal y proponiendo soluciones en aquellos puntos donde se prevean interferencias (entre tuberías y bandejas, por ejemplo), sus actuaciones también están enfocadas a que la fase de ejecución se realice minimizando los riesgos (proponiendo, por ejemplo, que cambie un determinado equipo por la complejidad de la maniobra buscando una alternativa viable).

Realización por técnico competente designado por el promotor y que deberá formar parte del proyecto de ejecución, el estudio de seguridad y salud (o el básico si el primero no fuera obligatorio) de acuerdo a lo indicado en los Artículos 5 y 6 del RD 1627/97. Dentro de este apartado se debe tener en cuenta:

- a. Legislación aplicable. Además de la legislación nacional o regional, hay que tener en cuenta las ordenanzas municipales que puedan ser de aplicación en el proyecto.
- b. Se deberán prever los elementos de seguridad (medios auxiliares, puntos de anclaje...) para la realización de los trabajos incluyendo los medios de acceso a los lugares donde hayan de ejecutarse los mismos. Es igualmente conveniente añadir los elementos de seguridad para la conservación y mantenimiento de la obra y de la instalación una vez entregada –mantenimiento de instalaciones (accesos, espacios de trabajo, zonas de paso, seguridad de la instalación...)-. Se debe analizar su repercusión económica, así como el plazo de ejecución dentro de la planificación del proyecto.

- c. Realización de la planificación preventiva –analizar las actividades preventivas a realizar según el desarrollo del proceso constructivo–. Dentro de este apartado se debe tener en cuenta que se trata de temas generales a desarrollar por el contratista en su PSS según el método de ejecución.
- d. Realización del presupuesto de seguridad y salud.

También en esta fase del proyecto es importante que el departamento de seguridad intervenga en la realización de los condicionantes contractuales en materia de seguridad y salud en las especificaciones que la propiedad elabore para las licitaciones. Posteriormente deberá participar activamente en la decisión de final.

1.5.3.2. Fase de ejecución de la obra

Actuaciones previas al comienzo de la ejecución

Designación del CSSL en fase de ejecución, haciendo entrega a este del proyecto, así como de toda la documentación de la instalación tanto para su conocimiento como para tenerlo en cuenta en la revisión de los planes de seguridad y salud. Debe quedar reflejado en un acta de nombramiento.

En cumplimiento del Artículo 9 punto f del RD1627/97 se mantendrá una reunión con el contratista con el fin de establecer el sistema adoptado para el control de acceso del personal a la obra con el fin de que solo las personas autorizadas puedan acceder, así como la sistemática de la coordinación para analizar su puesta en marcha (aunque sea el contratista el que lo implemente, las normas y condicionados para entrar a la obra siempre deben pasar por el visto bueno del CSSL).

Revisión del PSS (Plan de Seguridad y Salud) y aprobación del mismo. A partir de aquí el contratista deberá realizar la apertura del centro de trabajo. A lo largo de un proyecto de cierta envergadura es habitual que, debido a los continuos análisis de los riesgos y a los cambios que se producen, sea necesario la realización de nuevos anexos que se deben integrar en el PSS y deben estar aprobados por el CSSL.

Comprobación de que todas las empresas contratistas disponen de apertura de centro de trabajo (Orden TIN/1071/2010, del 27 abril). Esta es una obligación del promotor y si no se cumple hay sanciones administrativas.

Durante la ejecución

Reunión inicial de coordinación con los responsables de seguridad de las empresas (Ley 54/2003 CT N°83/2010 y RD 171/2004) en obra, en la que se establecerán interlocutores y bases de trabajo. Es un buen momento para que el promotor directamente o a través del CSSL entregue a las empresas participantes la información para asegurar una buena coordinación (riesgos específicos de la instalación, medidas de emergencia del emplazamiento, ...).

Seguimiento y auditoria del cumplimiento de las funciones a realizar por parte del CSSL. Implantación, previo acuerdo con el promotor, de permisos de trabajo especiales en la obra. Se exigirá el cumplimiento de formatos especiales por parte

de las empresas para autorizar el uso de equipos de protección individuales, montaje de protecciones colectivas, medios auxiliares y equipos y/o herramientas... una copia quedará en archivo de seguridad y salud de la obra, quedando a disposición de la autoridad laboral o incluso de auditoría interna que se pudiera llevar a cabo.

Realizar las labores de supervisión tanto por parte del CSSL como del equipo de SS que el promotor tenga en la obra, de acuerdo a los preceptos legales y a la normativa interna. Todo ello desarrollado en los Artículos 9, 10, 11 y 12 del RD 1627/97. El principal objetivo es el cumplimiento del PSS y de las normas de seguridad.

En este punto es importante destacar, como se ha explicado, que la designación de los coordinadores no exime al promotor de sus responsabilidades. De este modo, la labor del promotor no finaliza cuando el CSSL está designado y el PSS aprobado, ya que, si el CSSL hace dejación de sus funciones o es negligente, la responsabilidad recae en el propio CSSL y en el representante del promotor.

El promotor debe velar en todo el proceso por el cumplimiento de la coordinación de actividades empresariales, tanto desde el promotor/titular de la instalación hacia las empresas que trabajan en el emplazamiento (caso de un proyecto que se integra en una instalación ya existente), como de los contratistas hacia sus subcontratistas (en el caso del contrato de ejecución propiamente dicho). Esto implica que el promotor dará al resto de empresarios concurrentes instrucciones para la prevención de los riesgos existentes en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores de las empresas concurrentes y sobre las medidas que deban aplicarse cuando se produzca una situación de emergencia (Artículos 7 y 8, RD 171/2004).

Otras funciones que debe hacer el promotor, es analizar la siniestralidad del proyecto evaluando los diferentes parámetros como índice de frecuencia, gravedad, incidencia, tanto en sus valores mensuales como acumulados. También se deben realizar campañas de concienciación e instar al contratista y obligar a realizar las mismas entre sus trabajadores. Recordemos que un principio fundamental de la seguridad es la información.

Fase de finalización de obra

Seguimiento de las gestiones a realizar por el CSSL en fase de ejecución en relación a la finalización de trabajos en relación a la emisión, bien del certificado final de obra, bien del acta de recepción de la misma. De igual forma, comprobar su comunicación, vía libro de Incidencias, a la Inspección de trabajo.

Aunque se desarrollará en otro apartado posterior, antes de entregar la instalación, es imprescindible que se realicen todos los controles reglamentarios para inscribir las instalaciones de acuerdo a los diferentes reglamentos (BT, AT, Aparatos a P...).

No obstante, lo anterior, se recomienda realizar una inspección final, previa a la finalización del contrato, con el fin de que una entidad independiente acreditada pueda elaborar un documento de cumplimiento de las instalaciones de acuerdo con los diferentes RD de lugares de trabajo, equipos de trabajo, ... (RD 486, RD485, RD1215...) para asegurar que el personal que opere la instalación lo haga en condiciones seguras.