



Permitting y Gestión Financiera de proyectos energéticos

Santiago García Garrido

Permitting y gestión financiera Proyectos energéticos

© Santiago García Garrido 2009-2011

Todos los derechos reservados.

**Prohibido copiar o reproducir textos o gráficos
por cualquier medio, sin la autorización
expresa del titular del copyright**

LAS COPIAS DIGITALES DE ESTE DOCUMENTO ESTÁN EXPRESAMENTE PROHIBIDAS

Santiago García Garrido



RENOVE TEC. S.L.
Paseo del Saler 6
28945 Fuenlabrada—Madrid
info@renovetec.com
91 126 37 66—91 110 40 15

SOBRE EL AUTOR...



Santiago García Garrido es licenciado en Ciencias Químicas, Máster en Administración de Empresas (MBA) y Técnico Superior en Electrónica.

Ha sido Responsable de Ingeniería de Mantenimiento de MASA, Director Técnico de la revista de electrónica práctica RESISTOR, Director de Planta de la Central de Ciclo Combinado de San Roque (Cádiz), y Director Gerente de OPE-MASA, empresa dedicada a la operación y mantenimiento de plantas de energía. Desde 2009 es el Director Técnico de RENOVETEC.

Es autor de los libros 'Organización y Gestión Integral de Mantenimiento', 'Operación y Mantenimiento de Centrales de Ciclo Combinado', 'Cogeneración: Diseño, Operación y Mantenimiento de Plantas', 'La contratación del mantenimiento', 'Motores de gas en plantas de cogeneración' e 'Ingeniería Termosolar', entre otros.

Indice

0	PROYECTOS ENERGÉTICOS EN RÉGIMEN ESPECIAL.....	1
1	SITUACIÓN ACTUAL Y MARCO LEGISLATIVO.....	5
1.1	EL ORDENAMIENTO JURÍDICO	5
1.1.1.	<i>Directivas Europeas.....</i>	6
1.1.2.	<i>Leyes</i>	6
1.1.3.	<i>Leyes Orgánicas y Leyes Ordinarias</i>	7
1.1.4.	<i>Las Leyes de las Comunidades Autónomas</i>	7
1.1.5.	<i>Normas no parlamentarias equiparadas a leyes</i>	8
1.1.6.	<i>El Real Decreto-Ley</i>	8
1.1.7.	<i>Los Reales Decretos Legislativos</i>	9
1.1.8.	<i>El Reglamento</i>	10
1.2	LA LEY 54/1997	10
1.3	LA LEY 17/2007	13
1.4	EL RD 1955/2000	15
1.5	EL RD 661/2007	16
1.6	EL RDL 6/2009	20
1.7	EL RD 1565/2010	22
1.8	EL RDL 14/2010	23
1.9	RD 1614/2010	26
1.10	EL RDL1/2008 SOBRE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	27

2	EL FUNCIONAMIENTO DEL MERCADO ELÉCTRICO	33
2.1	EL MERCADO ELÉCTRICO	33
2.2	LOS 6 MERCADOS INTRADIARIOS	36
2.2.1	<i>Ofertas de venta en los mercados intradiarios</i>	<i>37</i>
2.2.2	<i>Ofertas de compra en los mercados intradiarios</i>	<i>38</i>
2.2.3	<i>Procesos de casación y resultados</i>	<i>39</i>
2.3	LA OPERACIÓN DEL SISTEMA	40
2.3.1	<i>Mercados de servicios de ajuste del sistema</i>	<i>41</i>
2.3.2	<i>Solución de restricciones técnicas</i>	<i>42</i>
2.3.3	<i>Servicios complementarios</i>	<i>43</i>
2.4	EL MERCADO ELÉCTRICO Y LAS ENERGÍAS RENOVABLES	46
2.4.1	<i>La venta a tarifa</i>	<i>47</i>
2.4.2	<i>La venta a mercado + prima</i>	<i>48</i>
2.4.3	<i>Contratos bilaterales</i>	<i>48</i>
2.4.4	<i>Los mercados intradiarios</i>	<i>49</i>
2.4.5	<i>Desvíos</i>	<i>49</i>
2.4.6	<i>Complementos</i>	<i>49</i>
2.4.7	<i>La retribución final</i>	<i>50</i>
3	FASES EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO ENERGÉTICO	55
3.1	LOCALIZACIÓN DE UN EMPLAZAMIENTO	56
3.2	CONTACTOS PREVIOS CON LA ADMINISTRACIÓN	58
3.3	CONTACTOS PREVIOS CON POSIBLES SOCIOS	59
3.4	LA INGENIERÍA CONCEPTUAL (ESTUDIO DE VIABILIDAD)	60

3.5 LA INGENIERÍA BÁSICA	61
3.6 LA INGENIERÍA DE DETALLE	62
3.6.1 Ingeniería de detalle de la obra civil	64
3.6.2 Ingeniería de detalle mecánica	65
3.6.3 Ingeniería de detalle eléctrica	65
3.6.4 Ingeniería de detalle de la instrumentación	66
3.7 SUPERVISIÓN DE LA INGENIERÍA CONCEPTUAL, BÁSICA Y DE DETALLE	67
3.8 POSIBILIDADES PARA ABORDAR EL PROYECTO	67
4 EL ANÁLISIS DEL RECURSO ENERGÉTICO	73
4.1 EL ANÁLISIS DEL RECURSO SOLAR	73
4.1.1 Conceptos de irradiancia e irradiación	74
4.1.2 La obtención de datos de bases públicas	76
4.1.3 Datos obtenidos in situ	76
4.1.4 Obtención del año solar tipo	77
4.1.5 Defectos habituales en el estudio de la radiación solar	79
4.1.6 Estimación de la producción en plantas fotovoltaicas	79
4.1.7 Estimación de la producción en centrales termosolares	80
4.2 EL ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE COGENERACIÓN	84
4.2.1 Qué es el potencial de cogeneración	84
4.2.2 El mínimo legal	86
4.2.3 El calculo de la potencia con consumos variables	88
4.3 EL ANÁLISIS DEL RECURSO HÍDRICO	90
4.3.1 Medición del salto	90
4.3.2 Medición del caudal	91

4.4 EL ANÁLISIS DE LA BIOMASA	93
4.4.1 Utilización de biomasa residual	93
4.4.2 Cultivos energéticos	94
4.4.3 Transformación en energía eléctrica	94
4.5 EL ANÁLISIS DEL RECURSO EÓLICO	96
4.5.1 Descripción del proceso	96
4.5.2 La obtención de datos de bases públicas	97
4.5.3 Mediciones in situ	97
4.5.4 La transformación de los datos de viento en energía	101
5 LA CALIFICACIÓN URBANÍSTICA	105
5.1 COMPETENCIA DE LA CALIFICACIÓN URBANÍSTICA	105
5.2 DOCUMENTOS A PRESENTAR	106
5.3 PROCEDIMIENTO A SEGUIR	107
5.4 LA DECLARACIÓN DE INTERÉS COMUNITARIO	109
5.4.1 Contenido	109
5.4.2 Solicitud	112
5.4.3 Trámite de informes y audiencia	113
5.4.4 Resolución	113
5.4.5 Plazo y vigencia	114
6 EL TRÁMITE AMBIENTAL	119
6.1 LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (EIA)	119
6.2 EL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	122
6.3 EL INFORME AMBIENTAL	126
6.4 LA CALIFICACIÓN AMBIENTAL	130

7	TRAMITACIÓN Y OBTENCIÓN DE PERMISOS (PERMITTING)	137
7.1	LA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA Y LA APROBACIÓN DEL PROYECTO	137
7.1.1	<i>Solicitud de la Autorización Administrativa</i>	<i>139</i>
7.1.2	<i>Tramitación de la aprobación del proyecto de ejecución</i>	<i>141</i>
7.2	SOLICITUD DEL PUNTO DE CONEXIÓN	144
7.3	SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN EN EL RIPRE	144
7.4	DERECHOS Y DEBERES	146
7.5	PROCEDIMIENTO DE INSCRIPCIÓN EN EL RIPRE	148
7.5.1	<i>Fase de inscripción previa</i>	<i>149</i>
7.5.2	<i>Fase de inscripción definitiva</i>	<i>151</i>
7.6	PRE-REGISTRO DE ASIGNACIÓN DE TARIFA	153
7.7	OBTENCIÓN DE LAS LICENCIAS MUNICIPALES	155
7.8	RESUMEN DE TRÁMITES ANTE LA ADMINISTRACIÓN LOCAL	159
7.9	RESUMEN DE TRÁMITES ANTE LA ADMINISTRACIÓN AUTONÓMICA	160
7.10	RESUMEN DE TRÁMITES ANTE LA ADMINISTRACIÓN CENTRAL	160
7.11	RESUMEN DE TRÁMITES ANTE EL GESTOR DE LA RED	161
7.12	VISIÓN GENERAL DEL PERMITTING	161
8	POSIBILIDADES DE CONSTRUCCIÓN	165
8.1	EL CONTRATO EPC 166	
8.1.1	<i>Qué es un contrato EPC 166</i>	
8.1.2	<i>Coste, plazo y calidad 168</i>	
8.1.3	<i>¿Por qué se inventó el EPC? 169</i>	

8.1.4 *La supervisión del contratista EPC* 170

8.1.5 *Contratistas EPC* 174

8.1.6 *Ventajas del contrato EPC* 175

8.1.7 *Desventajas del contrato EPC* 176

8.2 GRANDES PAQUETES 178

8.2.1 *La contratación de grandes paquetes de construcción* 178

8.2.2 *Ventajas de la contratación de grandes paquetes* 182

8.2.3 *Desventajas de la contratación de grandes paquetes* 182

8.3 MULTICONTRATO 183

8.3.1 *La construcción en la modalidad multicontrato* 183

8.3.2 *El equipo de supervisión* 183

8.3.3 *La planificación* 184

8.3.4 *El equipo de construcción auxiliar* 184

8.3.5 *Las disputas entre contratistas* 185

8.3.6 *Precio, plazo y calidad en la modalidad multicontrato* 185

8.3.7 *Ventajas de multicontrato* 187

8.3.8 *Desventajas del multicontrato* 187

8.4 CONCLUSIONES: ¿CUÁL ES LA MEJOR OPCIÓN? 188

9 CÁLCULO DEL PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN 193

9.1 COSTES COMUNES A CUALQUIER PROYECTO 193

9.1.1 *El coste de la ingeniería* 193

9.1.2 *Costes de la gestión de permisos* 197

9.1.3 *Coste de los terrenos* 198

9.1.4 *Coste de la línea de evacuación de energía* 199

9.1.5 *Coste de la captación de agua* 199

9.1.6 *Coste de las instalaciones de vertido* 200

9.1.7 *Coste del movimiento de tierras* 201

9.1.8 *Resumen de los costes comunes a cualquier proyecto* 202

9.2 EL COSTE DE INSTALACIÓN DE UNA CENTRAL TERMOSOLAR 203

9.2.1 *Partidas a considerar* 203

9.2.2 *Parámetros de diseño para realizar los cálculos* 204

9.2.3 *Importes orientativos de cada una de las partidas* 205

9.2.4 *Márgenes a considerar en la modalidad EPC* 205

9.2.5 *Importes totales considerando los márgenes del EPC* 206

9.2.6 *Cálculo del coste de MW instalado* 206

9.3 EL COSTE DE INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN 207

9.3.1 *Partidas a considerar* 207

9.3.2 *Importes orientativos de cada partida* 209

9.3.3 *Importes totales en la modalidad EPC* 211

9.3.4 *Coste por MW instalado* 211

9.4 EL COSTE DE INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE BIOMASA 212

9.4.1 *Partidas a considerar* 212

9.4.2 *Importes orientativos de cada partida* 214

9.4.3 *Importes totales en la modalidad EPC* 215

9.4.4 *Coste por MW instalado* 216

9.5 EL COSTE DE OTRAS PLANTAS DEL RÉGIMEN ESPECIAL 217

9.5.1 *Coste de plantas fotovoltaicas* 217

9.5.2 *Coste de centrales hidráulicas* 218

9.5.3 *Coste de parques eólicos* 219

9.6 CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE COSTES 219

9.6.1 *La variabilidad de los precios* 219

9.6.2 *Factores de los que depende el precio de un equipo* 219

9.7 COMPARATIVA DE COSTES ENTRE TECNOLOGÍAS RENOVABLES 221

10 LA CONTRATACIÓN DE O&M 225

10.1 CONTRATOS DE SERVICIO DE TIEMPO Y MATERIALES 225

10.2 CONTRATOS A PRECIO CERRADO 227

10.3 CONTRATOS DE MANTENIMIENTO A PRECIO VARIABLE 228

10.4 CONTRATOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 229

10.4 LOS PELIGROS DE LOS CONTRATOS WIN-WIN 230

10.4.1 El mal estado de la instalación 231

10.4.2 El infradimensionamiento de la plantilla 232

10.4.3 La elevación repentina de costes 232

10.4.4 El cálculo incorrecto de los ingresos 232

10.4.5 La oscilación de los resultados de explotación 234

10.4.6 Precauciones del contratista en contratos win-win 234

11 EL PRESUPUESTO DE EXPLOTACIÓN (O&M) 239

11.1 EL PRESUPUESTO DEL EQUIPO DE DIRECCIÓN DE PLANTA 240

11.1.1 Presupuesto del equipo de dirección una central termosolar 240

11.1.2 Presupuesto del equipo de dirección en cogeneraciones y biomasas 241

11.1.3 Presupuesto en otras plantas 242

11.2 EL PRESUPUESTO DE OPERACIÓN 242

11.2.1 Costes de personal 242

11.2.2 Coste de medios técnicos 246

11.2.3 Coste de suministros 246

11.2.4 Coste de consumibles de operación 250

11.3 COSTES DE MANTENIMIENTO 252

11.3.1 Costes de personal 252

11.3.2 Subcontratos 256

11.3.3 Medios técnicos 258

11.3.4 Coste en repuestos 258

11.3.5 Coste de consumibles de mantenimiento 262

11.3.6 Costes de periodicidad no anual 263

11.3.7 Grandes averías 264

11.3.8 Los riesgos de un presupuesto de mantenimiento insuficiente 264

11.4 COSTES TOTALES DE MOVILIZACIÓN O IMPLANTACIÓN 265

11.5 COSTE DE SEGUROS 266

11.6 INCREMENTOS DE COSTE A LO LARGO DE LA VIDA DE LA PLANTA 266

11.7 CÁLCULO DEL COSTE DE EXPLOTACIÓN EN DIFERENTES PAISES 266

12 EL ANÁLISIS FINANCIERO DE LA INVERSIÓN 271

12.1 QUÉ ES EL VAN 272

12.2 QUÉ ES EL TIR 274

12.3 QUE ES EL PAY BACK 276

13 LOS RIESGOS DE LA INVERSIÓN 281

13.1 RIESGOS QUE SUPONEN UNA DISMINUCIÓN DE INGRESOS 284

13.1.1 Cambios normativos 285

13.1.2 Cambios en los ingresos por razones de mercado 286

13.1.3 Aumento de la inflación 286

13.1.4 Riesgo de cambio de moneda 287

13.1.5 El retraso en la puesta en marcha de la planta 287

13.1.5 Producción inferior a la esperada por falta de prestaciones 287

13.1.6 Disminución de la producción baja por baja disponibilidad 289

13.1.7 Degradación acelerada de la planta 290

13.1.8 Pérdidas de producción por condiciones meteorológicas adversas 291

13.1.9 Producción inferior a la esperada por Gran Avería 292

13.1.10 Producción inferior a la esperada por catástrofe natural 292

13.2 RIESGOS QUE SUPONEN UN AUMENTO DE COSTES 293

13.2.1 Coste de construcción superiores a lo presupuestado 293

13.2.2 Costes de explotación superiores a lo esperado 294

13.2.3 Cambio de moneda 294

13.2.4 Gran avería 295

13.2.6 Cambios normativos que afecten a los costes 295

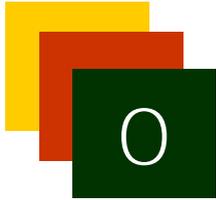
14 POSIBILIDADES DE FINANCIACIÓN 299

14.1 PROJECT FINANCE 299

14.3 FINANCIACIÓN CON INVERSOR EXTERNO 306

14.4 FINANCIACIÓN CON RECURSOS PROPIOS 307

14.5 BONOS O SUSCRIPCIÓN DE DEUDA 308



PROYECTOS ENERGÉTICOS EN RÉGIMEN ESPECIAL

La producción energética en régimen especial han vivido un especial empuje en los últimos años, sobre todo desde la promulgación del Real Decreto 661/07. A pesar de los evidentes defectos de esta norma, de los desequilibrios que ha causado y de los cambios de opinión del Gobierno en cuanto a la política retributiva y las normas de juego, no cabe duda que en España se ha desarrollado un modelo de producción de energía eléctrica que hace 15 años podría ser considerado como una pura utopía.

España es excedentaria en producción de energía eléctrica; con más del 100% de exceso de potencia instalada (90.000 MW de potencia frente a un consumo máximo de 45.000 MWh en una hora), con más del 75% de ésta no está vinculada al petróleo, con más de un 50% de la generación eléctrica con fuentes renovables y con el record alcanzado en Marzo de 2011 en el que se la energía eólica se convirtió en la principal fuente de electricidad, no cabe duda que España se ha convertido en un modelo a seguir por muchas naciones.



Fig. 0.1 Energía eólica, una de las más aprovechadas en la actualidad

Las empresas y los ingenieros españoles está presentes además en los más emblemáticos proyectos mundiales relacionados con las energías renovables: allí donde hay un proyecto interesante de cualquier tecnología renovable, hay una empresa española participando en él de una u otra forma.



Fig. 0.2 La energía termosolar ha estado de moda entre 2009 y 2011

No cabe duda pues de que, a pesar de que algunas cosas son evidentemente mejorables, especialmente en materia legislativa y regulatoria, el efecto global ha sido muy positivo para el desarrollo de toda una industria y para el desarrollo de un modelo energético sostenible.

Este curso repasa todos los aspectos interesantes para los ingenieros y gestores económicos, legales y financieros involucrados en proyectos energéticos. Así, estudia en primer lugar el marco legislativo y las normas que rigen el mercado eléctrico; analiza a continuación la evaluación del potencial de generación en una ubicación concreta, estudiando las diferentes tecnologías del régimen especial; estudia todos los trámites que es necesario realizar ante todas las administraciones implicadas. En cuanto a los aspectos económicos, el curso detalla tanto los costes relacionados con la inversión a realizar como el detalle de los costes de operación y mantenimiento.

Todos los conceptos que se detallan se explican partiendo de la base de que el alumno no tiene conocimientos previos, ni técnicos ni económicos, de forma que todos los conceptos que se analizan se explican desde el principio, paso a paso y de forma didáctica.

Como el objetivo es netamente práctico, y se asume que el aprovechamiento del curso es mayor si se aplican los conceptos, el curso contiene varios ejercicios que hay que realizar. En algunos de ellos se necesitarán algunas hojas de cálculo que simplifican las operaciones matemáticas sin perder la visión de lo que se está haciendo. El curso incluye estas hojas de cálculo, por si el alumno necesitara utilizarlas en alguna ocasión en su vida profesional.

Por todo ello, consideramos que el CURSO DE PERMITTING Y GESTIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS ENERGÉTICOS es un curso completo, profundo, riguroso, didáctico y útil y con una clara orientación práctica, que tiene como objetivo fundamental desarrollar nuevas habilidades en el alumno para que pueda enfrentarse mejor a los posibles retos profesionales con los que puede encontrarse.



Fig. 0.3 Las plantas de cogeneración son una alternativa energética con un gran potencial de crecimiento