



Análisis de La Producción Eólica Regional

*Proyecto Fin de Máster
Máster Sistemas de Energía Eléctrica
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Sevilla*

Carlos Pérez Fernández-Espada

15-10-2015

Índice

Capítulo 1. Energía Eólica. Contexto	6
1 Introducción y Objetivo del Proyecto.....	6
2 Mercado Eólico Mundial	8
3 Mercado Eólico Nacional.....	13
4 Marco normativo Eólico Nacional	16
Capítulo 2. Modelo de Producción Eólica Regional	20
1 ¿Qué es la Energía Eólica?.....	20
2 Medición del Viento	21
3 Clasificación del viento.....	22
4 Naturaleza del viento	24
5 Potencia Eólica	28
6 Variaciones de Viento. Distribución Weibull.....	33
7 Curva de Potencia	36
8 Factor de Carga	37
9 Confiabilidad – Disponibilidad.....	38
10 Componentes de un aerogenerador	39
Capítulo 3. Generación de Series de Producción Eólica Regional.....	43
1 Introducción	43
2 Datos de Holanda	44
3 Datos de Canadá	46
4 Base de Datos.....	48
5 Aerogeneradores.....	49
5.1 Fabricantes Aerogeneradores	49
5.2 Análisis de Aerogeneradores.....	52
Capítulo 4. Análisis de Variabilidad de Producción Eólica Regional.....	57
1 Introducción	57
2 Simulación de Aerogenerador “X” situado en la localización “L”	57
2.1 Elección del Aerogenerador	57
2.2 Elección de la Localización	59
2.3 Cálculos	60

2.4	Presentación de Resultados	62
2.5	Caso Práctico 1. (1) Aerogenerador Vs (3) Localizaciones	63
2.6	Caso Práctico 2. (3) Aerogeneradores de igual Potencia Nominal Vs (1) Localización	69
2.6.1	Caso Práctico 2A. (3) Aerogeneradores de 900 kW de Potencia Nominal Vs (1) Localización	69
2.6.2	Caso Práctico 2B. (3) Aerogeneradores de 2000 kW de Potencia Nominal Vs (1) Localización	73
2.7	Caso Práctico 3. (2) Aerogeneradores distinta Potencia Nominal Vs (1) Localización	77
3	Simulación de un Aerogenerador “X” para N localizaciones “L”	80
3.1	Elección del Aerogenerador	80
3.2	Carga de Base de Datos y Cálculos	81
3.3	Presentación de Resultados	83
3.4	Caso Práctico 4.	85
3.4.1	Caso Práctico 4A. Simulación del aerogenerador modelo G80.....	85
3.4.2	Caso Práctico 4B. Simulación del aerogenerador modelo G90.....	87
3.4.3	Caso Práctico 4C. Simulación del aerogenerador modelo E82-2.	89
3.4.4	Caso Práctico 4D. Simulación del aerogenerador modelo G58.	91
3.4.5	Caso Práctico 4E. Simulación del aerogenerador modelo E44.....	93
3.4.6	Análisis de Resultados	95
4	Cálculo de Rampas	99
4.1	Introducción	99
4.2	Cálculo de Rampas	100
4.3	Calculo de Rampas en algoritmo.....	100
4.4	Presentación de Resultados	100
4.5	Ejemplo Práctico 5.....	101
4.5.1	Caso Práctico 5A. Simulación del aerogenerador modelo G90.....	101
4.5.2	Caso Práctico 5B. Simulación del aerogenerador modelo E82-2.	103
4.5.3	Caso Práctico 5B. Simulación del aerogenerador modelo G58.....	104
4.5.	Conclusiones.....	104
5	Cálculo de la Distribución de Weibull para N localizaciones “L”	105

Capítulo 5. Simulación de la curva Multi-turbina.....	111
1 Introducción	111
2 Método de Hannele Holttinen para curva Multi-turbina.....	111
2.1 Introducción	111
2.2 Potencia Eólica Agregada	113
2.3 Metodología	113
2.4 Método paso a paso.....	116
2.5 Conclusiones de Holttinen	116
3 Aplicación Método de Hannele Holttinen para curva Multi-turbina	117
3.1 Aplicación práctica a la base de datos disponible.....	117
3.2 Conclusiones	122
4 Método Alternativo para Curva Multi-turbina.....	123
4.1 Descripción del método propuesto.....	123
4.2 Aplicación práctica a la base de datos disponible.....	124
4.3 Conclusiones.....	127
5 Comparativo de ambos métodos propuestos para la obtención de Curva Multi-turbina	128
5.1 Caso práctico simulación de la curva multi-turbina en una localización concreta. ..	128
5.1.1 Método de Hannele Holttinen	128
5.1.2 Método Alternativo.....	131
5.1.3 Simulación Aerogenerador G80	133
5.1.4 Resultados	135
5.2 Caso práctico simulación de la curva multi-turbina en una región.....	137
5.3 Conclusiones	138
Capítulo 6. Conclusiones	140
Capítulo 7. Bibliografía	143
Capítulo 8. Índice de Figuras	147
Capítulo 9. Anexos	155