



Análisis e identificación de mediciones óptimas del recurso solar y eólico de la República Dominicana

INFORME FINAL

Análisis de las mediciones meteorológicas existentes del recurso eólico y solar, y la identificación de los lugares óptimos para la instalación de torres de mediciones adicionales para el desarrollo de un atlas de potencial eólico y solar



Fomentado por:



en virtud de una decisión del Bundestag alemán

Como empresa federal, la GIZ asiste al Gobierno de la República Federal de Alemania en su labor para alcanzar sus objetivos en el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible.

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Domicilios de la Sociedad

Bonn y Eschborn, Alemania

Friedrich-Ebert-Allee 32 + 36

53113 Bonn, Alemania

T +49 228 44 60-0

F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1 – 5

65760 Eschborn, Alemania

T +49 61 96 79-0

F +49 61 96 79-11 15

E info@giz.de

I www.giz.de

Denominación del proyecto

Proyecto Transición Energética

Apdo. Postal 2960

Calle Juan García Bonelly No. 19, Edificio Corporativo DML

Local 2A, Ens. Julieta

10130 Santo Domingo

República Dominicana

T +1809 541-1430

I www.transicionenergetica.do

Responsable

Clemens Findeisen, Director Proyecto Transición Energética, GIZ

Autores

Ricardo Martínez, Nazaret Nistal, Luis Alfonso Elizalde y Daniel Ortiz (BARLOVENTO RECURSOS NATURALES, S.L.)

Revisado por

Yeulis Rivas, Wilfredo Tineo (CNE), Manasés Mercedes, Nataly Montezuma y Lukas Peiler (GIZ)

Ejecutado por

Proyecto Transición Energética, Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ) fomentado por el Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima y la Iniciativa Climática Internacional (IKI)

Diseño/diagramación

DIAMOND media GmbH, Neunkirchen-Seelscheid, Alemania

Fotografías/fuentes:

Adobe Stock, GIZ, istockphoto, shutterstock

Material cartográfico

Las representaciones cartográficas tienen carácter netamente informativo y no han sido validadas por fuentes del derecho internacional público en lo que respecta a la determinación de fronteras y territorios. La GIZ no garantiza la actualidad, exactitud o integridad del material cartográfico puesto a disposición. No se asume responsabilidad alguna por cualquier perjuicio surgido directa o indirectamente de su uso.

Por encargo de:

Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y de Desarrollo (BMZ)

Stresemannstraße 94


10963 Berlin

T +49 (0)30 / 1 85 35-0

F +49 (0)2 28 / 99 10 53 5-35 00

Santo Domingo, 2023

Análisis e identificación de mediciones óptimas del recurso solar y eólico de la República Dominicana



INFORME FINAL

**Análisis de las mediciones meteorológicas existentes del recurso eólico y solar,
y la identificación de los lugares óptimos para la instalación de torres de
mediciones adicionales para el desarrollo de un atlas de potencial eólico y solar**

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	13
1. INTRODUCCIÓN	19
2. SELECCIÓN DE SERIES DE DATOS PARA LA VALIDACIÓN	20
2.1. REQUISITOS PARA LA SELECCIÓN DE SERIES DE DATOS APROVECHABLES	20
3. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE DATOS METEOROLÓGICOS	23
3.1. FILTRADO DE DATOS	24
3.2. CORRECCIÓN DE DATOS	25
4. RESULTADOS DE LA CAMPAÑA DE MEDIDAS	26
4.1. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 1: BRAZO DERECHO 2	27
4.1.1. Velocidad media mensual del viento. Brazo Derecho 2.	28
4.1.2. Resultados de las medidas. Brazo Derecho 2	29
4.2. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 2: TIERRA NUEVA 3	32
4.2.1. Velocidad media mensual del viento. Tierra Nueva 3.	32
4.2.2. Resultados de las medidas. Tierra Nueva 3	34
4.3. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 3: M4001	37
4.3.1. Velocidad media mensual del viento. M4001	37
4.3.2. Resultados de las medidas. M4001	41
4.4. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 4: M4004	44
4.4.1. Velocidad media mensual del viento. M4004	45
4.4.2. Resultados de las medidas. M4004	46
4.5. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 5: M0201	49
4.5.1. Velocidad media mensual del viento. M0201	49
4.5.2. Resultados de las medidas. M0201	51
4.6. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 6: M1299	54
4.6.1. Velocidad media mensual del viento. M1299	55
4.6.2. Resultados de las medidas. M1299	56
4.7. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 7: SOLITARIA 1	59
4.7.1. Velocidad media mensual del viento y perfil vertical. Solitaria 1	59
4.8. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 8: SOLITARIA 2	61
4.8.1. Velocidad media mensual del viento y perfil vertical. Solitaria 2	61
4.9. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 9: M4003	63
4.9.1. Velocidad media mensual del viento y perfil vertical. M4003	63
4.10. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 10: T5	65
4.10.1. Velocidad media mensual del viento y perfil vertical. T5	65
4.11. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 11: T6	66
4.11.1. Velocidad media mensual del viento y perfil vertical. T6	67
4.12. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 12: T7	68
4.12.1. Velocidad media mensual del viento y perfil vertical. T7	68

4.13. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 13: 6501	69
4.13.1. Velocidad media mensual del viento y perfil vertical. 6501	70
4.14. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 14: 6502	71
4.14.1. Velocidad media mensual del viento y perfil vertical. 6502	72
4.15. ESTACIÓN METEOROLÓGICA SOLAR 1: AMINA BANELINO	73
4.15.1. Irradiancia mensual. Amina Banelino.	74
4.16. ESTACIÓN METEOROLÓGICA SOLAR 2: HATILLO PALMA BANELINO	76
4.16.1. Irradiancia mensual. Hatillo Palma Banelino.	77
4.17. ESTACIÓN METEOROLÓGICA SOLAR 3: HATO AL MEDIO	79
4.17.1. Irradiancia mensual. Hato al Medio.	80
4.18. ESTACIÓN METEOROLÓGICA SOLAR 4: LA CAIDA	82
4.18.1. Irradiancia mensual. La Caida.	83
4.19. ESTACIÓN METEOROLÓGICA SOLAR 5: MONTECRISTI OFICINA	85
4.19.1. Irradiancia mensual. Montecristi Oficina.	86
4.20. ESTACIÓN METEOROLÓGICA SOLAR 6: OFICINA MAO	88
4.20.1. Irradiancia mensual. Oficina Mao.	89
4.21. ESTACIÓN METEOROLÓGICA SOLAR 7: RANCHO CARLOS	91
4.21.1. Irradiancia mensual. Rancho Carlos.	92
4.22. ESTACIONES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS VÍA SATÉLITE: OFICINA NACIONAL DE METEOROLOGÍA (ONAMET)	95
5. SERIES DE DATOS FINALES EMPLEADAS PARA LA VALIDACIÓN	97
6. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL ATLAS EÓLICO Y SOLAR	100
6.1. ATLAS EÓLICO	100
6.1.1. Modelo WRF	100
6.1.2. Modelo VORTEX	103
6.1.3. Principales aspectos de la simulación del viento Metodología para la obtención de variables	105
6.2. ATLAS SOLAR	106
6.2.1. Modelo SOLARGIS	106
7. VALIDACIÓN DEL ATLAS EÓLICO Y SOLAR	110
7.1. ANÁLISIS DEL LARGO PLAZO	110
7.2. INCERTIDUMBRE EN LAS MEDIDAS	113
7.3. VALIDACIÓN DEL ATLAS EÓLICO	114
7.4. VALIDACIÓN DEL ATLAS SOLAR	118
8. RESULTADOS: ATLAS EÓLICO Y SOLAR	120
9. ZONAS SELECCIONADAS PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS ADICIONALES	124
9.1. CAPAS GIS EMPLEADAS	124
9.2. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE ZONAS	125
9.3. ZONAS PRESELECCIONADAS	127
9.4. ZONAS PRIORIZADAS	128

9.5. CONFIGURACIÓN DE LA CAMPAÑA DE MEDIDAS	130
9.5.1. Torres meteorológicas eólicas	130
9.5.2. Sistemas de medida remota	136
9.5.3. Torres meteorológicas solares	138
ANEXO A.REFERENCIAS Y FUENTES DE DATOS	142
ANEXO B.DATOS DISPONIBLES Y ANALIZADOS	143
B.1. DATOS DISPONIBLES	143
B.2. SELECCIÓN DE SERIES DE DATOS APROVECHABLES	147
ANEXO C. RESULTADOS DE LA CAMPAÑA DE MEDIDAS	149
C.1. ESTACIÓN METEOROLÓGICA BRAZO DERECHO 2	149
C.2. ESTACIÓN METEOROLÓGICA TIERRA NUEVA 3	155
C.3. ESTACIÓN METEOROLÓGICA M4001	160
C.4. ESTACIÓN METEOROLÓGICA M4004	165
C.5. ESTACIÓN METEOROLÓGICA M0201	171
C.6. ESTACIÓN METEOROLÓGICA M1299	178
ANEXO D. MAPAS DE LAS DISTINTAS CAPAS DEL ATLAS	185
D.1. VELOCIDAD MEDIA ANUAL DEL VIENTO A 150 m	185
D.2. VELOCIDAD MEDIA ANUAL DEL VIENTO A 120 m	186
D.3. VELOCIDAD MEDIA ANUAL DEL VIENTO A 100 m	186
D.4. VELOCIDAD MEDIA ANUAL DEL VIENTO A 80 m	187
D.5. VELOCIDAD MEDIA ANUAL DEL VIENTO A 50 m	187
D.6. PARÁMETRO A-WEIBULL MEDIO ANUAL A 150 m	188
D.7. PARÁMETRO A-WEIBULL MEDIO ANUAL A 120 m	188
D.8. PARÁMETRO A-WEIBULL MEDIO ANUAL A 100 m	189
D.9. PARÁMETRO A-WEIBULL MEDIO ANUAL A 80 m	189
D.10. PARÁMETRO A-WEIBULL MEDIO ANUAL A 50 m	190
D.11. PARÁMETRO K-WEIBULL MEDIO ANUAL A 150 m	190
D.12. PARÁMETRO K-WEIBULL MEDIO ANUAL A 120 m	191
D.13. PARÁMETRO K-WEIBULL MEDIO ANUAL A 100 m	191
D.14. PARÁMETRO K-WEIBULL MEDIO ANUAL A 80 m	192
D.15. PARÁMETRO K-WEIBULL MEDIO ANUAL A 50 m	192
D.16. DENSIDAD DEL AIRE MEDIA ANUAL A 150 m	193
D.17. DENSIDAD DEL AIRE MEDIA ANUAL A 120 m	193
D.18. DENSIDAD DEL AIRE MEDIA ANUAL A 100 m	194
D.19. DENSIDAD DEL AIRE MEDIA ANUAL A 80 m	194
D.20. DENSIDAD DEL AIRE MEDIA ANUAL A 50 m	195
D.21. IRRADIANCIA HORIZONTAL GLOBAL MEDIA ANUAL - GHI	195
D.22. IRRADIANCIA NORMAL DIRECTA MEDIA ANUAL - DNI	196
D.23. IRRADIANCIA HORIZONTAL DIFUSA MEDIA ANUAL - DHI	196
D.24. TEMPERATURA MEDIA ANUAL A 2 m	197

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de errores de sesgo (MBE) a 100 m del Atlas Eólico para distintas provincias del país.	14
Figura 2 Distribución de desviaciones del Atlas Solar en distintas provincias del país.	15
Figura 3. Velocidad media anual del viento a 150 m de altura.	16
Figura 4. Irradiancia Horizontal Global media anual - GHI.	16
Figura 5. Zonas priorizadas para la validación del Atlas eólico (en blanco) y solar (en blanco y rojo).	17
Figura 6. Software GESMED (Fuente: Barlovento).	24
Figura 7. Resultados de las medidas de Brazo Derecho 2.	29
Figura 8. Resultados de las medidas de Tierra Nueva 3.	34
Figura 9. Resultados de las medidas de M4001.	41
Figura 10. Resultados de las medidas de M4004.	46
Figura 11. Resultados de las medidas de M0201.	51
Figura 12. Resultados de las medidas de M1299.	56
Figura 13. Irradiación total mensual. Amina Banelino	74
Figura 14. Irradiación media diaria (W/m^2) para el año 2022. Amina Banelino.	75
Figura 15. Irradiación total mensual. Hatillo Palma Banelino.	77
Figura 16. Irradiación media diaria (W/m^2) para el año 2022. Hatillo Palma Banelino.	78
Figura 17. Irradiación total mensual. Hato al Medio.	80
Figura 18. Irradiación media diaria (W/m^2) para el año 2022. Hato al Medio.	81
Figura 19. Irradiación total mensual. La Caida.	83
Figura 20. Irradiación media diaria (W/m^2) para el año 2022. La Caida.	84
Figura 21. Irradiación total mensual. Montecristi Oficina.	86
Figura 22. Irradiación media diaria (W/m^2) para el año 2022. Montecristi Oficina.	87
Figura 23. Irradiación total mensual. Oficina Mao.	89
Figura 24. Irradiación media diaria (W/m^2) para el año 2022. Oficina Mao.	90
Figura 25. Irradiación total mensual. Rancho Carlos.	93
Figura 26. Irradiación media diaria (W/m^2) para el año 2022. Rancho Carlos.	94
Figura 27. Estaciones meteorológicas seleccionadas para la validación del Atlas eólico y solar (Mapa base: Google Earth).	99
Figura 28. Clasificación de los fenómenos atmosféricos más relevantes en función de su escala espacio-temporal. (Fuente: CIEMAT)	101
Figura 29. Diferentes soluciones de mallado. (Fuente: NOAA)	102
Figura 30. Mallas de trabajo de los diferentes modelos según su escala. (Fuente: Barlovento)	102
Figura 31. Esquemas físicos del modelo WRF (Fuente: WRF)	103
Figura 32. Esquema del modelo VORTEX (Fuente: VORTEX)	104
Figura 33. Ejemplo de distribución de frecuencias por dirección construido a partir de los datos generados por el modelo VORTEX (Fuente: Barlovento).	105
Figura 34. Ejemplo de distribución de Weibull ajustada a partir de los valores A y k generados por el modelo VORTEX (Fuente: VORTEX).	106
Figura 35. Datos de entrada del modelo SOLARGIS (Fuente: SOLARGIS)	107
Figura 36. Esquema del modelo semiempírico de irradiancia solar (Fuente: SOLARGIS)	108
Figura 37. Distribución de errores de sesgo (MBE) a 100 m del Atlas Eólico para distintas provincias del país.	116

Figura 38. Distribución de desviaciones de la velocidad a 100 m en los puntos de medición (provincia de Puerto Plata, región norte).	117
Figura 39. Distribución de desviaciones de la velocidad a 100 m en los puntos de medición (región colindante entre las provincias de Pedernales y Barahona).	117
Figura 40. Distribución de desviaciones del Atlas Solar en distintas provincias del país.	119
Figura 41. Esquema de selección de emplazamientos de medida para validación (Fuente: Barlovento)	126
Figura 42. Zonas preseleccionadas para la validación del Atlas eólico y solar (Mapa base: Google Earth).	128
Figura 43. Zonas priorizadas para la validación del Atlas eólico y solar.	129
Figura 44. Ejemplo de esquema de torre meteorológica de 100 m instrumentada (Fuente: Barlovento)	131
Figura 45. Ejemplo de esquema de torre meteorológica de 50 m instrumentada (Fuente: Barlovento)	132
Figura 46. Ejemplo de torre meteorológica (Fuente: Barlovento)	133
Figura 47. Ejemplo de SODAR (Fuente: Barlovento)	136
Figura 48. Ejemplo de LIDAR (Fuente: Barlovento)	137
Figura 49. Ejemplo de posicionamiento del SODAR en pendientes de una colina (Fuente: AQSystem)	137
Figura 50. Ejemplo de estación meteorológica solar (Fuente: Barlovento)	139
Figura 51. Ejemplo de esquema de estación meteorológica solar (Fuente: Barlovento)	140
Figura 52. Velocidad media anual del viento a 150 m de altura.	185
Figura 53. Velocidad media anual del viento a 120 m de altura.	186
Figura 54. Velocidad media anual del viento a 100 m de altura.	186
Figura 55. Velocidad media anual del viento a 80 m de altura.	187
Figura 56. Velocidad media anual del viento a 50 m de altura.	187
Figura 57. Parámetro A-Weibull medio anual a 150 m de altura.	188
Figura 58. Parámetro A-Weibull medio anual a 120 m de altura.	188
Figura 59. Parámetro A-Weibull medio anual a 100 m de altura.	189
Figura 60. Parámetro A-Weibull medio anual a 80 m de altura.	189
Figura 61. Parámetro A-Weibull medio anual a 50 m de altura.	190
Figura 62. Parámetro k-Weibull medio anual a 150 m de altura	190
Figura 63. Parámetro k-Weibull medio anual a 120 m de altura.	191
Figura 64. Parámetro k-Weibull medio anual a 100 m de altura.	191
Figura 65. Parámetro k-Weibull medio anual a 80 m de altura.	192
Figura 66. Parámetro k-Weibull medio anual a 50 m de altura.	192
Figura 67. Densidad del aire media anual a 150 m de altura.	193
Figura 68. Densidad del aire media anual a 120 m de altura.	193
Figura 69. Densidad del aire media anual a 100 m de altura.	194
Figura 70. Densidad del aire media anual a 80 m de altura.	194
Figura 71. Densidad del aire media anual a 50 m de altura.	195
Figura 72. Irradiancia Horizontal Global media anual - GHI.	195
Figura 73. Irradiancia Normal Directa media anual - DNI.	196
Figura 74. Irradiancia Horizontal Difusa media anual - DHI.	196
Figura 75. Temperatura media anual a 2 m de altura.	197

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos de los datos meteorológicos eólicos.	21
Tabla 2. Series meteorológicas seleccionadas para su análisis.	22
Tabla 3. Características principales de la estación Brazo Derecho 2	27
Tabla 4. Velocidad media, máxima, desviación estándar y ráfaga máxima para cada mes a 81 m. Brazo Derecho 2	28
Tabla 5. Características principales de la estación Tierra Nueva 3	32
Tabla 6. Velocidad media, máxima, desviación estándar y ráfaga máxima para cada mes a 90 m. Tierra Nueva 3	32
Tabla 7. Características principales de la estación M4001	37
Tabla 8. Velocidad media, máxima, desviación estándar y ráfaga máxima para cada mes a 30 m. M4001	37
Tabla 9. Características principales de la estación M4004	44
Tabla 10. Velocidad media, máxima, desviación estándar y ráfaga máxima para cada mes a 78 m. M4004	45
Tabla 11. Características principales de la estación M0201	49
Tabla 12. Velocidad media, máxima, desviación estándar y ráfaga máxima para cada mes a 79.1 m. M0201	49
Tabla 13. Características principales de la estación M1299	54
Tabla 14. Velocidad media, máxima, desviación estándar y ráfaga máxima para cada mes a 77.5 m. M1299	55
Tabla 15. Características principales de la estación Solitaria 1	59
Tabla 16. Velocidad media y disponibilidad para cada mes en todos los niveles de medida. Solitaria 1	59
Tabla 17. Características principales de la estación Solitaria 2	61
Tabla 18. Velocidad media y disponibilidad para cada mes en todos los niveles de medida. Solitaria 2	61
Tabla 19. Características principales de la estación M4003	63
Tabla 20. Velocidad media y disponibilidad para cada mes en todos los niveles de medida. M4003	64
Tabla 21. Características principales de la estación T5	65
Tabla 22. Velocidad media y disponibilidad para cada mes en todos los niveles de medida. T5	65
Tabla 23. Características principales de la estación T6	66
Tabla 24. Velocidad media y disponibilidad para cada mes en todos los niveles de medida. T6	67
Tabla 25. Características principales de la estación T7	68
Tabla 26. Velocidad media y disponibilidad para cada mes en todos los niveles de medida. T7	68
Tabla 27. Características principales de la estación 6501	69
Tabla 28. Velocidad media y disponibilidad para cada mes en todos los niveles de medida. 6501	70
Tabla 29. Características principales de la estación 6502	71
Tabla 30. Velocidad media y disponibilidad para cada mes en todos los niveles de medida. 6502	72
Tabla 31. Características principales de la estación Amina Banelino	73
Tabla 32. Irradiación total para cada mes. Amina Banelino	74
Tabla 33. Características principales de la estación Hatillo Palma Banelino	76
Tabla 34. Irradiación total para cada mes. Hatillo Palma Banelino	77
Tabla 35. Características principales de la estación Hato al Medio	79

Tabla 36. Irradiación total para cada mes. Hato al Medio	80
Tabla 37. Características principales de la estación La Caida	82
Tabla 38. Irradiación total para cada mes. La Caida	83
Tabla 39. Características principales de la estación Montecristi Oficina	85
Tabla 40. Irradiación total para cada mes. Montecristi Oficina	86
Tabla 41. Características principales de la estación Oficina Mao	88
Tabla 42. Irradiación total para cada mes. Oficina Mao	89
Tabla 43. Características principales de la estación Rancho Carlos	91
Tabla 44. Irradiación total para cada mes. Rancho Carlos	92
Tabla 45. Estaciones Meteorológicas ONAMET	95
Tabla 46. Irradiación solar total mensual en un año tipo. Estaciones Meteorológicas ONAMET	96
Tabla 47. Series meteorológicas finales seleccionadas para la validación.	98
Tabla 48. Principales aspectos de la simulación del viento	104
Tabla 49. Principales aspectos de la simulación solar	109
Tabla 50. Datos de referencia para el largo plazo.	111
Tabla 51. Cálculo de la velocidad de viento a largo plazo en altura de medida y a 100 m.	112
Tabla 52. Cálculo de la irradiación total anual a largo plazo.	112
Tabla 53. Incertidumbre en las medidas meteorológicas a 100 m.	113
Tabla 54. Incertidumbre en las medidas meteorológicas a largo plazo. 100 m.	114
Tabla 55. Desviaciones del Atlas frente a las medidas.	115
Tabla 56. Desviaciones por zonas del Atlas frente a las medidas.	116
Tabla 57. Desviaciones del Atlas frente a las medidas.	118
Tabla 58. Datos geográficos de la simulación del viento (Fuente: TdR)	121
Tabla 59. Datos geográficos de la simulación solar (Fuente: TdR)	123
Tabla 60. Capas GIS empleadas en la selección de zonas.	125
Tabla 61. Criterios empleados en la selección de zonas.	125
Tabla 62. Zonas preseleccionadas para la campaña de validación.	127
Tabla 63. Zonas priorizadas para la campaña de validación.	129
Tabla 64. Alturas de medida de las variables de la campaña.	134
Tabla 65. Equipo recomendado para la instrumentación de cada estación.	139
Tabla 66. Referencias y fuentes de datos.	142
Tabla 67. Datos meteorológicos disponibles.	143
Tabla 68. Evaluación de los datos meteorológicos disponibles.	147
Tabla 69. Velocidad media del viento. Brazo Derecho 2	149
Tabla 70. Perfil vertical medio del viento. Brazo Derecho 2	150
Tabla 71. Función densidad de probabilidad y curva de duración. Brazo Derecho 2	151
Tabla 72. Día medio. Brazo Derecho 2	152
Tabla 73. Distribución direccional. Brazo Derecho 2	153
Tabla 74. Velocidad media del viento. Tierra Nueva 3	155
Tabla 75. Perfil vertical medio del viento. Tierra Nueva 3	155
Tabla 76. Función densidad de probabilidad y curva de duración. Tierra Nueva 3	156
Tabla 77. Día medio. Tierra Nueva 3	157
Tabla 78. Distribución direccional. Tierra Nueva 3	158
Tabla 79. Velocidad media del viento. M4001	160
Tabla 80. Perfil vertical medio del viento. M4001	160
Tabla 81. Función densidad de probabilidad y curva de duración. M4001	161

Tabla 82. Día medio. M4001	162
Tabla 83. Distribución direccional. M4001	163
Tabla 84. Velocidad media del viento. M4004	165
Tabla 85. Perfil vertical medio del viento. M4004	166
Tabla 86. Función densidad de probabilidad y curva de duración. M4004	167
Tabla 87. Día medio. M4004	168
Tabla 88. Distribución direccional. M4004	169
Tabla 89. Velocidad media del viento. M0201	171
Tabla 90. Perfil vertical medio del viento. M0201	172
Tabla 91. Función densidad de probabilidad y curva de duración. M0201	173
Tabla 92. Día medio. M0201	174
Tabla 93. Distribución direccional. M0201	175
Tabla 94. Velocidad media del viento. M1299	178
Tabla 95. Perfil vertical medio del viento. M1299	179
Tabla 96. Función densidad de probabilidad y curva de duración. M1299	180
Tabla 97. Día medio. M1299	181
Tabla 98. Distribución direccional. M1299	182

LISTA DE ABREVIATURAS

CIEMAT	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
ENAC	Entidad Nacional de Acreditación en España
GESMED®	Software de Gestión de Medidas, propiedad de Barlovento Recursos Naturales, S.L.
IEC	International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional)
ILAC	International Laboratory Accreditation Cooperation (Cooperación Internacional de Laboratorios de Acreditación)
ISO	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Estandarización)
LIDAR	Light Detection And Ranging (Detección y Telemetría por Luz Láser)
MEASNET	International Network for Harmonised and Recognised Measurements in Wind Energy (Red Internacional de Medidas Armonizadas y Reconocidas en Energía Eólica)
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration (Administración Nacional de la Atmósfera y el Océano)
SIG	Sistema de Información Geográfica
SODAR	Sonic Detection And Ranging (Detección y Telemetría por Sonido)
WRF	Weather Research and Forecasting Model (Modelo de investigación y previsión meteorológica)

RESUMEN EJECUTIVO

En los últimos años en la República Dominicana se ha incrementado notablemente la participación de los proyectos de energía para la generación de electricidad a partir de fuentes renovables, especialmente eólica y solar fotovoltaica, sin embargo, no se tiene una evaluación detallada del potencial de estos recursos en el país puesto que la mayor parte de la información relativa a la prospección instrumental de los recursos renovables son insuficientes o se tienen estudios desactualizados. Por lo tanto, es necesario complementar los estudios de identificación de zonas con bases de datos de organismos internacionales, así como se requiere implementar una metodología de evaluación del potencial técnico de energías renovables en el país y la instalación de estaciones de medición de recursos eólicos y solar, a fin de identificar las zonas con mayor potencial, y hacer correcciones de atlas nacionales para los lugares identificados. Esto resultará en el desarrollo de una plataforma de visualización del atlas solar y eólico.

En este contexto, en el marco del Proyecto Transición Energética, bajo el componente de Integración de Energías Renovables Variables y Planificación Energética, la GIZ y la Comisión Nacional de Energía, con el apoyo del Proyecto de la Reforma Energética de la USAID, presentan este documento con el análisis de las mediciones existentes del recurso solar y eólico, y la identificación de los lugares óptimos para la futura instalación y puesta en servicio de torres de mediciones adicionales en el territorio de la República Dominicana para la mejora de la exactitud del modelo.

El estudio analizó la información disponible de 61 estaciones meteorológicas y se seleccionaron aquellos datos meteorológicos que pueden aportar información relevante para el desarrollo del proyecto. Los requisitos mínimos fueron definidos por la guía MEASNET. Con base a estos criterios se han seleccionado un total de 22 series de datos que son aprovechables para la validación del atlas eólico y solar. El análisis de estos datos meteorológicos incluyó el control de calidad, el filtrado, el llenado de huecos, la comparativa de mediciones con datos de referencia del largo plazo, y la evaluación de las condiciones del viento.

Para este control de calidad de los datos se utilizó el software (GESMED-W) de Barlovento, después se aplica un proceso de filtrado para eliminar los errores significativos. Por último, se hace un proceso de corrección para recuperar todos aquellos datos que han sido marcados como erróneos en el proceso de filtrado, incluida la ausencia de estos, y que pertenecen a los sensores principales. En algunos casos se corrigieron los datos perdidos con los procedentes de sensores instalados en otros niveles (velocidad y dirección del viento), con el fin de aumentar la disponibilidad de datos.

A partir de la información disponible y del análisis de datos realizado, se seleccionaron aquellos datos meteorológicos que pueden aportar información relevante para el desarrollo del proyecto. Se ha prestado especial atención a la posible influencia de obstáculos (sombras) en las estaciones solares, debido a este análisis algunas de ellas han sido descartadas para la validación. Finalmente han sido 13 las estaciones empleadas en la validación del Atlas.

En relación con la metodología para los atlas, se empleó el modelo VORTEX para llevar a cabo la evaluación del potencial eólico y el modelo SOLARGIS para el potencial solar de República Dominicana. La tecnología central de VORTEX es el modelo atmosférico no lineal de Weather Research and Forecasting System (WRF).

Validación del Atlas Eólico

Para evaluar el recurso eólico a largo plazo en las estaciones consideradas se han empleado los datos de reanálisis disponibles de modelos globales de predicción o de series de datos virtuales (MERRA 2, ERA 5, VORTEX). La información analizada ha sido facilitada con diverso grado de detalle. En algunas estaciones se ha dispuesto de informes de instalación y certificados de calibración de los equipos instalados, mientras que, en otras, tan solo se ha dispuesto de valores medios de velocidad o radiación registrados por la torre. Esta diferencia entre información disponible se traduce en un valor de incertidumbre más elevado en aquellas estaciones en las cuales apenas se dispone de información.

Los valores de velocidades estimadas para el largo plazo en las estaciones disponibles, así como las incertidumbres definidas se emplean para evaluar la desviación del modelo empleado para la generación del atlas. Las desviaciones se evaluaron con el error de sesgo (MBE), el error medio absoluto (MAE) y la desviación estándar (SD). Las desviaciones identificadas entre los valores del modelo y los estimados a largo plazo en los puntos de medición se encuentran en un rango de -6.2% a 16.6%, con un MBE de 5.5% y un SD de 6.2%.

Es necesario señalar que varias de estas estaciones, se encuentran próximas entre sí, por lo que es posible agrupar estas estaciones dentro de una misma zona. Se han definido por tanto 5 zonas dentro de las cuales se encuentran las series de medición disponibles en un rango de 8 km entre sí. Los errores MBE varían entre el 1.9% y el 7.5%, mientras que los valores de incertidumbre oscilan entre el 7.4% y el 10.1%.

Validación del Atlas Solar

Los valores de irradiación anual para el largo plazo en las estaciones disponibles, así como las incertidumbres definidas en la sección anterior se emplean para evaluar la desviación del modelo empleado para la generación del Atlas solar.

La cantidad de puntos de medición disponibles para la validación del atlas solar es muy baja, y las desviaciones entre los valores del modelo y los estimados a largo plazo en los puntos de medición se encuentran en un rango de con desviaciones que varían desde un -0.1% hasta un 9.1%, un MBE de 3.1% y un SD de 5.2%.

La disparidad entre las magnitudes de las desviaciones depende de diversos factores, entre los cuales se encuentran la calidad de las medidas (evaluada según la incertidumbre definida para cada

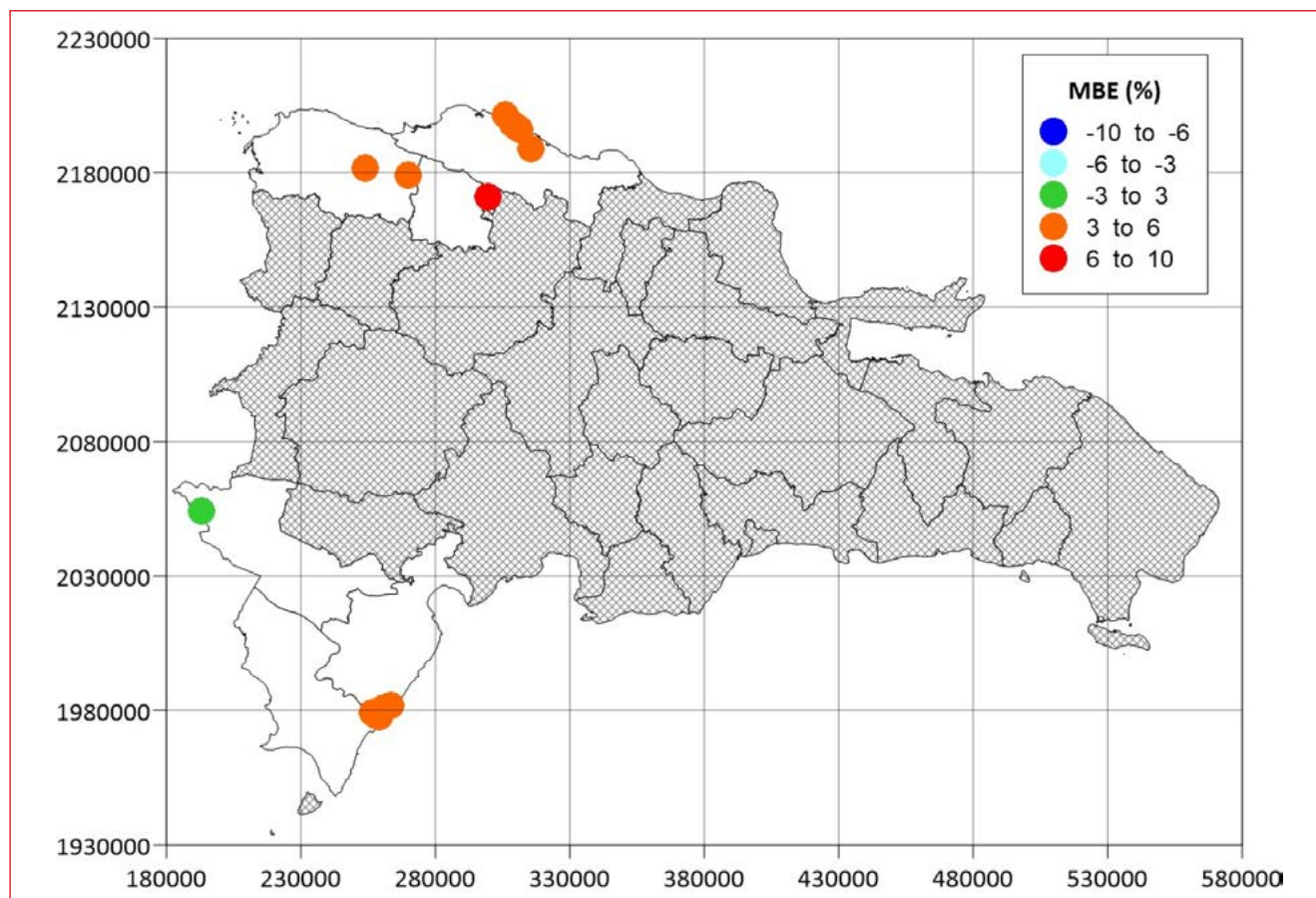


Figura 1. Distribución de errores de sesgo (MBE) a 100 m del Atlas Eólico para distintas provincias del país.

punto), la resolución del Atlas (1 km) y las características de la zona (nubosidad, presencia de obstáculos como infraestructuras, vegetación alta, etc.). Cabe mencionar que, por la presencia de sombras estacionales en las mediciones, se descartaron varias estaciones solares (Rancho San Carlos, Amina Banelino, La Caída). No obstante, considerando los tres puntos de medición que se emplearon para la validación, las desviaciones identificadas se encuentran, en su mayoría, dentro del rango de incertidumbre estimado para los puntos de medición.

Resultados

Como datos de salida, se proporcionaron capas GIS de 18 parámetros como velocidad del viento, parámetros de Weibull, temperatura, densidad del aire, irradiancia, etc. A continuación, se muestran dos ejemplos de capas obtenidas:

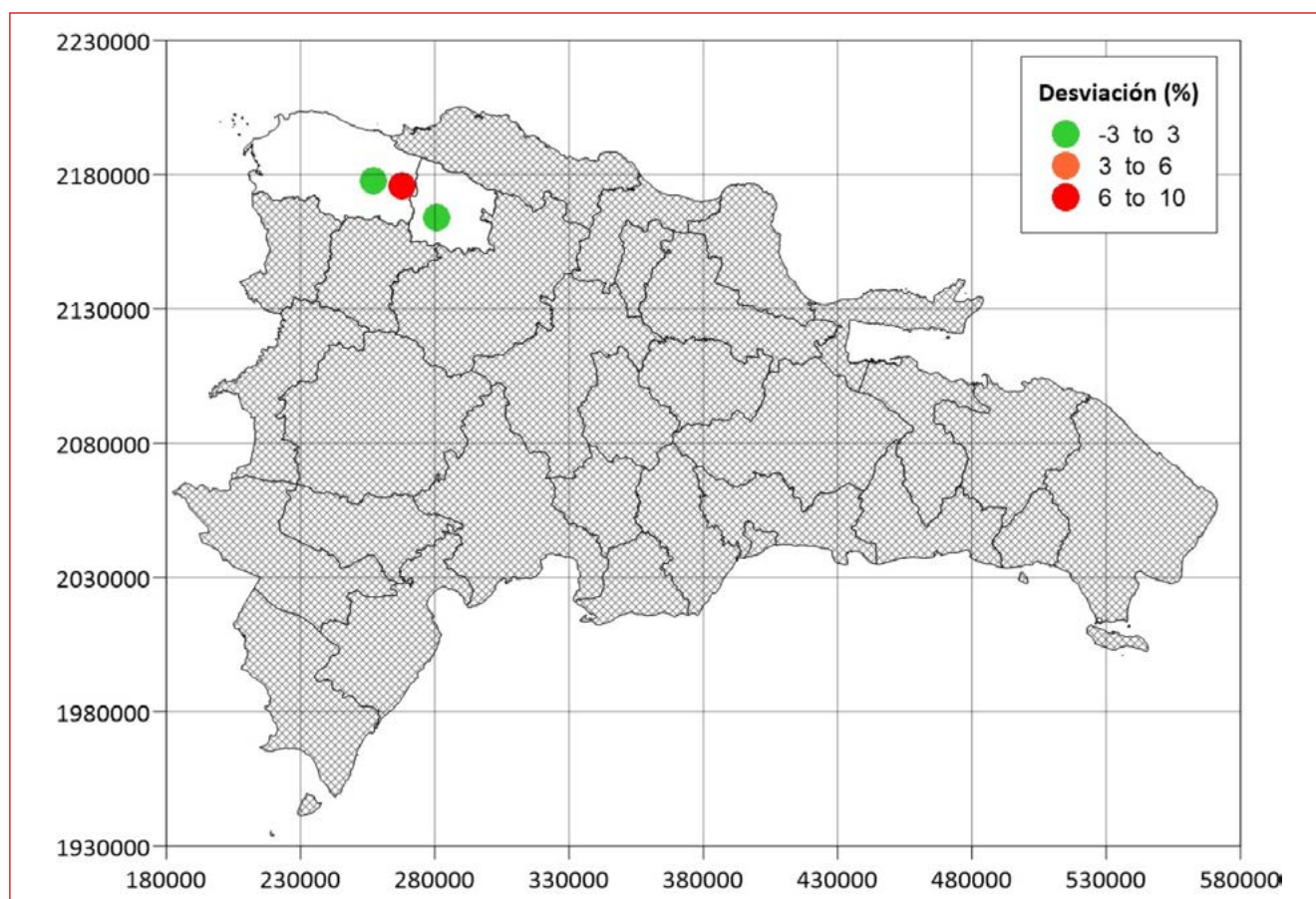


Figura 2 Distribución de desviaciones del Atlas Solar en distintas provincias del país.

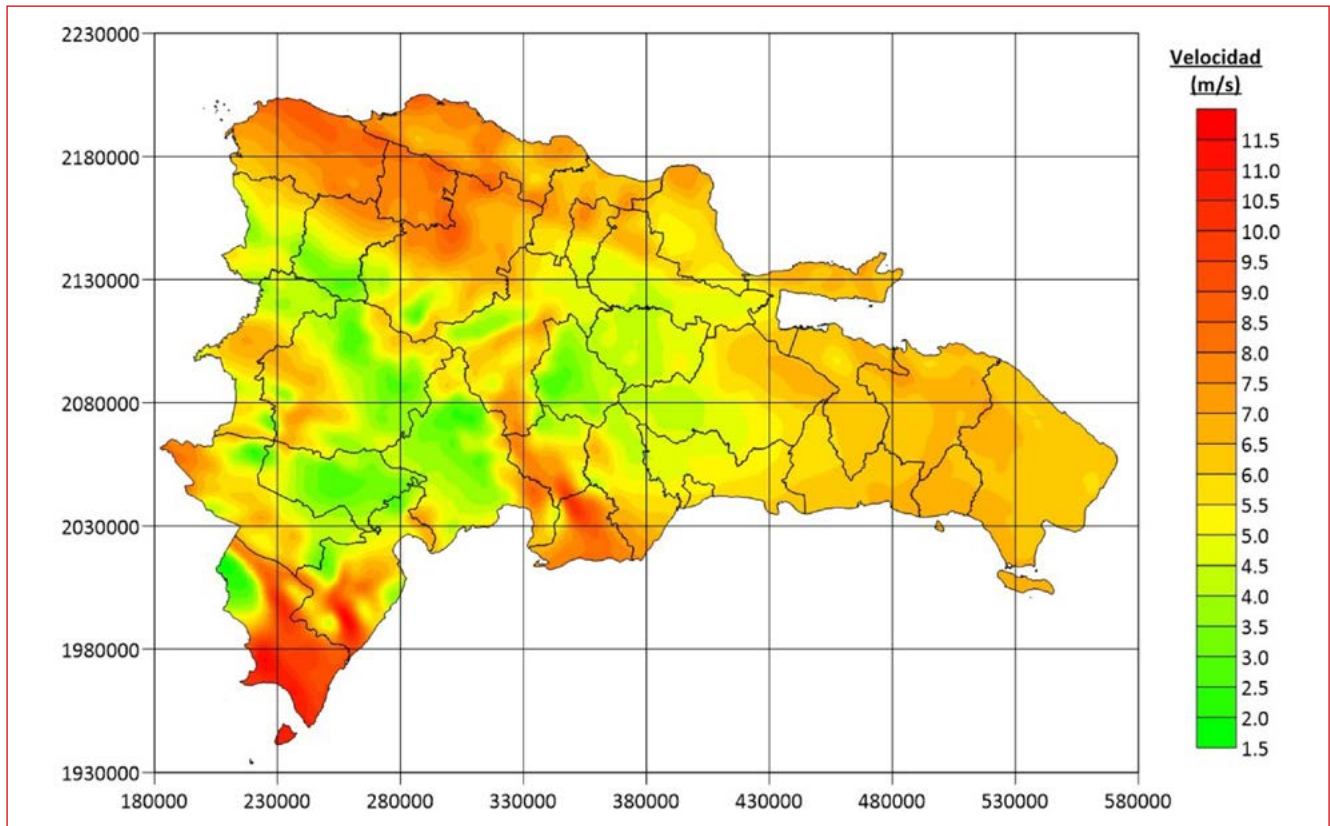


Figura 3. Velocidad media anual del viento a 150 m de altura.

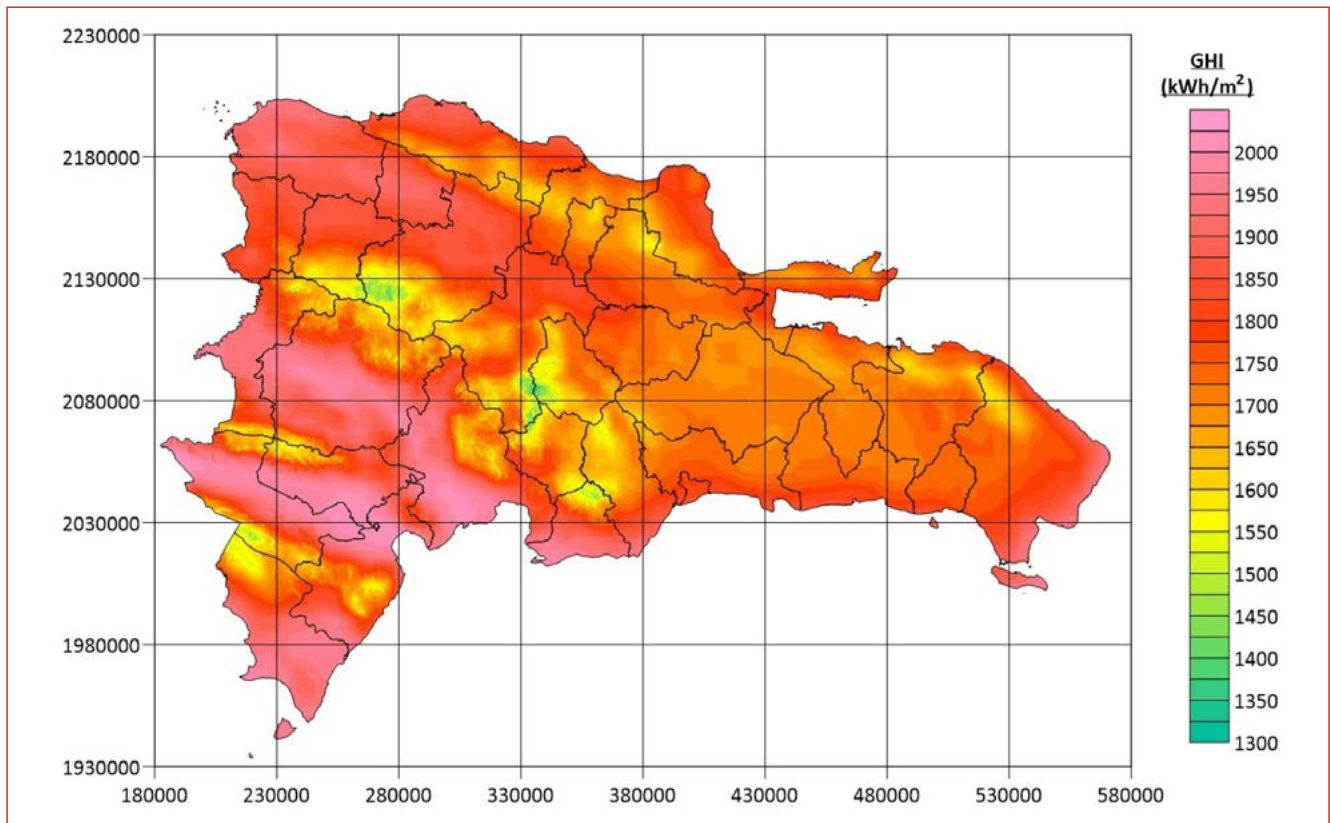


Figura 4. Irradiancia Horizontal Global media anual - GHI.

Zonas seleccionadas para la obtención de datos meteorológicos adicionales

Además del atlas eólico y solar, se ha dispuesto de capas GIS con información adicional (atlas, áreas protegidas, centros poblados, etc.) con las cuales se seleccionaron aquellas áreas donde se recomienda realizar una campaña de medida posterior, para evaluar los resultados del Atlas. Las características de las áreas seleccionadas son las siguientes:

- Potencial eólico aprovechable
- Potencial solar aprovechable
- No hay cobertura de campaña de medidas previa en la zona
- La zona es accesible
- La zona no está protegida ambientalmente
- Distancia a aeropuertos
- Hay posibilidad de evacuación eléctrica cercana
- Está separada de otras zonas seleccionadas

En base a estas características, se han preseleccionado 14 zonas para la instalación de estaciones eólico-solares y 8 zonas para la instalación de estaciones solares. Posteriormente se consideró la distribución de las Regiones Únicas de Planificación de la República Dominicana (Ley 345-22 de 2022) para incorporar un nuevo criterio de selección de zonas basado en priorizar los puntos de medida preseleccionados de forma que se defina una estación por zona. Como resultado, se seleccionaron 7 zonas para la instalación de estaciones de medición eólicas (y solares) y 2 zonas de medición para la instalación de estaciones de medición solares. La siguiente figura muestra un mapa de los lugares propuestos para las estaciones:



Figura 5. Zonas priorizadas para la validación del Atlas eólico (en blanco) y solar (en blanco y rojo).

Por último, se recomienda realizar una campaña de medición que incluya la configuración de equipos meteorológicos y los elementos auxiliares necesarios en la instalación de torres meteorológicas, incluyendo también la supervisión de la instalación de todos los sensores de medición, así como la verificación de la puesta en servicio de las estaciones meteorológicas, así como de sistemas de medición remota (SODAR/LIDAR). También se incluyen los principales estándares que deben emplearse como referencia para asegurar un buen desempeño de la campaña de medidas.



1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años en la República Dominicana se ha incrementado notablemente la participación de los proyectos de energía para la generación de electricidad a partir de fuentes renovables, especialmente eólica y solar fotovoltaica, sin embargo, no se tiene una evaluación detallada del potencial de estos recursos en el país puesto que la mayor parte de la información relativa a la prospección instrumental de los recursos renovables son insuficientes o se tienen estudios desactualizados.

El presente estudio analiza las mediciones existentes del recurso solar y eólico, y la identificación de los lugares óptimos para la futura instalación y puesta en servicio de torres de mediciones

adicionales en el territorio de la República Dominicana para mejorar los modelos de medida de potencial del recurso. Esto se puede utilizar para el desarrollo de una plataforma de visualización del atlas solar y eólico del país.

En las tres primeras secciones se muestran los datos meteorológicos disponibles y realiza una selección de acuerdo con una metodología utilizada por Barlovento. En las secciones siguientes se muestra y aplica una metodología para la elaboración del atlas eólico y solar. Por último, se detallan las zonas seleccionadas para la obtención de datos adicionales con la instalación de nuevas torres para medir el recurso eólico y solar.



2. SELECCIÓN DE SERIES DE DATOS PARA LA VALIDACIÓN

2.1. REQUISITOS PARA LA SELECCIÓN DE SERIES DE DATOS APROVECHABLES

A partir de la información disponible, se han seleccionado aquellos datos meteorológicos que pueden aportar información relevante para el desarrollo del proyecto. Se descartan aquellas series de datos que no contengan información relevante.

Los requisitos mínimos estarán basados en los definidos por la guía MEASNET:

Tabla 1. Requisitos de los datos meteorológicos eólicos.

Criterio ID	Requisito	Aplica	Justificación
1	Medidas de velocidad y dirección del viento. Medidas de radiación.	Datos eólicos y solares	Es necesario para validar la velocidad y dirección del atlas eólico
2	Resolución temporal diezminutal u horaria	Datos eólicos y solares	Necesario para determinar la distribución de Weibull
3	Periodo disponible de al menos 12 meses consecutivos con un 90% de disponibilidad	Datos eólicos y solares	Necesario para evaluar la velocidad a largo plazo sin introducir ningún sesgo asociado a la estacionalidad
4	Altura de medida de 40 m o superior	Datos eólicos	Necesario para evaluar los resultados del atlas. Alturas inferiores a 40 m pueden estar significativamente influenciadas por la orografía y rugosidad del entorno, pudiendo mostrar desviaciones (respecto al atlas) a alturas superiores que no sean reales.
5	Informes de instalación, calibración y mantenimiento disponibles	Datos eólicos y solares	Necesario para evaluar la consistencia de las series de datos meteorológicos.
6	Coordenadas UTM	Datos eólicos y solares	Necesario para validar los resultados del atlas.

Aquellas fuentes de datos que no cumplan con los requisitos técnicos de calidad, podrán ser empleadas no obstante para validar ciertos aspectos de la modelización en función de la calidad de los mismos (Anexo B).

La guía MEASNET establece un radio de representatividad de las medidas registradas por una torre meteorológica. El radio de representatividad de las medidas varía desde 10 km en terrenos simple (terreno plano con rugosidad simple) hasta los 2 km en terreno complejo (terreno con grandes pendientes y grandes cambios de rugosidad). En este caso, los emplazamientos se han clasificado como semicomplejos, por lo que el radio de

representatividad de las medidas se ha establecido en un radio de 5 km. Es necesario señalar, que la representatividad de las medidas de estas estaciones puede extenderse más allá de 5 km, si bien en ese caso la incertidumbre de dichas medidas aumentará progresivamente en función de la distancia.

Adicionalmente, por tanto, se han descartado estaciones que se encuentran en un radio de 5 km respecto a otra estación cercana.

Con base a estos criterios se han seleccionado las series de datos que serán aprovechables para la validación del atlas eólico y solar. Las siguientes tablas muestran las series de datos seleccionadas:

Tabla 2. Series meteorológicas seleccionadas para su análisis.

Estación	Validación del Atlas	Comentarios
Brazo Derecho 2	Atlas eólico	-
Tierra Nueva 3	Atlas eólico	-
Solitaria 1	Atlas eólico	Solamente hay disponibles medias mensuales
Solitaria 2	Atlas eólico	Solamente hay disponibles medias mensuales
M4001	Atlas eólico	
M4003	Atlas eólico	Solamente hay disponibles medias mensuales
M4004	Atlas eólico	-
M1299 – Larimar 1	Atlas eólico	-
M0201 – Larimar 2	Atlas eólico	-
T5	Atlas eólico	Solamente hay disponibles medias mensuales
T6	Atlas eólico	Solamente hay disponibles medias mensuales
T7	Atlas eólico	Solamente hay disponibles medias mensuales
6501	Atlas eólico	Solamente hay disponibles medias mensuales
6502	Atlas eólico	Solamente hay disponibles medias mensuales
Amina Banelino	Atlas solar	-
Hatillo Palma Banelino	Atlas solar	-
Hato al Medio	Atlas solar	-
La Caída	Atlas solar	-
Montecristi Oficina	Atlas solar	-
Oficina Mao	Atlas solar	-
Rancho Carlos	Atlas solar	-
Estaciones Automáticas ONAMET	Atlas solar	Solamente hay 1 año tipo. Se valorará su uso en la siguiente etapa

3. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE DATOS METEOROLÓGICOS



El análisis de los datos meteorológicos incluye el control de calidad de los datos, el filtrado de datos, el llenado de huecos de datos, la comparativa de mediciones con datos de referencia del largo plazo, así como la evaluación de las condiciones del viento.

Para el control de calidad de los datos se utilizó el software GESMED-W, desarrollado internamente por Barlovento, de

acuerdo con los requisitos de las normas IEC y los procedimientos MEASNET. El software ha sido validado en intercomparativas y forma parte de los procedimientos Barlovento acreditados por ILAC-ENAC, para la revisión y análisis de mediciones meteorológicas. El software permite el procesamiento de datos de torres meteorológicas, SODAR y LIDAR.

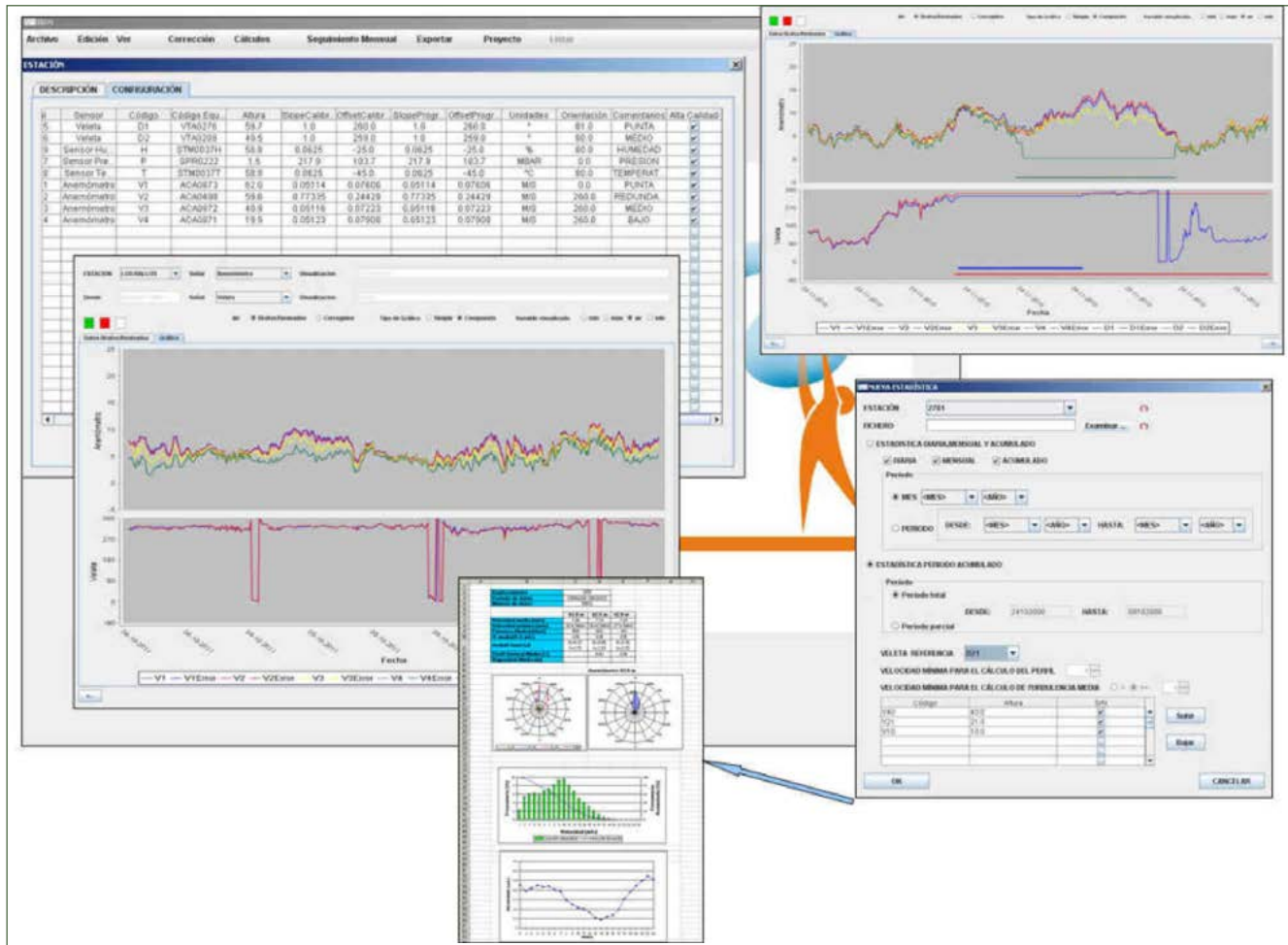


Figura 6. Software GESMED (Fuente: Barlovento).

Se ha revisado la documentación proporcionada relacionada con las estaciones meteorológicas (informes de instalación y mantenimiento, registros de incidencias, etc.). Esta información (tipo de sensor, altura de medida, rectas de transformación aplicadas, etc.) ha sido tomada en cuenta en el análisis de los datos meteorológicos.

3.1. FILTRADO DE DATOS

El filtrado de datos se ha realizado teniendo en cuenta las directrices de:

- Norma Internacional. IEC 61400-12-1. Segunda edición (2017). Aerogeneradores-Parte 12.1: Mediciones del rendimiento energético de turbinas eólicas productoras de electricidad.
- European Wind Turbine Standards II.
- Norma Internacional. IEC 61400-1. Ed. 4. Aerogeneradores-Parte 1: Requisitos de diseño.
- MEASNET. Evaluación del procedimiento de condiciones de viento específicas del sitio. Versión 3. 2022.
- IEC TS 61724-3.

El control de calidad se ha realizado teniendo en cuenta:

- Inspección visual de datos

La inspección visual de los datos permite revisar los errores marcados y confirmar los datos invalidados, así como detectar posibles errores no incluidos en la revisión automática.

- Valores erróneos.

Los valores erróneos, sustituidos por 9999.99, perturban los tratamientos estadísticos y deben ser filtrados y tratados con las herramientas de evaluación apropiadas.

- Integridad, completitud de los datos

Se comprueba si es correcto el número de datos y su secuencia

- Valores fuera del intervalo (Test de rango)

Se comprueba que los datos de cada sensor están dentro del rango de medida correspondiente.

- Valores constantes.

Detección de valores repetidos consecutivos (velocidad y dirección)

- Comprobación de tendencias e inconsistencias.

Detección de variaciones bruscas del valor de las variables en el tiempo.

- Relación entre diferentes parámetros.

Relación de las distintas variables entre sí. Comparación de los valores esperados para las relaciones entre los diferentes parámetros (ej. $V_{\min} \leq V_{\text{media}} \leq V_{\max}$). Si uno de los valores es evaluado como erróneo, todos los valores relacionados deberán ser eliminados.

- Correlaciones cruzadas.

Mediante gráficos de dispersión se evaluará la correlación entre los diferentes sensores (principalmente entre los anemómetros).

La finalidad del proceso de filtrado es obtener una base de datos adecuada para posteriores evaluaciones, eliminando todos los errores significativos. La documentación del proceso de filtrado refleja los siguientes aspectos:

- Número total o porcentaje de datos erróneos.
- Listado de los principales periodos con datos erróneos.
- Evaluación de la distribución de los datos erróneos.
- Conclusiones sobre la validez de los datos.

3.2. CORRECCIÓN DE DATOS

El objetivo de la corrección es recuperar todos aquellos datos que han sido marcados como erróneos en el proceso de filtrado, incluida la ausencia de los mismos, y que pertenecen a los sensores principales. Cuando ha sido posible, se han corregido los datos perdidos con los procedentes de sensores instalados en otros niveles (velocidad y dirección del viento), con el fin de aumentar la disponibilidad de datos.

La documentación del proceso de corrección incluye:

- Número total o porcentaje de datos erróneos corregidos.
- Listado de los principales periodos corregidos.
- Evaluación de la distribución de los datos corregidos (acumulaciones estacionales, etc.).
- Evaluación de la influencia de la corrección de los datos en los principales valores y distribuciones relevantes.
- Conclusiones sobre la validez de los datos.

4. RESULTADOS DE LA CAMPAÑA DE MEDIDAS



El presente apartado del documento técnico muestra los resultados del análisis de datos para cada una de las series meteorológicas seleccionadas.

Las variables meteorológicas analizadas y que se muestran a continuación son las siguientes:

WS	Velocidad del viento (m/s)
D	Dirección del viento (grados)
P	Presión atmosférica (hPa)
T	Temperatura del aire (°C)
H	Humedad relativa del aire (%)
Rad	Radiación solar (W/m^2)
IT	Intensidad de Turbulencia (adimensional)
a	Perfil vertical (adimensional)
P	Potencia media (W/m^2)
RF	Ráfaga máxima (m/s)

4.1. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 1: BRAZO DERECHO 2

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación.

Tabla 3. Características principales de la estación Brazo Derecho 2

	Mástil	BRAZO DERECHO 2
Coordenadas	X (m)	299 411
	Y(m)	2 170 771
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	374
Características	Altura (m)	81
	Construcción	NA
	Niveles de medida de la velocidad del viento	81, 60, 40 m
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de anemómetros	Calibrados MEASNET	NA
	Calibrados NO MEASNET	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	25/10/2017
	Final	07/10/2020
	Años	3.0

4.1.1. Velocidad media mensual del viento. Brazo Derecho 2.

Tabla 4. Velocidad media, máxima, desviación estándar y ráfaga máxima para cada mes a 81 m. Brazo Derecho 2

MES	Nº observaciones diezminutales	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Ráfaga máxima
Oct-17	912	4.18	10.33	0.30	2.15	16.8,NNE
Nov-17	4174	5.08	12.22	0.30	2.61	17.5,ESE
Dic-17	4464	5.78	14.35	0.30	2.65	17.5,ESE
Ene-18	4464	6.44	14.46	0.30	2.67	19.1,ESE
Feb-18	4032	6.87	14.13	1.21	1.93	18.3,E
Mar-18	4464	5.42	18.04	0.30	3.27	23.7,ESE
Abr-18	4320	6.70	16.86	0.30	2.43	21.7,SE
May-18	4464	8.84	17.71	0.30	2.18	23.7,ESE
Jun-18	4320	7.55	21.15	0.45	2.46	29.3,SE
Jul-18	4464	8.72	16.86	0.68	2.03	23.7,ESE
Ago-18	4464	8.02	14.13	1.33	1.90	19.1,E
Sep-18	4320	7.13	15.94	0.30	2.32	23.7,ESE
Oct-18	3372	5.85	15.29	0.30	2.29	19.9,ENE
Nov-18	0	-	-	-	-	-
Dic-18	0	-	-	-	-	-
Ene-19	4464	6.90	13.97	0.30	2.37	19.9,WNW
Feb-19	4032	7.26	14.92	0.30	2.91	20.8,NE
Mar-19	4445	6.02	13.99	0.30	2.63	20.8,E
Abr-19	4320	7.84	14.57	0.78	2.30	18.3,E
May-19	4464	6.83	14.32	0.30	2.52	19.9,ESE
Jun-19	4320	7.42	17.67	0.30	2.41	23.7,ESE
Jul-19	4464	8.11	16.38	0.36	2.11	20.8,ESE
Ago-19	4464	7.69	14.73	0.30	2.60	20.8,ESE
Sep-19	4320	5.16	13.80	0.30	2.76	16.8,ENE
Oct-19	4464	5.84	14.19	0.30	2.30	20.8,ESE
Nov-19	4320	5.27	14.01	0.30	2.41	18.3,NNE
Dic-19	4464	5.84	15.16	0.30	2.65	20.8,ESE
Ene-20	4464	5.54	14.78	0.30	2.74	19.1,E
Feb-20	4176	7.03	15.68	0.30	3.00	20.8,ESE
Mar-20	4464	6.33	15.25	0.30	2.88	19.9,NE
Abr-20	4320	6.13	13.88	0.30	2.80	17.5,NNE
May-20	4464	6.70	18.12	0.30	2.56	23.7,E
Jun-20	4320	7.46	15.54	0.30	2.41	19.9,SE

MES	Nº observaciones diezminutales	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Ráfaga máxima
Jul-20	4464	8.05	19.41	0.30	2.56	28.1, NNW
Ago-20	4464	7.70	24.70	0.59	2.41	34.8, ESE
Sep-20	4320	5.83	20.27	0.30	2.56	25.8, ESE
Oct-20	936	9.44	16.91	5.03	2.16	21.7, ESE
ACUMULADO	145167	6.78	24.70	0.30	2.73	34.8, ESE

4.1.2. Resultados de las medidas. Brazo Derecho 2

Las siguientes tablas y figuras muestran los resultados principales. Las figuras se refieren al nivel de medida de 81 m para un periodo completo anual.

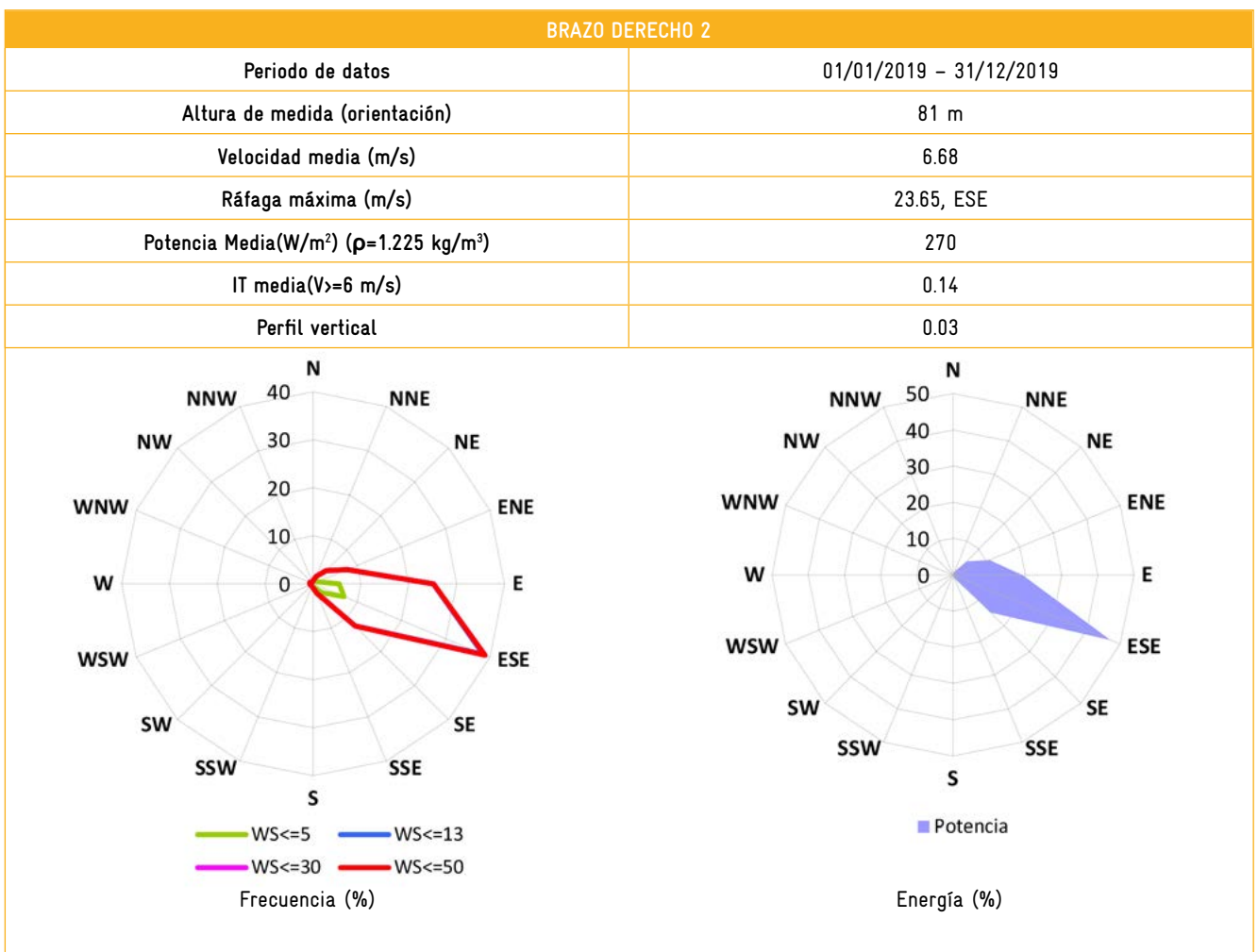
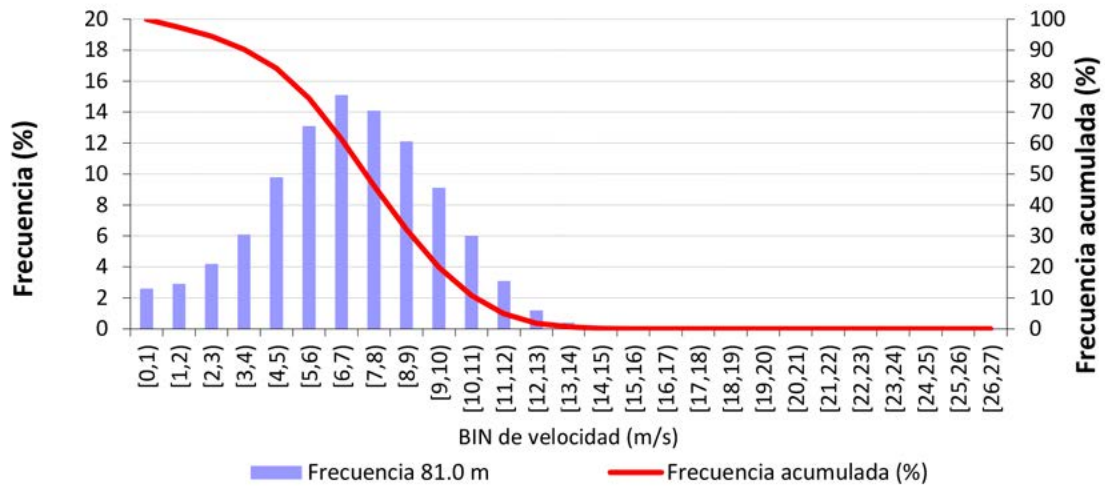
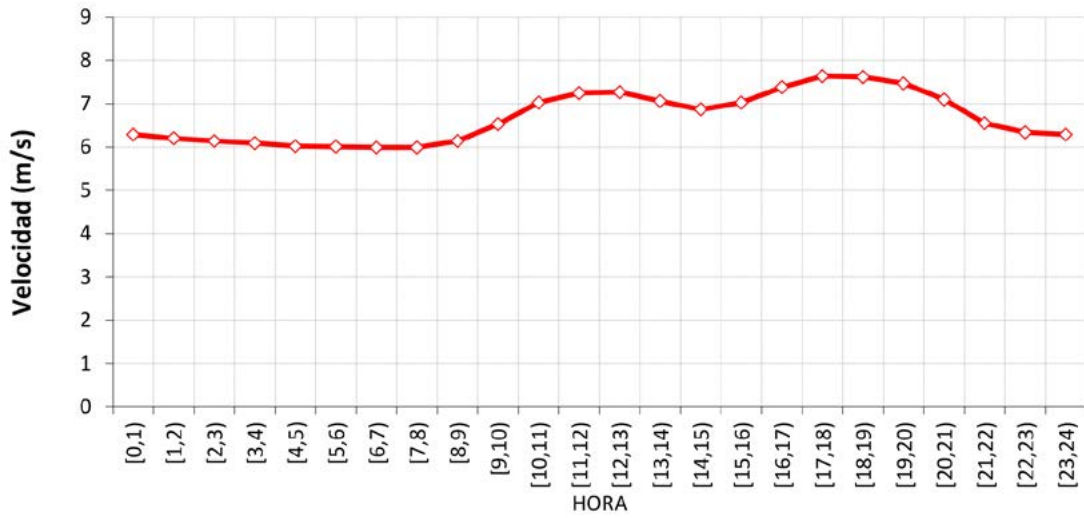


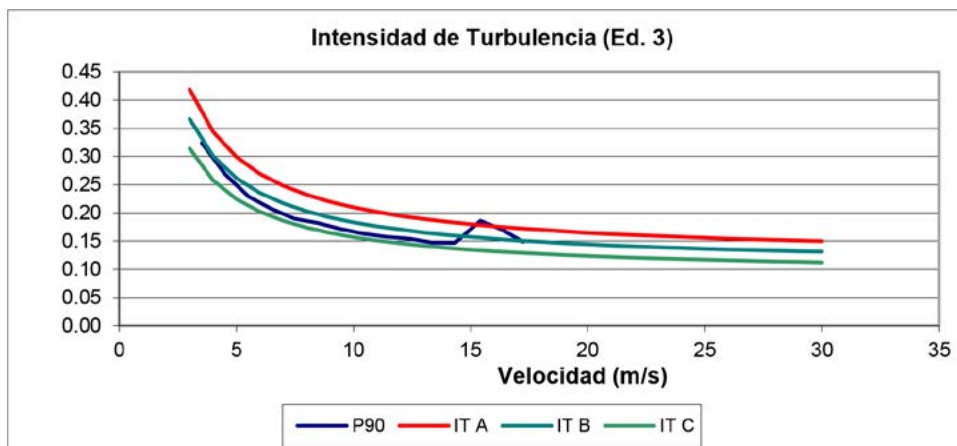
Figura 7. Resultados de las medidas de Brazo Derecho 2.



Distribución de la velocidad del viento

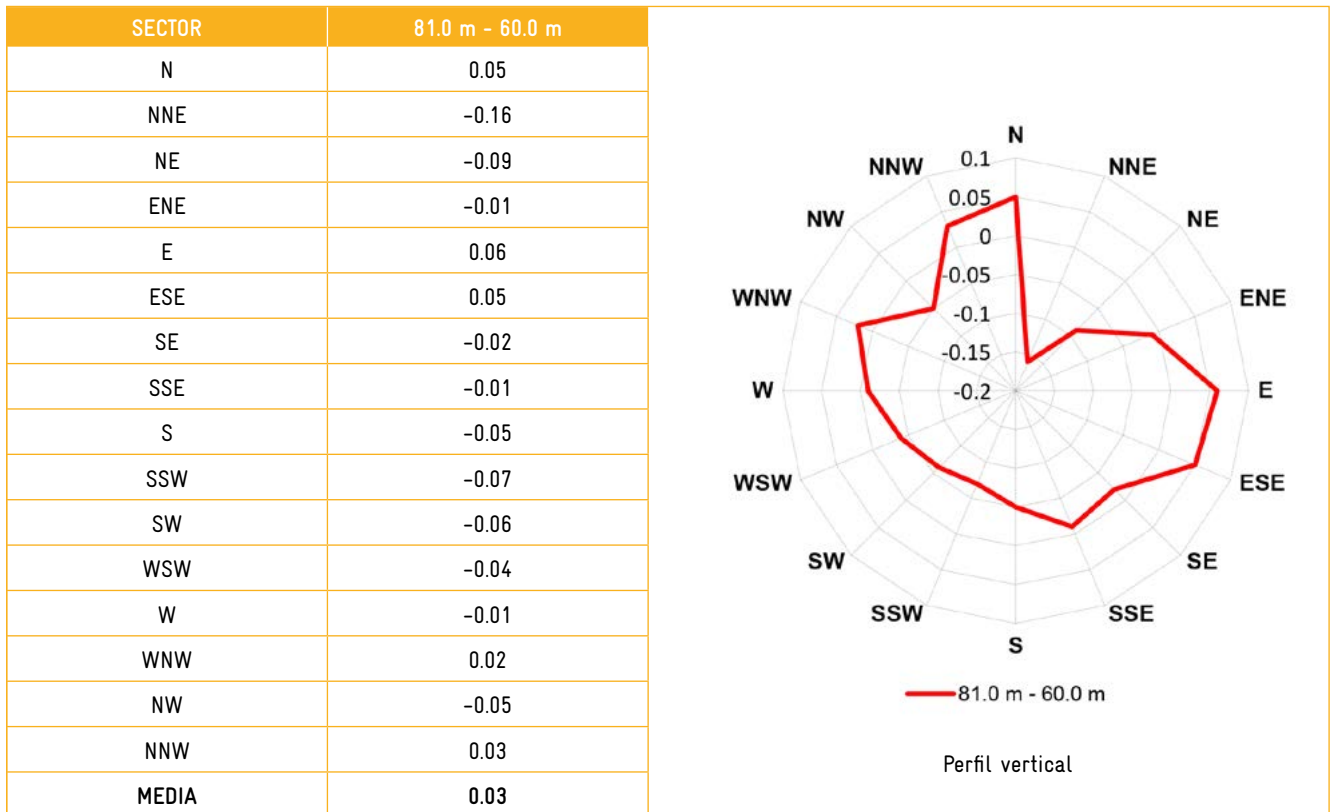


Día promedio (UTC -4)



Turbulencia característica

Continuación de la figura 7. Resultados de las medidas de Brazo Derecho 2.



Continuación de la figura 7. Resultados de las medidas de Brazo Derecho 2.

4.2. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 2: TIERRA NUEVA 3

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación.

Tabla 5. Características principales de la estación Tierra Nueva 3

Mástil		TIERRA NUEVA 3
Coordenadas	X (m)	193 040
	Y(m)	2 054 229
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	57
Características	Altura (m)	90
	Construcción	NA
	Niveles de medida de la velocidad del viento	90, 70, 40 m
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de anemómetros	Calibrados MEASNET	NA
	Calibrados NO MEASNET	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	15/08/2013
	Final	26/01/2017
	Años	3.5

4.2.1. Velocidad media mensual del viento. Tierra Nueva 3.

Tabla 6. Velocidad media, máxima, desviación estándar y ráfaga máxima para cada mes a 90 m. Tierra Nueva 3

MES	Nº observaciones diezminutales	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Ráfaga máxima
Ago-13	2394	7.72	15.44	0.38	2.80	21.3,ESE
Sep-13	4320	6.47	14.12	0.38	2.92	20.2,NE
Oct-13	4422	6.23	15.64	0.38	2.55	20.6,ESE
Nov-13	4320	6.05	14.09	0.38	2.60	17.2,E
Dic-13	4464	6.81	15.74	0.38	2.79	19.8,E
Ene-14	4464	7.97	13.98	0.38	2.42	17.2,ESE
Feb-14	4032	8.21	15.63	0.38	2.15	18.3,ESE
Mar-14	4464	6.83	14.14	0.38	3.02	17.2,ESE
Abr-14	1872	7.82	15.38	0.38	2.74	17.9,ESE

MES	Nº observaciones diezminutales	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Ráfaga máxima
May-14	4386	7.31	16.82	0.38	2.97	19.8,ESE
Jun-14	4320	9.18	14.22	1.70	1.56	17.2,ESE
Jul-14	4464	9.36	16.11	0.38	2.05	20.2,ESE
Ago-14	3312	8.79	17.24	0.38	2.40	20.6,ESE
Sep-14	4320	7.62	19.94	0.38	2.98	24.4,ESE
Oct-14	4027	5.74	12.73	0.38	2.90	17.5,NE
Nov-14	2658	6.18	14.00	0.38	2.92	17.9,ESE
Dic-14	4464	5.42	13.55	0.38	2.83	16.4,ESE
Ene-15	4464	6.31	13.83	0.38	2.74	16.4,E
Feb-15	4032	6.94	15.72	0.38	2.92	19.4,ESE
Mar-15	4464	6.86	15.61	0.38	3.10	18.3,ESE
Abr-15	4320	8.20	15.27	0.38	2.71	17.9,ESE
May-15	4464	8.71	16.25	0.38	2.87	19.8,ESE
Jun-15	4320	10.13	16.63	0.77	2.02	19.8,ESE
Jul-15	1074	9.62	15.27	2.12	2.21	18.3,E
Ago-15	0	-	-	-	-	-
Sep-15	4320	7.28	15.56	0.38	2.43	19.8,ESE
Oct-15	4464	6.57	13.82	0.38	2.70	16.8,ESE
Nov-15	4320	6.69	20.64	0.38	2.80	22.1,ESE
Dic-15	4464	8.86	15.57	0.38	2.07	18.7,ESE
Ene-16	4464	6.71	17.26	0.38	3.01	20.2,ESE
Feb-16	4176	6.13	13.59	0.38	3.01	16.4,ESE
Mar-16	4464	7.19	14.63	0.38	2.97	17.5,ESE
Abr-16	4320	5.82	12.48	0.38	2.69	15.6,ESE
May-16	4464	8.27	14.38	0.38	2.59	18.3,ESE
Jun-16	4320	9.07	21.18	0.38	2.02	24.4,ESE
Jul-16	4464	8.06	15.80	0.38	2.72	19.4,ESE
Ago-16	4464	8.46	17.59	0.38	2.44	22.5,ESE
Sep-16	4320	6.76	16.03	0.38	2.62	19.0,E
Oct-16	4464	6.16	20.54	0.38	4.04	29.3,E
Nov-16	4320	4.28	12.42	0.38	2.50	15.6,W
Dic-16	4464	5.81	13.72	0.38	2.60	16.8,E
Ene-17	3660	5.89	14.34	0.38	2.85	17.2,ESE
ACUMULADO	167773	7.23	21.18	0.38	2.99	29.3, E

4.2.2. Resultados de las medidas. Tierra Nueva 3

Las siguientes tablas y figuras muestran los resultados principales. Las figuras se refieren al nivel de medida de 90 m para un periodo anual completo.

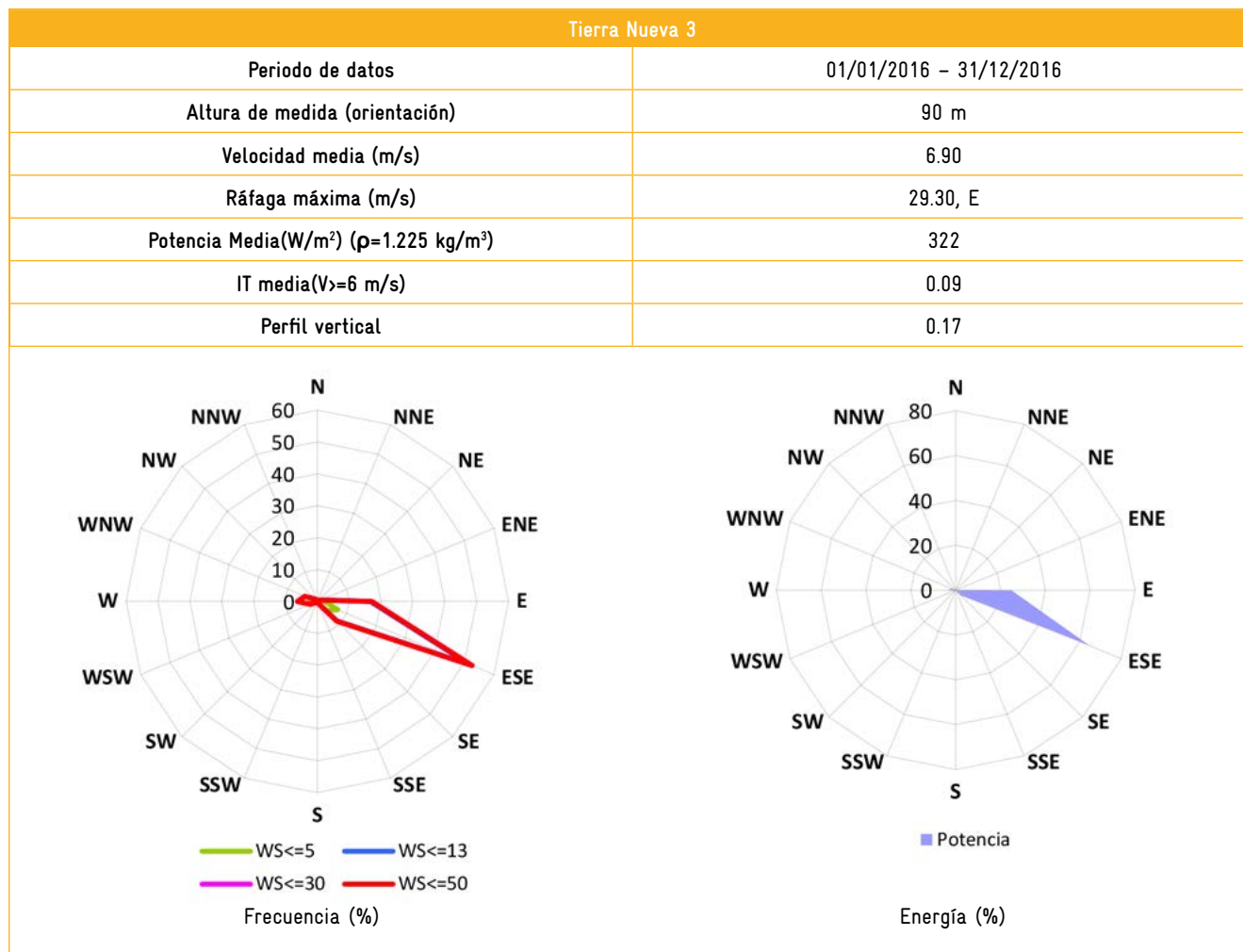
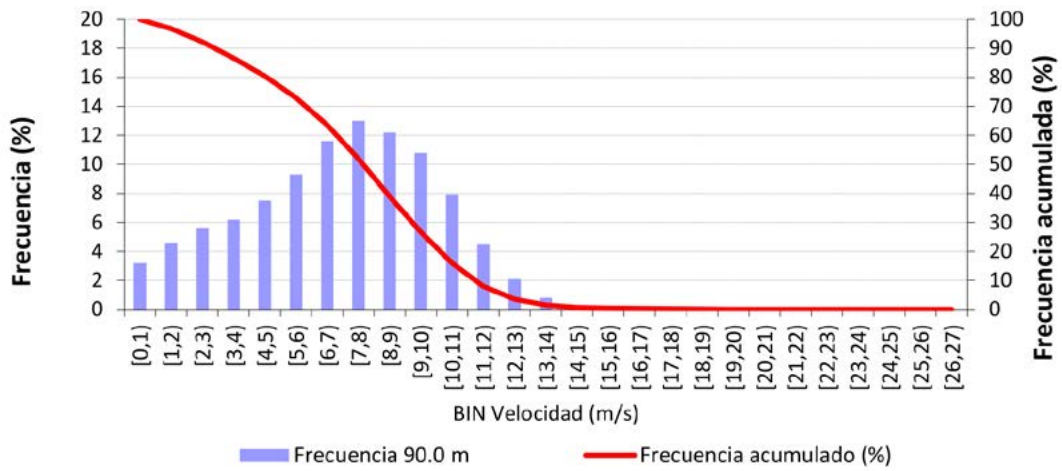
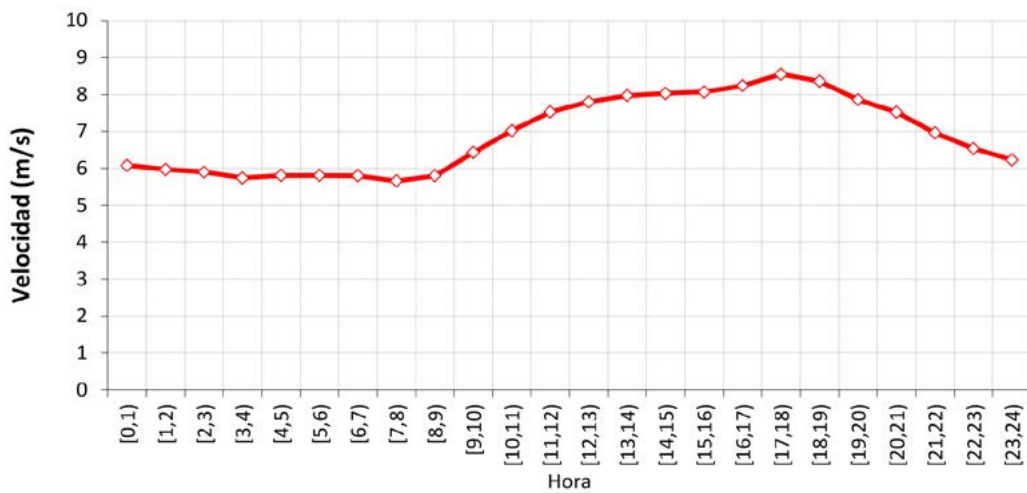


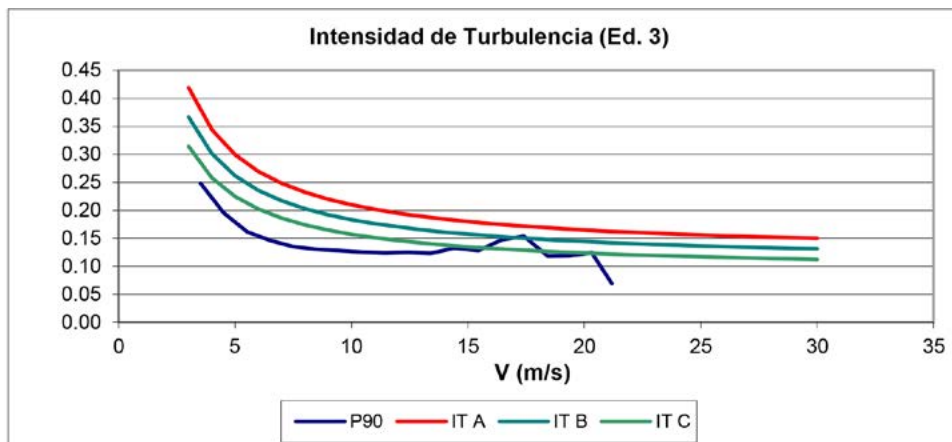
Figura 8. Resultados de las medidas de Tierra Nueva 3.



Distribución de la velocidad del viento



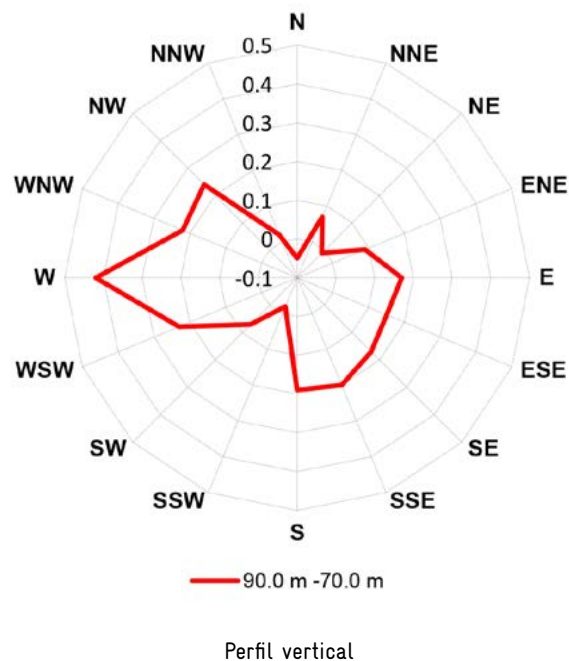
Día promedio (UTC -4)



Turbulencia característica

Continuación de la figura 8. Resultados de las medidas de Tierra Nueva 3.

SECTOR	90.0 m -70.0 m
N	-0.05
NNE	0.07
NE	-0.01
ENE	0.09
E	0.17
ESE	0.15
SE	0.17
SSE	0.2
S	0.19
SSW	-0.02
SW	0.07
WSW	0.23
W	0.42
WNW	0.22
NW	0.24
NNW	0.02
MEDIA	0.17



Continuación de la figura 8. Resultados de las medidas de Tierra Nueva 3.

4.3. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 3: M4001

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación.

Tabla 7. Características principales de la estación M4001

Mástil		M4001
Coordenadas	X (m)	259 221
	Y(m)	1 977 466
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	10
Características	Altura (m)	30
	Construcción	NA
	Niveles de medida de la velocidad del viento	30 (x2), 20 m
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de anemómetros	Calibrados MEASNET	NA
	Calibrados NO MEASNET	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	01/02/2002
	Final	16/12/2010
	Años	8.9

4.3.1. Velocidad media mensual del viento. M4001

Tabla 8. Velocidad media, máxima, desviación estándar y ráfaga máxima para cada mes a 30 m. M4001

MES	Nº observaciones diezminutales	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Ráfaga máxima
Feb-02	4031	7.36	17.18	0.30	3.35	-,*
Mar-02	4464	7.91	17.41	0.30	2.98	-,*
Abr-02	4320	6.96	16.24	0.30	2.92	-,*
May-02	4464	8.28	16.33	0.30	2.83	-,*
Jun-02	4320	7.76	15.25	0.30	2.99	-,*
Jul-02	4464	8.76	16.29	0.30	2.09	-,*
Ago-02	4464	7.41	16.33	0.30	2.40	-,*
Sep-02	4320	6.54	15.66	0.30	2.92	-,*
Oct-02	4464	6.21	13.78	0.33	2.48	-,*
Nov-02	4320	5.97	12.77	0.34	2.46	-,*

MES	N° observaciones diezminutales	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Ráfaga máxima
Dic-02	4464	7.54	14.19	0.30	2.75	-,*
Ene-03	4464	6.12	15.08	0.29	2.87	-,*
Feb-03	3425	8.02	14.00	0.31	2.69	-,*
Mar-03	4464	6.04	13.28	0.30	2.92	-,*
Abr-03	4272	5.81	15.89	0.30	2.91	-,*
May-03	4464	8.48	14.08	0.29	2.27	-,*
Jun-03	4299	8.50	14.73	0.31	1.99	-,*
Jul-03	4464	9.37	22.43	0.37	2.41	-,*
Ago-03	4464	8.01	18.43	0.29	2.20	-,*
Sep-03	4320	5.49	17.61	0.28	2.54	-,*
Oct-03	4464	4.17	11.96	0.27	2.11	-,*
Nov-03	4320	5.35	13.83	0.27	2.86	-,*
Dic-03	4411	6.82	18.85	0.27	3.36	-,*
Ene-04	4460	5.87	15.88	0.29	3.25	-,*
Feb-04	4176	7.14	15.34	0.27	3.10	-,*
Mar-04	4463	8.16	17.80	0.28	3.67	-,*
Abr-04	4320	5.85	15.34	0.28	2.84	-,*
May-04	4319	8.59	16.09	0.28	3.26	-,*
Jun-04	4319	8.67	16.05	0.73	2.07	-,*
Jul-04	4439	7.71	15.58	0.32	2.38	-,*
Ago-04	4462	7.66	16.46	0.27	2.37	-,*
Sep-04	4295	4.88	16.83	0.27	2.46	-,*
Oct-04	4462	4.92	12.57	0.27	2.33	-,*
Nov-04	4318	6.41	19.00	0.28	3.04	-,*
Dic-04	4366	6.36	14.28	0.27	2.91	-,*
Ene-05	4461	7.18	16.84	0.28	3.37	-,*
Feb-05	4006	5.55	13.33	0.27	2.82	-,*
Mar-05	4461	5.78	11.86	0.27	2.58	-,*
Abr-05	4317	6.03	13.44	0.28	2.60	-,*
May-05	4459	5.72	15.87	0.28	2.78	-,*
Jun-05	4282	7.12	16.31	0.27	2.58	-,*
Jul-05	4464	7.53	17.43	0.31	2.49	-,*
Ago-05	4461	5.37	14.01	0.30	2.20	-,*
Sep-05	4320	4.65	10.60	0.31	2.07	-,*
Oct-05	4464	4.56	15.02	0.30	2.39	-,*
Nov-05	4320	5.74	15.14	0.32	2.61	-,*

MES	Nº observaciones diezminutales	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Ráfaga máxima
Dic-05	4390	6.57	16.89	0.30	3.01	-,-*
Ene-06	0	-	-	-	-	-
Feb-06	0	-	-	-	-	-
Mar-06	0	-	-	-	-	-
Abr-06	0	-	-	-	-	-
May-06	0	-	-	-	-	-
Jun-06	2369	7.12	13.80	0.81	1.92	21.9,NE
Jul-06	4464	8.43	20.17	0.65	1.97	27.7,ENE
Ago-06	4464	7.92	17.50	0.38	2.91	25.5,ENE
Sep-06	2952	4.71	12.53	0.38	2.14	23.1,ENE
Oct-06	0	-	-	-	-	-
Nov-06	4260	5.14	16.47	0.38	2.84	24.0,E
Dic-06	4464	7.54	14.71	0.68	2.80	19.4,ENE
Ene-07	4464	7.69	15.28	0.42	3.24	20.2,ENE
Feb-07	4032	6.06	13.68	0.38	2.63	18.3,ENE
Mar-07	4464	6.57	14.64	0.38	2.83	19.7,ENE
Abr-07	4320	6.31	15.62	0.38	2.99	21.0,ENE
May-07	4464	5.48	11.48	0.38	2.39	15.1,NE
Jun-07	3990	7.38	15.49	0.39	2.16	21.0,E
Jul-07	0	-	-	-	-	-
Ago-07	0	-	-	-	-	-
Sep-07	0	-	-	-	-	-
Oct-07	0	-	-	-	-	-
Nov-07	3708	6.09	15.70	0.43	3.47	20.4,ENE
Dic-07	4320	6.58	15.90	0.43	3.22	21.7,SE
Ene-08	4464	6.65	15.02	0.38	3.07	19.6,ENE
Feb-08	4176	8.34	16.08	0.43	2.72	20.8,ENE
Mar-08	4320	7.04	17.56	0.62	2.70	23.5,ENE
Abr-08	4314	6.92	16.82	0.38	3.12	24.2,ENE
May-08	1770	6.78	15.46	0.38	2.73	22.6,ENE
Jun-08	4320	5.13	16.13	0.38	2.55	24.2,NE
Jul-08	4464	4.87	15.52	0.38	2.18	20.1,ESE
Ago-08	2279	5.31	12.27	0.38	2.43	17.1,N
Sep-08	0	-	-	-	-	-
Oct-08	0	-	-	-	-	-
Nov-08	1512	5.71	15.76	0.44	2.92	20.8,ENE

MES	N° observaciones diezminutales	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Ráfaga máxima
Dic-08	4422	6.64	16.95	0.38	3.38	23.3,ENE
Ene-09	4464	6.26	15.96	0.38	3.02	19.6,ENE
Feb-09	4032	6.97	15.46	0.38	3.20	20.0,ENE
Mar-09	4416	6.82	15.03	0.38	3.04	18.8,ENE
Abr-09	4320	6.86	15.32	0.38	2.99	19.6,ENE
May-09	4320	7.23	14.35	0.46	2.26	18.1,ENE
Jun-09	4320	6.19	11.98	0.38	2.21	16.5,ESE
Jul-09	4463	8.57	19.95	1.06	2.14	24.6,E
Ago-09	4464	7.14	16.07	0.38	2.43	21.5,ENE
Sep-09	4320	5.63	12.90	0.39	1.97	18.4,NE
Oct-09	4464	5.69	15.11	0.40	2.29	21.9,ESE
Nov-09	4320	5.11	13.30	0.40	2.41	16.8,NE
Dic-09	4464	7.05	15.30	0.40	3.31	20.6,ENE
Ene-10	4464	6.71	15.10	0.40	3.05	19.5,ENE
Feb-10	4032	5.18	12.20	0.40	2.55	17.2,NE
Mar-10	4464	5.53	12.60	0.40	2.72	15.3,ENE
Abr-10	4320	5.94	15.30	0.40	3.12	18.3,ENE
May-10	4464	6.43	16.10	0.40	3.14	18.7,ENE
Jun-10	4320	6.81	16.10	0.40	2.44	23.3,E
Jul-10	4464	7.12	16.80	0.40	2.61	21.4,NE
Ago-10	4464	5.37	13.50	0.40	2.26	19.9,NE
Sep-10	4320	5.04	15.10	0.40	2.63	19.1,ENE
Oct-10	4464	4.53	12.30	0.40	2.30	14.9,ENE
Nov-10	4320	5.97	14.70	0.40	3.03	19.9,SE
Dic-10	2262	4.55	13.10	0.40	2.45	15.3,ENE
ACUMULADO	400231	6.57	22.43	0.27	2.96	27.7, ENE

*Periodo sin la variable de desviación estándar

4.3.2. Resultados de las medidas. M4001

Las siguientes tablas y figuras muestran los resultados principales. Las figuras se refieren al nivel de medida de 30 m para un periodo de 8 años.

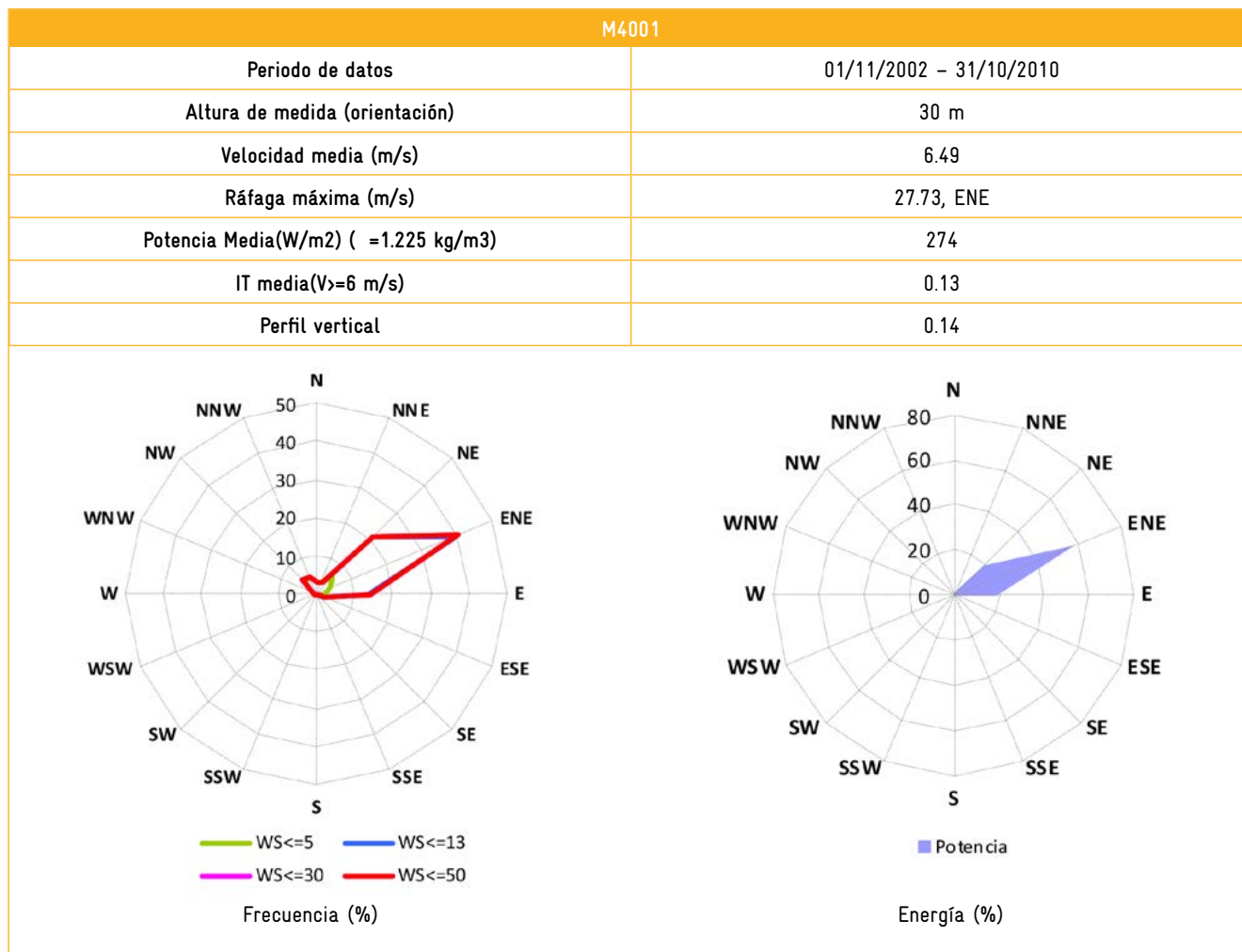
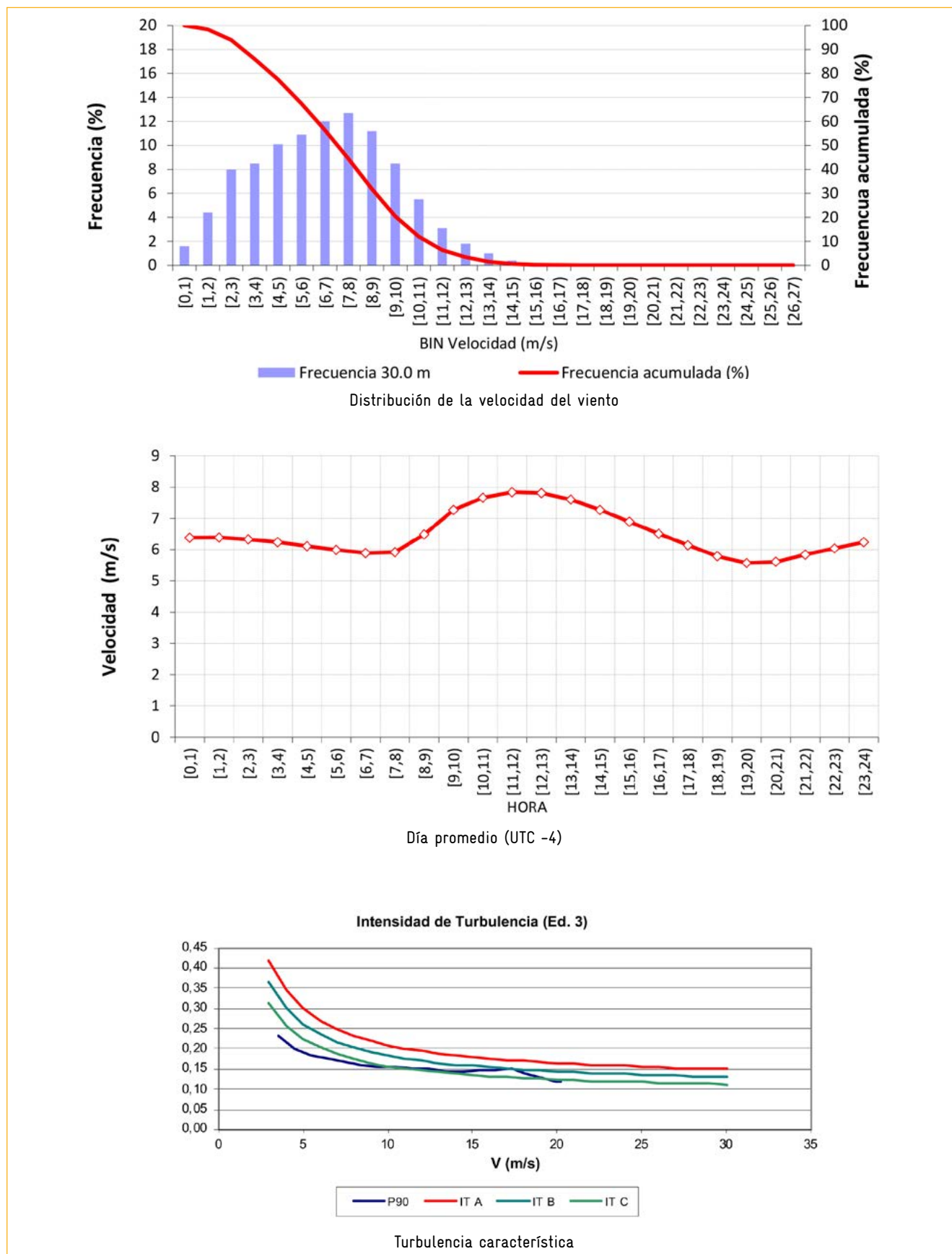
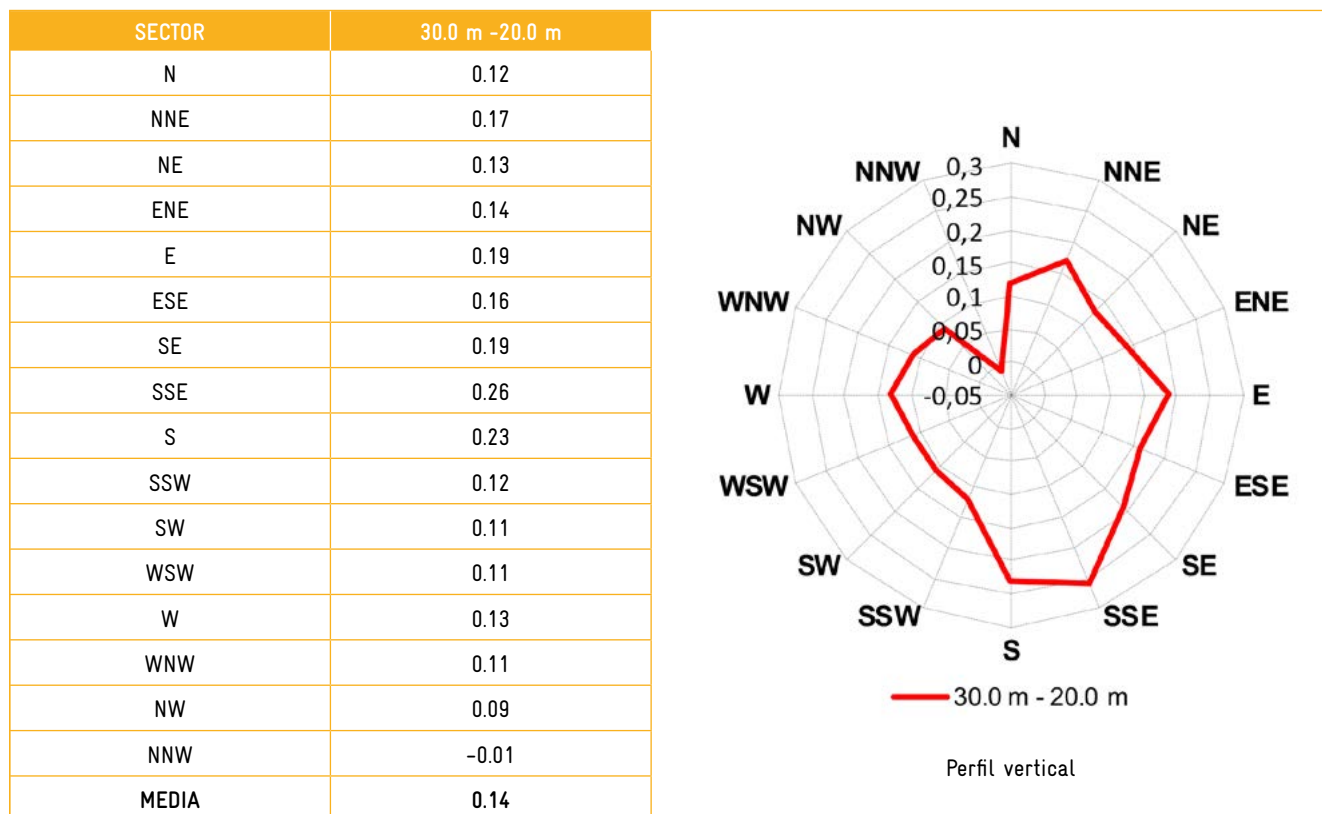


Figura 9. Resultados de las medidas de M4001.



Continuación de la figura 9. Resultados de las medidas de M4001.



Continuación de la figura 9. Resultados de las medidas de M4001.

4.4. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 4: M4004

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación.

Tabla 9. Características principales de la estación M4004

	Mástil	M4004
Coordenadas	X (m)	256 409
	Y(m)	1 979 009
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	49
Características	Altura (m)	78
	Construcción	NA
	Niveles de medida de la velocidad del viento	78 (x2), 51, 30 m
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de anemómetros	Calibrados MEASNET	NA
	Calibrados NO MEASNET	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	22/10/2008
	Final	14/09/2010
	Años	1.9

4.4.1. Velocidad media mensual del viento. M4004

Tabla 10. Velocidad media, máxima, desviación estándar y ráfaga máxima para cada mes a 78 m. M4004

MES	Nº observaciones diezminutales	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Ráfaga máxima
Oct-08	1440	5.45	13.05	0.32	2.26	16.3,-
Nov-08	2988	4.74	13.78	0.32	2.40	17.8,-
Dic-08	4320	6.10	15.58	0.32	2.95	21.2,ENE
Ene-09	4464	5.85	15.94	0.32	2.72	20.8,ENE
Feb-09	4032	6.51	14.49	0.32	2.95	20.1,ENE
Mar-09	4386	6.27	14.03	0.32	2.86	18.6,ENE
Abr-09	4320	6.64	15.11	0.32	2.58	18.9,ENE
May-09	4464	6.80	13.10	0.33	1.94	18.2,E
Jun-09	4320	5.95	12.27	0.32	2.02	14.7,E
Jul-09	4320	8.06	16.98	1.19	2.24	24.2,E
Ago-09	4464	6.74	15.45	0.32	2.30	20.8,NE
Sep-09	4176	5.57	13.02	0.38	1.81	17.4,ENE
Oct-09	864	6.56	14.34	1.39	1.73	20.1,E
Nov-09	0	-	-	-	-	-
Dic-09	1728	4.47	10.40	0.30	2.28	14.7,NE
Ene-10	4464	6.16	14.40	0.30	2.58	17.8,ENE
Feb-10	4032	5.09	12.00	0.30	2.24	17.4,ENE
Mar-10	4464	5.24	11.80	0.30	2.53	15.5,ENE
Abr-10	4320	5.47	14.60	0.30	2.69	17.8,ENE
May-10	4464	5.98	13.80	0.30	2.76	18.6,NE
Jun-10	4176	6.32	15.30	0.30	2.16	20.4,ENE
Jul-10	4464	6.52	15.00	0.30	2.37	22.4,ENE
Ago-10	4320	5.26	12.60	0.30	2.00	17.1,NE
Sep-10	2016	4.76	11.40	0.37	2.01	15.3,ENE
ACUMULADO	87006	6.02	16.98	0.30	2.55	24.2, E

4.4.2. Resultados de las medidas. M4004

Las siguientes tablas y figuras muestran los resultados principales. Las figuras se refieren al nivel de medida de 78 m para un periodo anual completo.

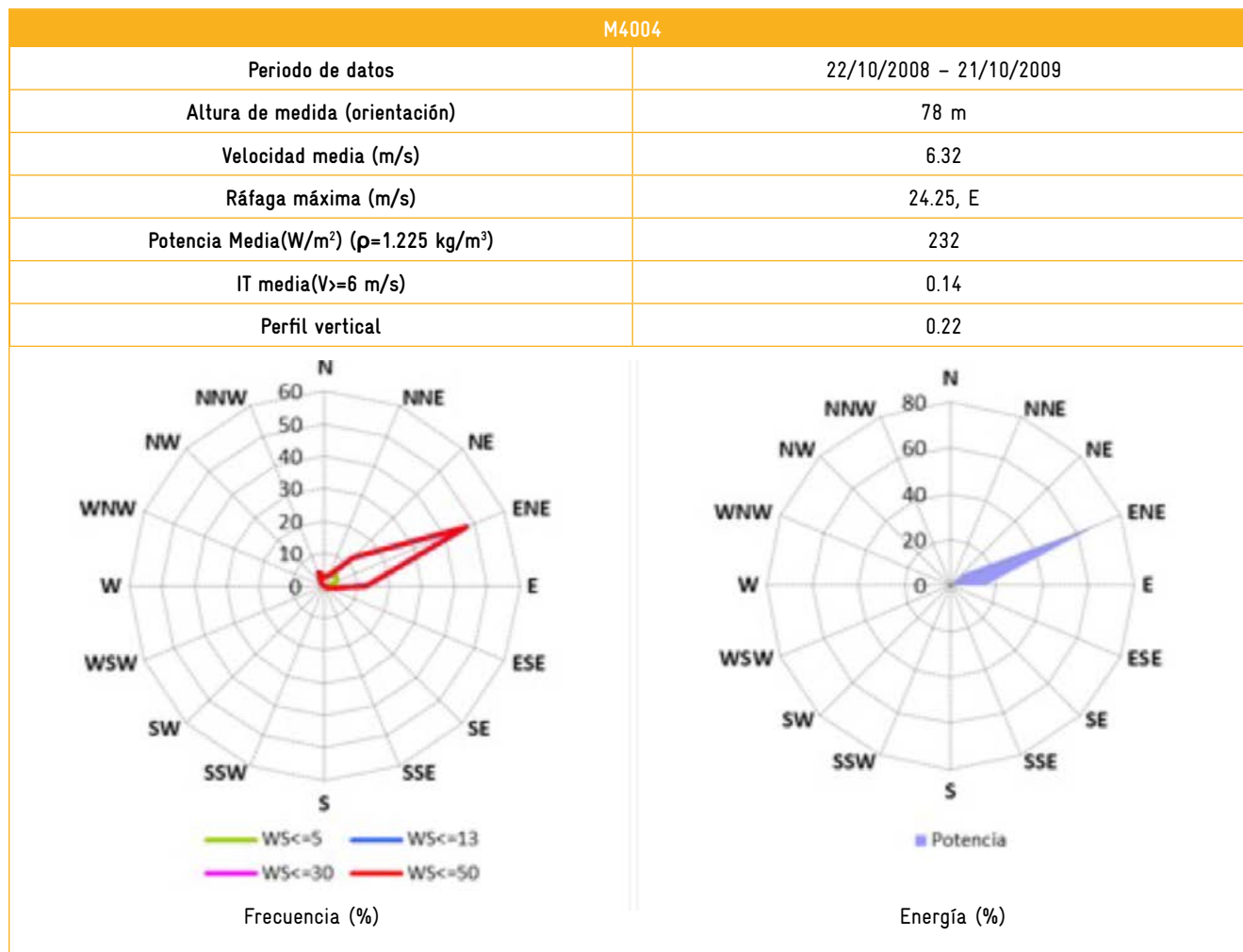
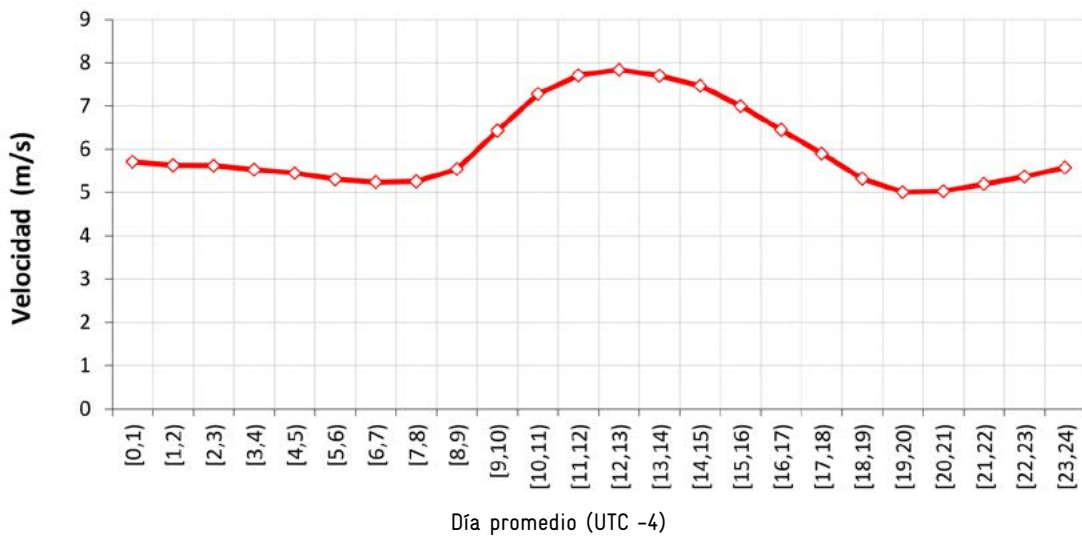
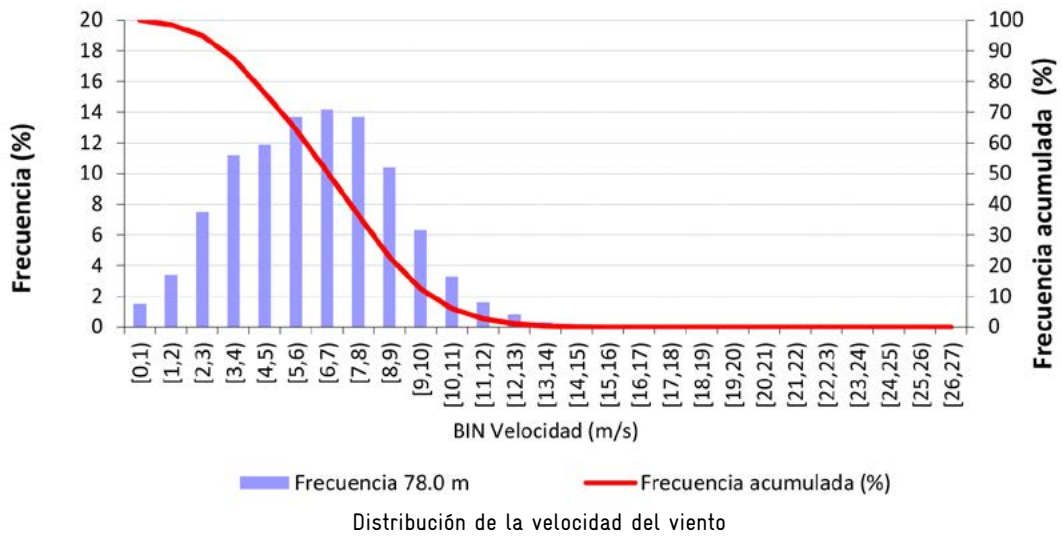
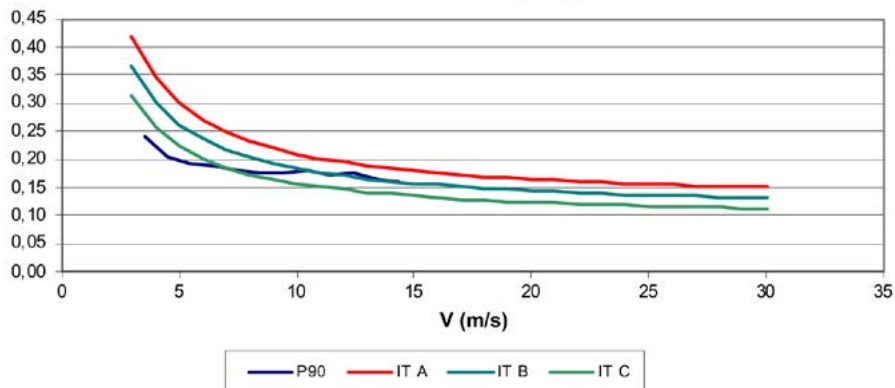


Figura 10. Resultados de las medidas de M4004.

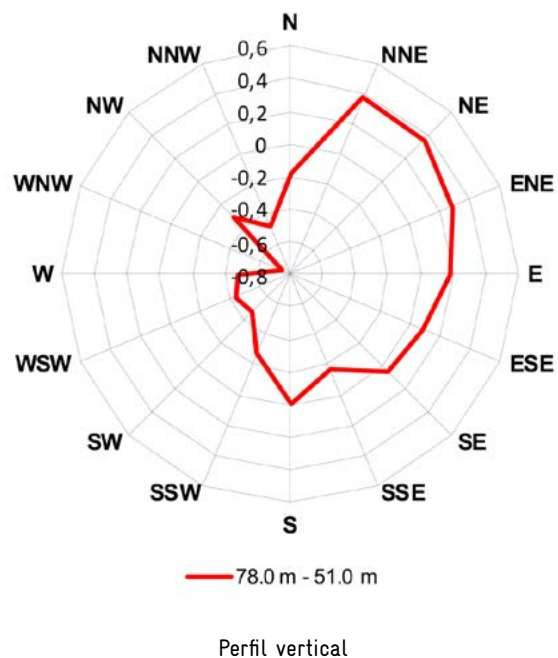


Intensidad de Turbulencia (Ed. 3)



Continuación de la figura 10. Resultados de las medidas de M4004.

SECTOR	78.0 m -51.0 m
N	-0.18
NNE	0.38
NE	0.36
ENE	0.28
E	0.18
ESE	0.08
SE	0.05
SSE	-0.17
S	0
SSW	-0.27
SW	-0.48
WSW	-0.44
W	-0.48
WNW	-0.74
NW	-0.31
NNW	-0.48
MEDIA	0.22



Continuación de la figura 10. Resultados de las medidas de M4004.

4.5. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 5: M0201

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación.

Tabla 11. Características principales de la estación M0201

Mástil		M0201
Coordenadas	X (m)	263 593
	Y(m)	1 981 860
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	158
Características	Altura (m)	79
	Construcción	NA
	Niveles de medida de la velocidad del viento	79.3, 79.1, 66.2 (x2), 51.1, 51 m
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de anemómetros	Calibrados MEASNET	Sí, orientación principal.
	Calibrados NO MEASNET	Sí, orientación redundante (R)
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	27/10/2014
	Final	16/10/2016
	Años	2.0

4.5.1. Velocidad media mensual del viento. M0201

Tabla 12. Velocidad media, máxima, desviación estándar y ráfaga máxima para cada mes a 79.1 m. M0201

MES	Nº observaciones diezminutales	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Ráfaga máxima
Oct-14	642	4.76	13.30	0.30	1.99	16.9,NE
Nov-14	4320	7.55	19.00	0.30	3.18	20.9,ENE
Dic-14	4464	7.92	17.20	0.20	3.51	20.0,ENE
Ene-15	4464	8.13	21.90	0.20	4.21	24.8,ENE
Feb-15	4032	7.74	18.90	0.20	3.42	22.8,ENE
Mar-15	4464	9.48	20.10	0.50	4.37	24.8,NE
Abr-15	4320	8.70	17.10	2.00	2.69	19.2,ENE
May-15	4464	9.06	16.50	1.30	2.61	19.2,NE
Jun-15	4320	9.59	17.60	3.20	2.18	24.8,ENE
Jul-15	4464	9.84	17.20	3.40	2.40	20.0,ENE

MES	N° observaciones diezminutales	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Ráfaga máxima
Ago-15	4464	8.59	18.40	1.00	2.57	20.9,NE
Sep-15	4319	7.11	16.50	0.20	2.39	21.8,ENE
Oct-15	4320	6.52	15.20	0.20	2.23	20.9,ENE
Nov-15	4319	8.76	20.90	0.30	2.78	27.0,E
Dic-15	4464	11.24	19.50	2.70	2.89	22.8,ENE
Ene-16	4464	6.94	18.40	0.50	2.91	20.9,ENE
Feb-16	4176	7.07	13.80	0.20	2.30	18.4,NE
Mar-16	4463	8.44	18.40	0.20	3.05	20.9,ENE
Abr-16	4320	5.95	16.50	0.20	2.74	19.2,ENE
May-16	4464	7.62	16.20	0.50	2.21	20.9,NNE
Jun-16	4320	8.49	18.40	1.90	1.92	21.8,E
Jul-16	4463	9.54	18.60	2.50	2.23	22.8,NE
Ago-16	4464	8.55	21.00	1.00	2.42	29.5,ENE
Sep-16	4320	7.59	17.70	0.30	2.30	20.9,ENE
Oct-16	2162	6.17	18.00	0.20	3.45	22.8,N
ACUMULADO	103456	8.22	21.90	0.20	3.10	29.5, ENE

4.5.2. Resultados de las medidas. M0201

Las siguientes tablas y figuras muestran los resultados principales. Las figuras se refieren al nivel de medida de 79.3 m para un periodo anual completo.

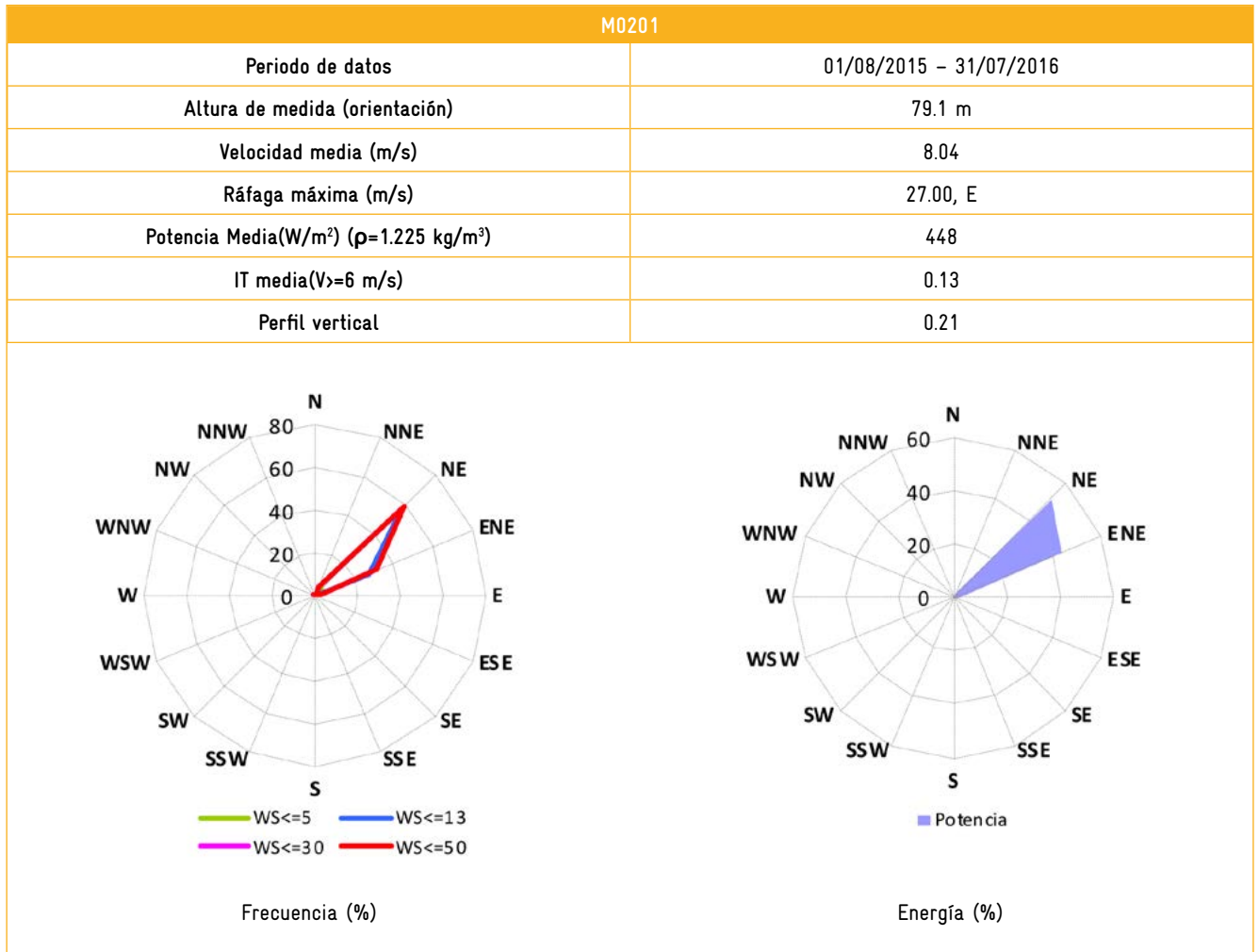
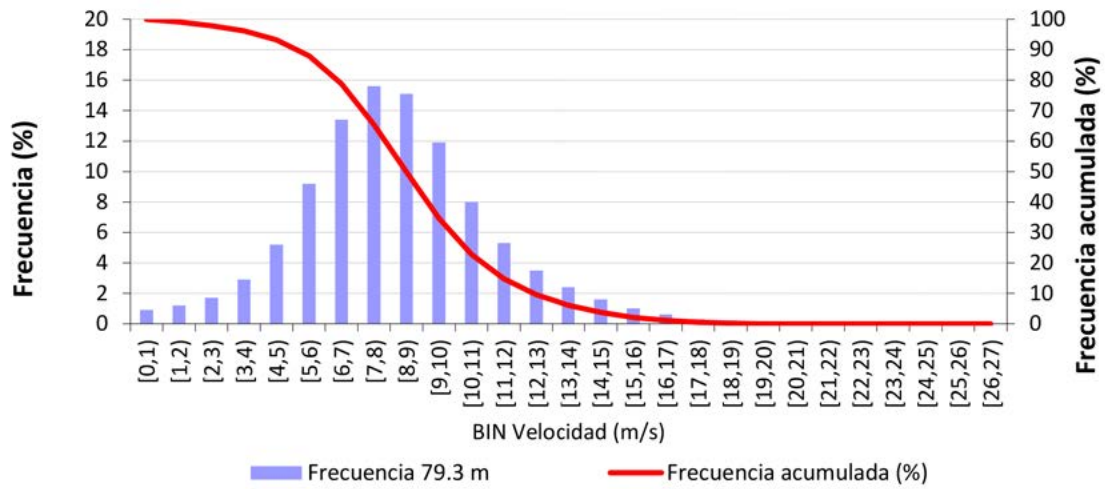
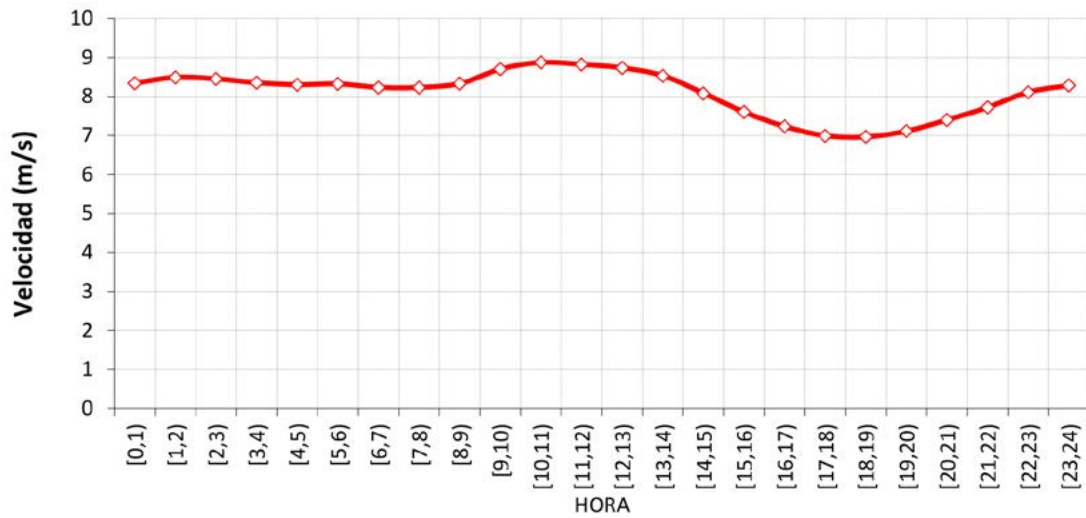


Figura 11. Resultados de las medidas de M0201.

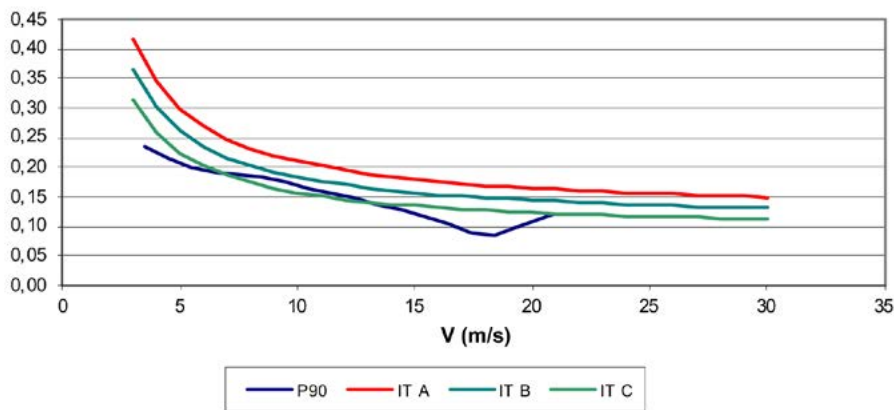


Distribución de la velocidad del viento



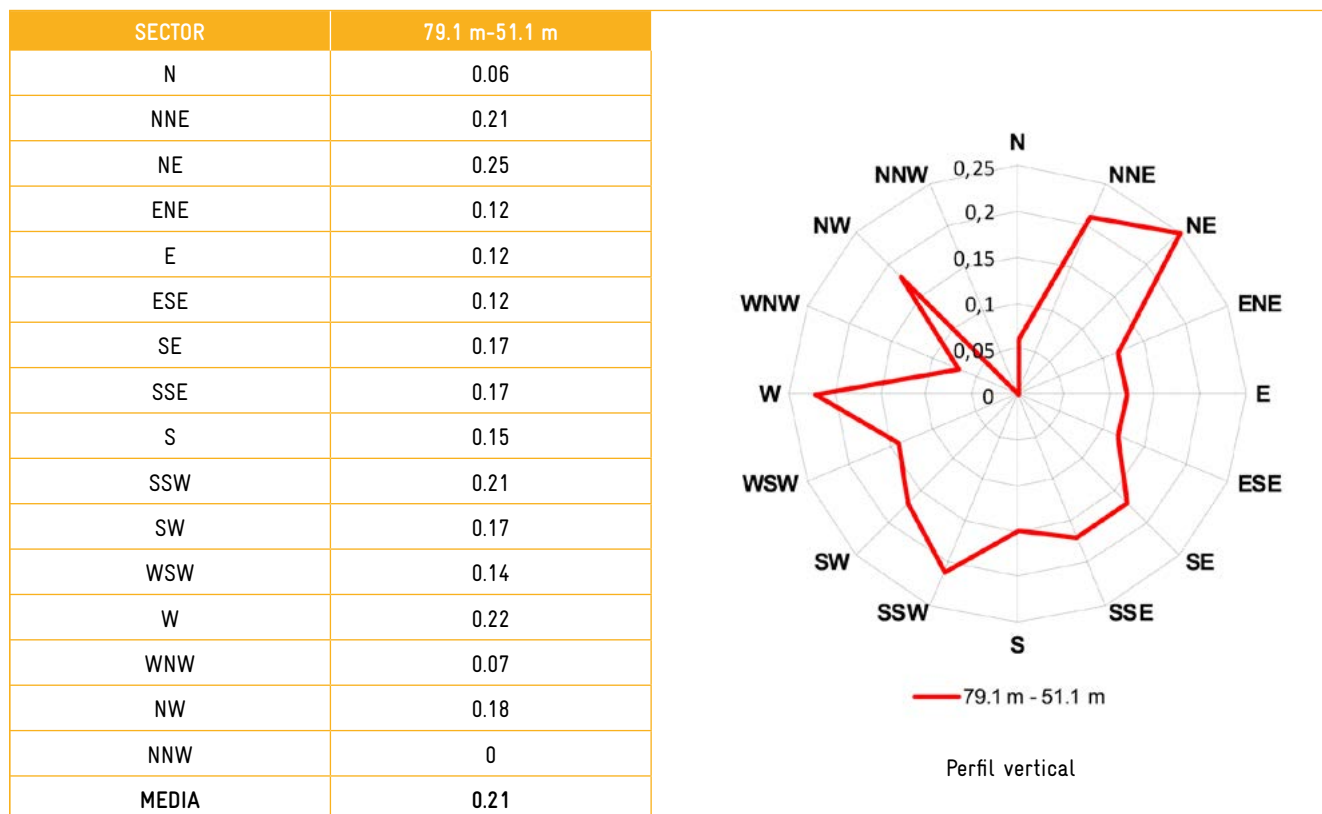
Día promedio (UTC -4)

Intensidad de Turbulencia (Ed. 3)



Turbulencia característica

Continuación de la figura 11. Resultados de las medidas de M0201.



Continuación de la figura 11. Resultados de las medidas de M0201.

4.6. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 6: M1299

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación.

Tabla 13. Características principales de la estación M1299

	Mástil	M4004
Coordenadas	X (m)	261 222
	Y(m)	1 981 124
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	275
Características	Altura (m)	77.5
	Construcción	NA
	Niveles de medida de la velocidad del viento	77.5 (x2), 60 (x2), 40 m (x2)
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de anemómetros	Calibrados MEASNET	Sí, orientación principal.
	Calibrados NO MEASNET	Sí, orientación redundante (R)
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	06/08/2012
	Final	07/11/2015
	Años	3.3

4.6.1. Velocidad media mensual del viento. M1299

Tabla 14. Velocidad media, máxima, desviación estándar y ráfaga máxima para cada mes a 77.5 m. M1299

MES	Nº observaciones diezminutales	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Ráfaga máxima
Ago-12	3690	11.01	30.60	0.30	3.94	38.2,ENE
Sep-12	4320	7.73	18.00	1.60	2.24	22.8,E
Oct-12	3252	7.51	17.40	0.20	3.57	25.9,W
Nov-12	4176	6.36	17.70	0.20	2.95	21.8,ENE
Dic-12	4464	9.07	19.50	0.20	3.65	23.8,ENE
Ene-13	4464	11.27	21.90	3.60	3.27	27.0,E
Feb-13	4025	10.08	20.50	3.50	2.46	24.8,ENE
Mar-13	4464	7.74	20.00	0.20	3.26	22.8,ENE
Abr-13	4320	9.96	19.20	0.40	3.02	22.8,E
May-13	4464	9.01	17.90	0.40	3.40	20.9,E
Jun-13	4320	11.39	19.20	5.90	2.01	22.8,ENE
Jul-13	4464	11.09	22.50	2.00	2.43	29.5,ENE
Ago-13	4464	10.75	19.60	2.10	2.20	25.9,E
Sep-13	4320	7.30	16.20	0.20	2.76	18.4,ENE
Oct-13	4034	7.92	15.40	0.20	2.52	20.9,ENE
Nov-13	94	5.90	11.00	0.20	2.38	13.1,ENE
Dic-13	4464	11.12	22.10	0.20	4.05	25.9,ENE
Ene-14	4464	11.51	20.50	2.90	2.74	25.9,E
Feb-14	4032	10.48	20.40	4.50	2.76	23.8,ENE
Mar-14	4464	8.15	20.90	0.20	3.10	24.8,ENE
Abr-14	3918	9.81	18.20	1.40	2.70	21.8,ENE
May-14	4464	9.23	19.20	0.20	2.76	22.8,ENE
Jun-14	1652	10.03	16.10	5.40	1.94	19.2,E
Jul-14	4464	10.83	20.60	3.10	2.31	27.0,NE
Ago-14	4464	9.89	21.10	0.20	3.77	27.0,ENE
Sep-14	4320	9.85	22.30	2.70	2.55	27.0,E
Oct-14	4464	6.28	13.30	0.20	3.00	17.6,ENE
Nov-14	4320	8.94	19.10	0.20	3.59	24.8,ENE
Dic-14	4464	9.05	18.30	0.20	3.70	20.9,E
Ene-15	4464	9.34	23.00	0.20	4.38	27.0,ENE
Feb-15	4031	9.07	20.30	0.20	3.75	25.9,ENE
Mar-15	4464	10.70	22.70	0.20	4.36	25.9,ENE
Abr-15	4320	10.29	18.60	3.00	2.76	22.8,ENE
May-15	4464	10.66	19.10	1.29	2.80	23.8,ENE

MES	N° observaciones diezminutales	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Ráfaga máxima
Jun-15	4320	11.41	18.90	4.02	2.39	23.8,ENE
Jul-15	4464	11.64	20.10	4.50	2.47	25.9,ESE
Ago-15	4464	10.18	19.20	1.10	2.76	23.8,ENE
Sep-15	4320	8.45	16.86	0.39	2.68	22.9,ENE
Oct-15	4464	7.78	15.09	0.40	2.55	22.5,ENE
Nov-15	504	11.76	19.31	6.66	2.52	32.1,E
ACUMULADO	161568	9.56	30.60	0.20	3.40	38.2, ENE

4.6.2. Resultados de las medidas. M1299

Las siguientes tablas y figuras muestran los resultados principales. Las figuras se refieren al nivel de medida de 77.5 m para un periodo anual completo.

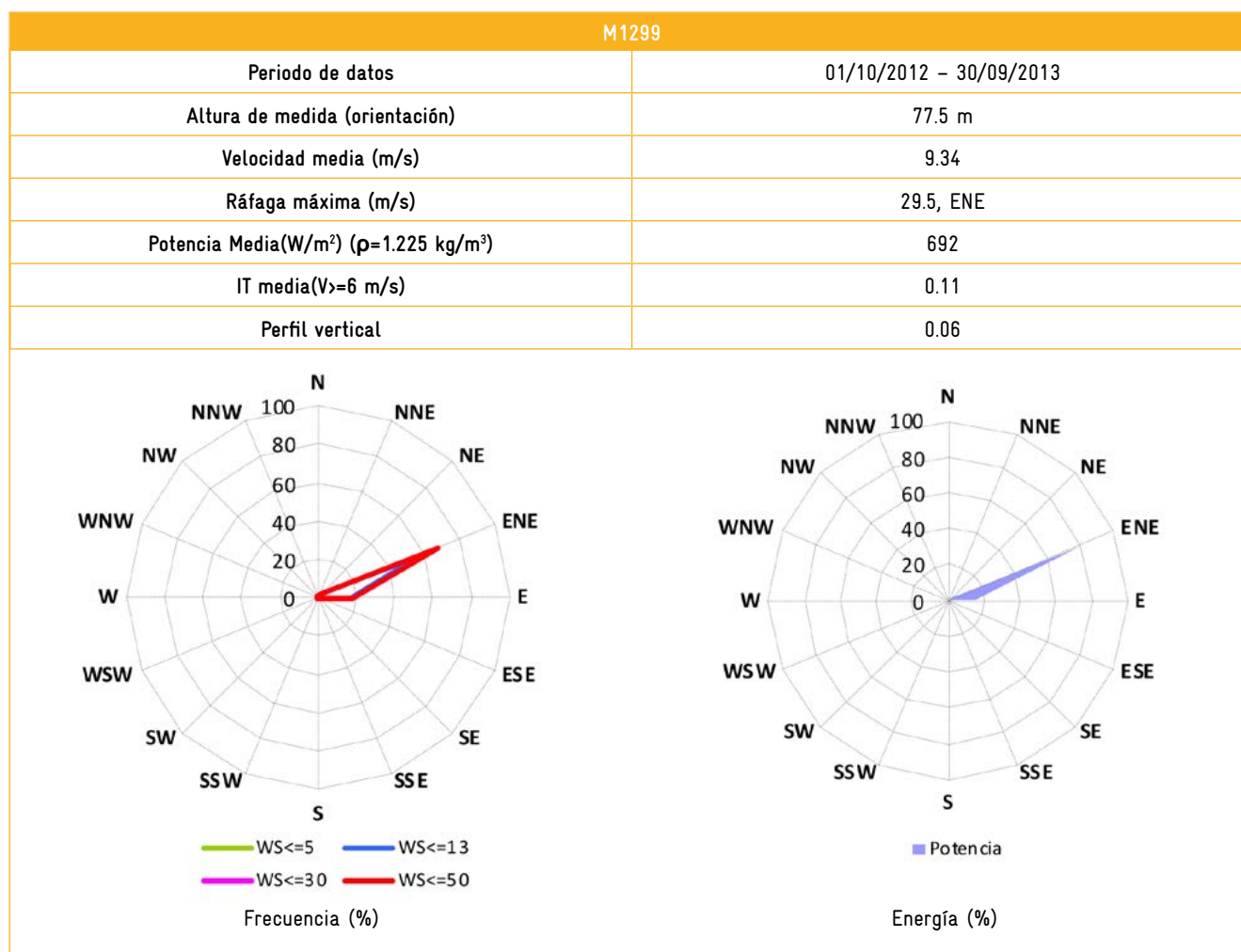
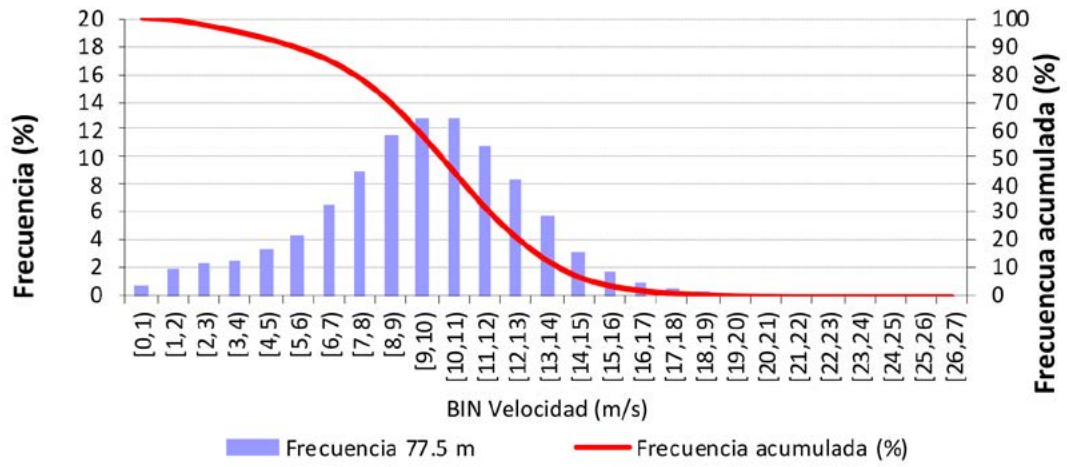
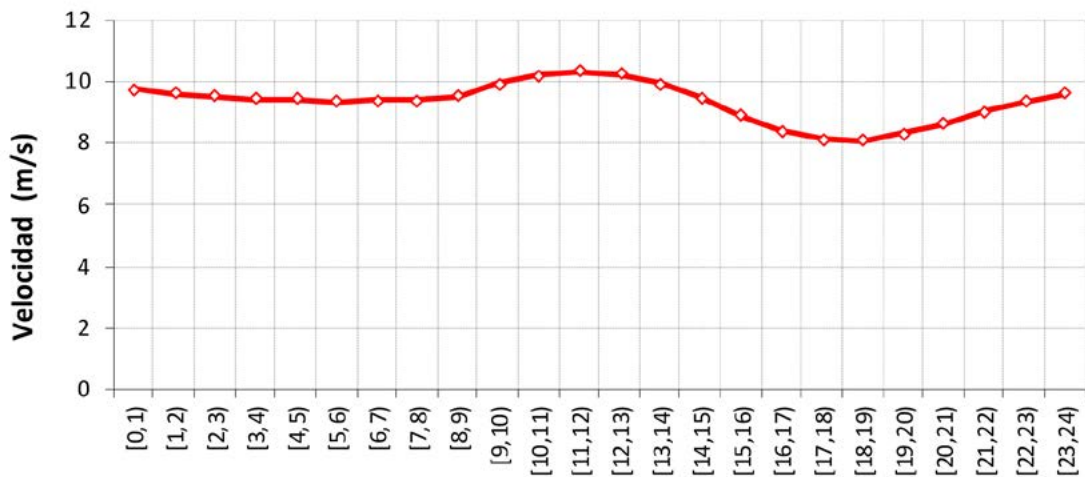


Figura 12. Resultados de las medidas de M1299.

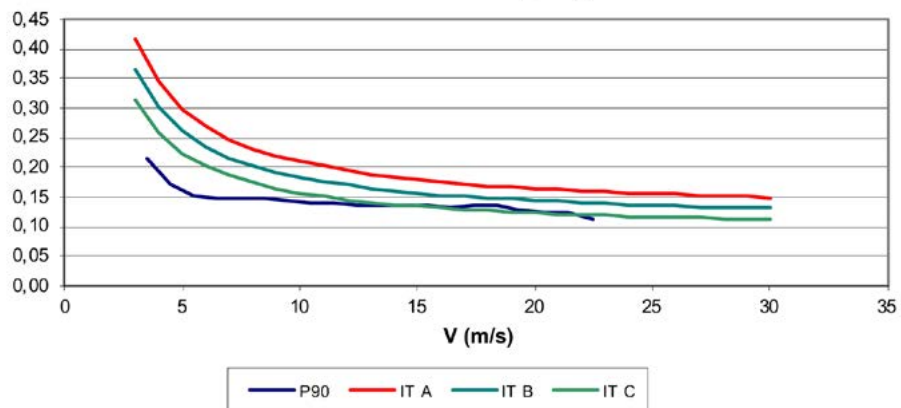


Distribución de la velocidad del viento



Día promedio (UTC -4)

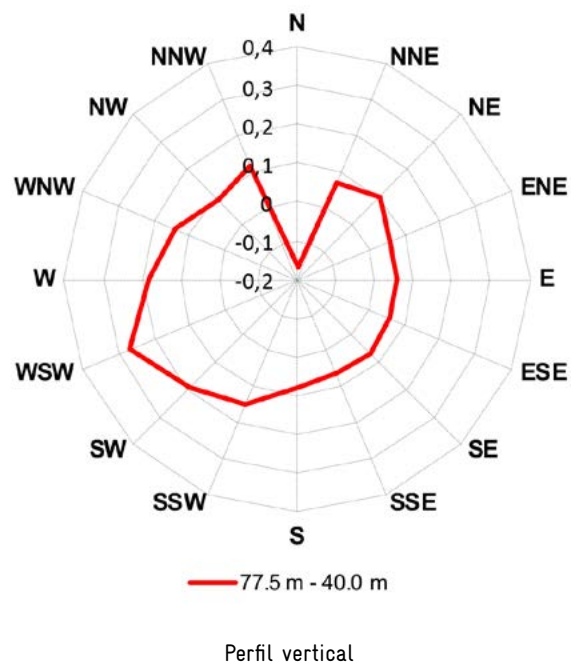
Intensidad de Turbulencia (Ed. 3)



Turbulencia característica

Continuación de la figura 12. Resultados de las medidas de M1299.

SECTOR	77.5 m - 40 m
N	-0.17
NNE	0.07
NE	0.1
ENE	0.06
E	0.06
ESE	0.06
SE	0.07
SSE	0.06
S	0.08
SSW	0.15
SW	0.19
WSW	0.27
W	0.18
WNW	0.14
NW	0.09
NNW	0.12
MEDIA	0.06



Continuación de la figura 12. Resultados de las medidas de M1299.

4.7. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 7: SOLITARIA 1

velocidad media mensual del viento, así como la disponibilidad en porcentaje para cada nivel de medida y un perfil vertical medio.

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación, obtenidos a partir de una resolución mensual de datos. Se observan características principales de la estación,

Tabla 15. Características principales de la estación Solitaria 1

Mástil		SOLITARIA 1
Coordenadas	X (m)	254 086
	Y(m)	2 181 759
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	120
Características	Altura (m)	110
	Construcción	NA
	Niveles de medida de la velocidad del viento	110, 80, 60 m
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de anemómetros	Calibrados MEASNET	NA
	Calibrados NO MEASNET	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	19/10/2011
	Final	03/09/2014
	Años	2.9

4.7.1. Velocidad media mensual del viento y perfil vertical. Solitaria 1

Tabla 16. Velocidad media y disponibilidad para cada mes en todos los niveles de medida. Solitaria 1

MES	Nº observaciones diezminutales	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Ráfaga máxima
		110m	80m	60 m		
oct-11	6.84	38.3	6.40	38.3	6.10	38.3
nov-11	5.91	84.5	5.53	84.5	5.25	84.5
dic-11	6.90	89.8	6.44	89.8	6.11	89.8
ene-12	7.28	93.4	6.77	93.4	6.41	93.4
feb-12	7.74	95.7	7.23	95.7	6.86	95.7
mar-12	7.79	96.9	7.31	96.9	6.95	96.9
abr-12	6.71	88.8	6.34	88.8	6.05	88.8
may-12	6.69	94.0	6.28	94.0	5.99	94.0
jun-12	6.46	100.0	6.04	100.0	5.74	100.0

MES	N° observaciones diezminutales	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Ráfaga máxima
		110m	80m	60 m		
jul-12	8.28	100.0	7.73	100.0	7.34	100.0
ago-12	8.51	100.0	7.98	100.0	7.60	100.0
sep-12	5.90	100.0	5.55	100.0	5.30	100.0
oct-12	5.91	100.0	5.55	100.0	5.27	100.0
nov-12	4.06	99.6	3.81	99.6	3.65	99.6
dic-12	6.70	100.0	6.17	100.0	5.78	100.0
ene-13	7.76	100.0	7.20	100.0	6.79	100.0
feb-13	7.52	100.0	7.02	100.0	6.65	100.0
mar-13	5.59	100.0	5.29	100.0	5.05	100.0
abr-13	8.01	100.0	7.57	100.0	7.25	100.0
may-13	6.49	100.0	6.13	100.0	5.88	100.0
jun-13	7.52	100.0	7.03	100.0	6.69	100.0
jul-13	7.94	100.0	7.43	100.0	7.06	100.0
ago-13	7.94	100.0	7.42	100.0	7.05	100.0
sep-13	5.87	100.0	5.50	100.0	5.22	100.0
oct-13	5.67	100.0	5.29	100.0	5.00	100.0
nov-13	6.70	100.0	6.23	100.0	5.89	100.0
dic-13	7.89	100.0	7.37	100.0	6.99	100.0
ene-14	8.13	100.0	7.60	100.0	7.22	100.0
feb-14	7.84	100.0	7.34	100.0	6.99	100.0
mar-14	6.31	99.5	5.93	99.5	5.67	99.5
abr-14	7.74	100.0	7.33	100.0	7.03	100.0
may-14	7.18	100.0	6.77	100.0	6.48	100.0
jun-14	7.47	100.0	7.08	100.0	6.82	100.0
jul-14	8.29	100.0	7.85	100.0	7.55	100.0
ago-14	8.23	100.0	7.72	100.0	7.36	100.0
sep-14	7.99	9.1	7.51	9.1	7.17	9.1
ACUMULADO	7.09	98.3	6.65	98.3	6.33	98.3
Perfil vertical	0.198					

4.8. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 8: SOLITARIA 2

velocidad media mensual del viento, así como la disponibilidad en porcentaje para cada nivel de medida y un perfil vertical medio.

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación, obtenidos a partir de una resolución mensual de datos. Se observan características principales de la estación,

Tabla 17. Características principales de la estación Solitaria 2

Mástil		SOLITARIA 2
Coordenadas	X (m)	270 083
	Y(m)	2 178 979
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	139
Características	Altura (m)	110
	Construcción	NA
	Niveles de medida de la velocidad del viento	110, 80, 60, 40 m
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de anemómetros	Calibrados MEASNET	NA
	Calibrados NO MEASNET	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	13/12/2012
	Final	03/09/2014
	Años	1.7

4.8.1. Velocidad media mensual del viento y perfil vertical. Solitaria 2

Tabla 18. Velocidad media y disponibilidad para cada mes en todos los niveles de medida. Solitaria 2

MES	N° observaciones diezminutales	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Ráfaga máxima
		110m	80m	60 m		
dic-12	6.27	59.3	5.81	59.3	5.52	59.3
ene-13	7.68	93.0	7.13	93.0	6.77	93.0
feb-13	7.63	93.6	7.10	93.6	6.77	93.6
mar-13	5.95	69.3	5.61	69.3	5.40	69.3
abr-13	8.23	100.0	7.73	100.0	7.43	100.0
may-13	6.43	100.0	6.06	100.0	5.83	100.0
jun-13	8.06	100.0	7.47	100.0	7.14	100.0

MES	N° observaciones diezminutales	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Ráfaga máxima
		110m	80m	60 m		
jul-13	8.26	100.0	7.66	100.0	7.31	100.0
ago-13	8.17	100.0	7.61	100.0	7.28	100.0
sep-13	5.88	100.0	5.53	100.0	5.31	100.0
oct-13	5.68	100.0	5.30	100.0	5.06	100.0
nov-13	6.77	100.0	6.32	100.0	6.02	100.0
dic-13	7.68	100.0	7.16	100.0	6.85	100.0
ene-14	8.29	100.0	7.70	100.0	7.36	100.0
feb-14	7.70	100.0	7.18	100.0	6.87	100.0
mar-14	6.16	99.5	5.76	99.5	5.52	99.5
abr-14	7.59	100.0	7.14	100.0	6.87	100.0
may-14	7.05	100.0	6.63	100.0	6.37	100.0
jun-14	7.66	100.0	7.18	100.0	6.90	100.0
jul-14	8.31	100.0	7.81	100.0	7.52	100.0
ago-14	8.11	100.0	7.57	100.0	7.26	100.0
sep-14	7.95	9.1	7.44	9.1	7.15	9.1
ACUMULADO	7.35	97.8	6.87	97.8	6.58	97.8
PERFIL VERTICAL	0.210					

4.9. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 9: M4003

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación, obtenidos a partir de una resolución mensual

de datos. Se observan características principales de la estación, velocidad media mensual del viento, así como la disponibilidad en porcentaje para cada nivel de medida y un perfil vertical medio.

Tabla 19. Características principales de la estación M4003

	Mástil	M4003
Coordenadas	X (m)	259 270
	Y(m)	1 978 515
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	19
Características	Altura (m)	78
	Construcción	NA
	Niveles de medida de la velocidad del viento	78 (x2), 61 (x2), 39 m (x2)
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de anemómetros	Calibrados MEASNET	NA
	Calibrados NO MEASNET	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	01/06/2010
	Final	31/01/2012
	Años	1.7

4.9.1. Velocidad media mensual del viento y perfil vertical. M4003

Tabla 20. Velocidad media y disponibilidad para cada mes en todos los niveles de medida. M4003

MES	Velo- cidad (m/s)	Disponi- bilidad (%)	Velo- cidad (m/s)	Disponi- bilidad (%)	Velo- cidad (m/s)	Disponi- bilidad (%)	Velo- cidad (m/s)	Disponi- bilidad (%)	Velo- cidad (m/s)	Disponi- bilidad (%)	Velo- cidad (m/s)	Disponi- bilidad (%)
	78 m		78 m R		61 m		61 m R		39 m		39 m R	
jun-10	9.0	38.0	9.0	38.0	8.4	38.0	8.4	38.0	7.4	38.0	7.4	38.0
jul-10	7.8	100.0	7.8	100.0	7.3	100.0	7.3	100.0	6.5	100.0	6.5	100.0
ago-10	6.1	100.0	6.1	100.0	5.6	100.0	5.7	100.0	5.0	100.0	5.0	100.0
sep-10	5.6	97.0	5.5	97.0	5.2	97.0	5.2	97.0	4.7	97.0	4.7	97.0
oct-10	4.9	94.0	4.9	94.0	4.5	94.0	4.5	94.0	4.2	94.0	4.1	94.0
nov-10	6.5	100.0	6.4	100.0	6.1	100.0	6.1	100.0	5.6	100.0	5.6	100.0
dic-10	5.0	100.0	5.0	100.0	4.7	100.0	4.8	100.0	4.5	100.0	4.5	100.0
ene-11	7.1	100.0	7.0	100.0	6.6	100.0	6.6	100.0	6.0	100.0	6.0	100.0
feb-11	8.3	100.0	8.3	100.0	7.8	100.0	7.9	100.0	7.1	100.0	7.1	100.0
mar-11	6.1	100.0	6.1	100.0	5.7	100.0	5.9	100.0	5.3	100.0	5.3	100.0
abr-11	6.6	100.0	6.6	100.0	6.3	100.0	6.3	100.0	5.8	100.0	5.8	100.0
may-11	5.9	94.0	5.9	94.0	5.6	94.0	5.6	94.0	5.0	94.0	5.1	94.0
jun-11	8.0	83.0	8.0	83.0	7.5	83.0	7.5	83.0	6.8	83.0	6.7	83.0
jul-11	8.3	100.0	8.3	100.0	7.8	100.0	7.8	100.0	7.0	100.0	6.9	100.0
ago-11	7.0	100.0	7.0	100.0	6.5	100.0	6.5	100.0	5.9	100.0	5.9	100.0
sep-11	5.1	100.0	5.1	100.0	4.8	100.0	4.8	100.0	4.1	23.0	4.4	100.0
oct-11	5.4	100.0	5.4	100.0	5.0	100.0	5.0	100.0	-	0.0	4.6	100.0
nov-11	4.9	100.0	4.9	100.0	4.6	100.0	4.6	100.0	-	0.0	4.3	100.0
dic-11	6.7	100.0	6.7	100.0	6.4	100.0	6.3	100.0	-	0.0	5.8	100.0
ene-12	9.7	3.0	9.7	3.0	9.1	3.0	9.1	3.0	-	0.0	8.2	3.0
ACUMULADO	6.5	90.5	6.4	90.5	6.0	90.5	6.1	90.5	5.7	71.5	5.3	90.5
PERFIL VERTICAL	0.221											

4.10. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 10: T5

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación, obtenidos a partir de una resolución mensual

de datos. Se observan características principales de la estación, velocidad media mensual del viento, así como la disponibilidad en porcentaje para cada nivel de medida y un perfil vertical medio.

Tabla 21. Características principales de la estación T5

Mástil		T5
Coordenadas	X (m)	308 611
	Y(m)	2 197 965
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	107
Características	Altura (m)	80
	Construcción	NA
	Niveles de medida de la velocidad del viento	80, 78.5, 65, 50 m
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de anemómetros	Calibrados MEASNET	NA
	Calibrados NO MEASNET	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	01/08/2009
	Final	31/01/2011
	Años	1.5

4.10.1. Velocidad media mensual del viento y perfil vertical. T5

Tabla 22. Velocidad media y disponibilidad para cada mes en todos los niveles de medida. T5

MES	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)
	80 m		78.5 m		65 m		50 m	
ago-09	6.2	18.0	6.1	18.0	6.0	18.0	5.8	18.0
sep-09	6.4	100.0	6.3	100.0	6.1	100.0	5.9	100.0
oct-09	6.8	100.0	6.7	100.0	6.5	100.0	6.2	100.0
nov-09	5.2	100.0	5.2	100.0	5.0	100.0	4.8	100.0
dic-09	6.8	100.0	6.7	100.0	6.4	100.0	6.2	100.0
ene-10	6.0	100.0	5.9	100.0	5.7	100.0	5.5	100.0
feb-10	4.8	100.0	4.7	100.0	4.6	100.0	4.4	100.0
mar-10	5.3	100.0	5.3	100.0	5.2	100.0	5.0	100.0
abr-10	6.2	100.0	6.1	100.0	5.9	100.0	5.7	100.0

MES	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)
	80 m		78.5 m		65 m		50 m	
may-10	6.4	100.0	6.4	100.0	6.2	100.0	5.9	100.0
jun-10	6.8	100.0	6.8	100.0	6.6	100.0	6.3	100.0
jul-10	7.6	100.0	7.0	41.0	7.3	100.0	6.8	100.0
ago-10	6.0	100.0	-	0.0	5.8	100.0	5.6	100.0
sep-10	3.9	9.0	-	0.0	5.8	100.0	5.5	100.0
oct-10	-	0.0	-	0.0	4.9	100.0	4.6	100.0
nov-10	-	0.0	-	0.0	6.2	100.0	5.9	100.0
dic-10	-	0.0	-	0.0	4.9	100.0	4.6	100.0
ene-11	-	0.0	-	0.0	6.0	43.0	5.7	43.0
ACUMULADO	6.2	68.2	6.0	58.8	5.8	92.3	5.6	92.3
PERFIL VERTICAL	0.181							

4.11. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 11: T6

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación, obtenidos a partir de una resolución mensual

de datos. Se observan características principales de la estación, velocidad media mensual del viento, así como la disponibilidad en porcentaje para cada nivel de medida y un perfil vertical medio.

Tabla 23. Características principales de la estación T6

	Mástil	T6
Coordenadas	X (m)	310 306
	Y(m)	2 196 906
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	112
Características	Altura (m)	80
	Construcción	NA
	Niveles de medida de la velocidad del viento	80, 78.5, 65, 50 m
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de anemómetros	Calibrados MEASNET	NA
	Calibrados NO MEASNET	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	01/08/2009
	Final	30/06/2010
	Años	0.9

4.11.1. Velocidad media mensual del viento y perfil vertical. T6

Tabla 24. Velocidad media y disponibilidad para cada mes en todos los niveles de medida. T6

MES	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)
	80 m		78.5 m		65 m		50 m	
ago-09	6.0	31.0	5.8	48.0	6.1	26.0	5.5	48.0
sep-09	6.1	100.0	5.9	100.0		0.0	5.7	100.0
oct-09	6.6	100.0	6.4	100.0	6.3	25.0	6.1	100.0
nov-09	5.1	99.0	5.0	100.0	5.1	96.0	4.7	100.0
dic-09	6.7	100.0	6.5	100.0	6.7	94.0	6.1	100.0
ene-10	5.8	100.0	5.7	100.0	6.0	86.0	5.3	100.0
feb-10	4.5	91.0	4.4	93.0	4.5	93.0	4.2	93.0
mar-10	5.4	99.0	5.2	100.0	5.4	100.0	5.0	100.0
abr-10	6.2	100.0	6.0	100.0	6.2	100.0	5.7	100.0
may-10	6.4	99.0	6.5	90.0	6.4	100.0	5.9	100.0
jun-10	3.9	26.0	3.8	25.0	3.9	25.0	3.8	26.0
ACUMULADO	5.8	85.9	5.7	86.9	5.7	67.7	5.4	87.9
PERFIL VERTICAL	0.168							

4.12. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 12: T7

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación obtenidos a partir de resolución mensual de

los datos. Se observan características principales de la estación, velocidad media mensual del viento, así como la disponibilidad en porcentaje y perfil vertical medio para cada nivel de medida.

Tabla 25. Características principales de la estación T7

Mástil		T7
Coordenadas	X (m)	306 092
	Y(m)	2 201 403
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	26
Características	Altura (m)	80
	Construcción	NA
	Niveles de medida de la velocidad del viento	80, 78.5, 65, 50 m
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de anemómetros	Calibrados MEASNET	NA
	Calibrados NO MEASNET	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	01/08/2009
	Final	31/01/2011
	Años	1.5

4.12.1. Velocidad media mensual del viento y perfil vertical. T7

Tabla 26. Velocidad media y disponibilidad para cada mes en todos los niveles de medida. T7

MES	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)
	80 m		78.5 m		65 m		50 m	
ago-09	5.9	56.0	5.6	56.0	5.3	56.0	4.8	56.0
sep-09	6.0	100.0	5.8	100.0	5.4	100.0	4.9	100.0
oct-09	6.4	100.0	6.2	100.0	5.8	100.0	5.1	100.0
nov-09	4.9	100.0	4.8	100.0	4.6	100.0	4.1	100.0
dic-09	6.3	100.0	6.1	100.0	5.7	100.0	5.0	100.0
ene-10	5.8	100.0	5.7	100.0	5.3	100.0	4.7	100.0
feb-10	4.8	100.0	4.7	100.0	4.5	100.0	3.9	100.0
mar-10	5.2	100.0	5.2	100.0	4.9	100.0	4.3	100.0
abr-10	5.9	100.0	5.8	100.0	5.4	100.0	4.8	100.0

MES	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)
	80 m		78.5 m		65 m		50 m	
may-10	6.0	100.0	5.8	100.0	5.5	100.0	4.8	100.0
jun-10	6.4	100.0	6.2	100.0	5.8	100.0	5.1	100.0
jul-10	7.1	100.0	6.8	100.0	6.3	100.0	5.6	100.0
ago-10	6.5	34.0	5.4	100.0	5.1	100.0	4.5	100.0
sep-10	-	0.0	5.4	100.0	5.1	100.0	4.5	100.0
oct-10	-	0.0	4.5	99.0	4.3	99.0	3.8	100.0
nov-10	-	0.0	6.1	100.0	5.7	100.0	5.0	100.0
dic-10	-	0.0	4.8	100.0	4.6	100.0	4.0	100.0
ene-11	-	0.0	5.7	43.0	5.4	43.0	4.7	43.0
ACUMULADO	5.9	91.5	5.6	94.3	5.3	94.3	4.6	94.4
PERFIL VERTICAL	0.202							

4.13. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 13: 6501

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación obtenidos a partir de resolución mensual de

los datos. Se observan características principales de la estación, velocidad media mensual del viento, así como la disponibilidad en porcentaje y perfil vertical medio para cada nivel de medida.

Tabla 27. Características principales de la estación 6501

Mástil		6501
Coordenadas	X (m)	315 453
	Y(m)	2 188 955
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	246
Características	Altura (m)	65
	Construcción	NA
	Niveles de medida de la velocidad del viento	65, 50, 30 m
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de anemómetros	Calibrados MEASNET	NA
	Calibrados NO MEASNET	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	01/01/2002
	Final	31/07/2003
	Años	1.6

4.13.1. Velocidad media mensual del viento y perfil vertical. 6501

Tabla 28. Velocidad media y disponibilidad para cada mes en todos los niveles de medida. 6501

MES	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)
	65m		50m		30m	
ene-02	8.94	49.3	8.46	49.3	-	-
feb-02	6.77	100.0	6.35	100.0	-	-
mar-02	7.74	100.0	7.29	100.0	-	-
abr-02	6.99	100.0	6.57	100.0	-	-
may-02	7.73	100.0	7.32	100.0	-	-
jun-02	7.08	100.0	6.74	100.0	-	-
jul-02	8.77	100.0	8.44	100.0	-	-
ago-02	7.37	100.0	7.06	100.0	-	-
sep-02	5.72	100.0	5.33	100.0	-	-
oct-02	6.38	100.0	5.94	100.0	-	-
nov-02	6.02	100.0	5.54	100.0	-	-
dic-02	6.79	100.0	6.30	100.0	-	-
ene-03	5.32	100.0	4.97	100.0	-	-
feb-03	6.70	100.0	6.28	100.0	-	-
mar-03	6.53	100.0	6.16	100.0	-	-
abr-03	5.57	74.6	5.21	75.4	-	-
may-03	7.49	57.8	7.23	69.0	-	-
jun-03	8.62	82.2	7.83	100.0	-	-
jul-03	7.10	4.3	7.85	14.3	-	-
ACUMULADO	6.97	87.8	6.58	89.9	6.06	90
PERFIL VERTICAL	0.221					

4.14. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EÓLICA 14: 6502

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación obtenidos a partir de resolución mensual de

los datos. Se observan características principales de la estación, velocidad media mensual del viento, así como la disponibilidad en porcentaje y perfil vertical medio para cada nivel de medida.

Tabla 29. Características principales de la estación 6502

	Mástil	6502
Coordenadas	X (m)	311 537
	Y(m)	2 196 169
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	26
Características	Altura (m)	65
	Construcción	NA
	Niveles de medida de la velocidad del viento	65, 50, 30 m
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de anemómetros	Calibrados MEASNET	NA
	Calibrados NO MEASNET	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	01/11/2001
	Final	31/12/2002
	Años	1.2

4.14.1. Velocidad media mensual del viento y perfil vertical. 6502

Tabla 30. Velocidad media y disponibilidad para cada mes en todos los niveles de medida. 6502

MES	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)	Velocidad (m/s)	Disponibilidad (%)
	65m		50m		30m	
nov-01	4.32	80.1	3.96	80.1	-	-
dic-01	5.24	100.0	4.75	100.0	-	-
ene-02	6.07	100.0	4.98	100.0	-	-
feb-02	6.14	99.6	5.56	99.6	-	-
mar-02	6.57	100.0	5.90	100.0	-	-
abr-02	5.91	100.0	5.43	100.0	-	-
may-02	6.71	100.0	6.06	100.0	-	-
jun-02	6.65	100.0	6.03	100.0	-	-
jul-02	7.67	100.0	6.95	100.0	-	-
ago-02	6.36	100.0	5.79	100.0	-	-
sep-02	5.26	96.4	4.74	96.4	-	-
oct-02	5.31	100.0	4.82	100.0	-	-
nov-02	4.71	69.9	4.27	69.9	-	-
dic-02	6.75	40.7	6.00	40.7	-	-
ene-03	4.32	80.1	3.96	80.1	-	-
ACUMULADO	5.90	91.1	5.31	91.1	5.01	91.1
PERFIL VERTICAL	0.211					

4.15. ESTACIÓN METEOROLÓGICA SOLAR 1: AMINA BANELINO

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación.

Tabla 31. Características principales de la estación Amina Banelino

	Mástil	AMINA BANELINO
Coordenadas	X (m)	293 456
	Y(m)	2 162 335
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	90
Características	Altura (m)	NA
	Construcción	NA
	Niveles de medida de radiación	NA
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de piranómetros	Calibrados	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	01/01/2022
	Final	01/03/2023
	Años	1.2

4.15.1. Irradiancia mensual. Amina Banelino.

A partir de los datos horarios de irradiancia (W/m^2) se calcula el nivel de irradiación (kWh/m^2) mensual en la estación.

Tabla 32. Irradiación total para cada mes. Amina Banelino

MES	Nº observaciones horarias	Irradiancia total (kWh/m^2)
ene-22	744	120.5
feb-22	672	130.9
mar-22	744	169.8
abr-22	720	192.9
may-22	744	196.2
jun-22	720	198.0
jul-22	744	198.3
ago-22	744	190.6
sep-22	720	169.7
oct-22	744	151.4
nov-22	720	122.1
dic-22	704	103.2
ene-23	590	80.9
feb-23	672	132.8
mar-23*	23*	5.5*
ACUMULADO	10005	2162.9

* Meses con baja disponibilidad

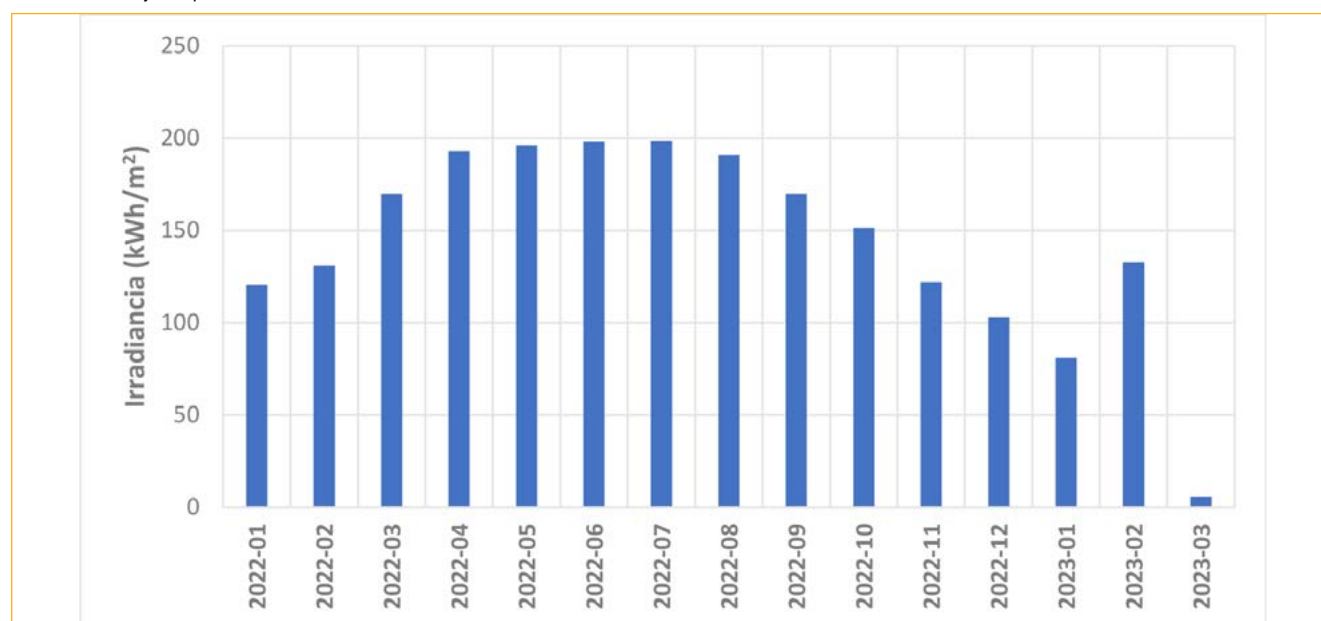


Figura 13. Irradiación total mensual. Amina Banelino

La irradiación promedio diaria presente durante un año completo, año de medición 2022, se muestra en la siguiente figura.

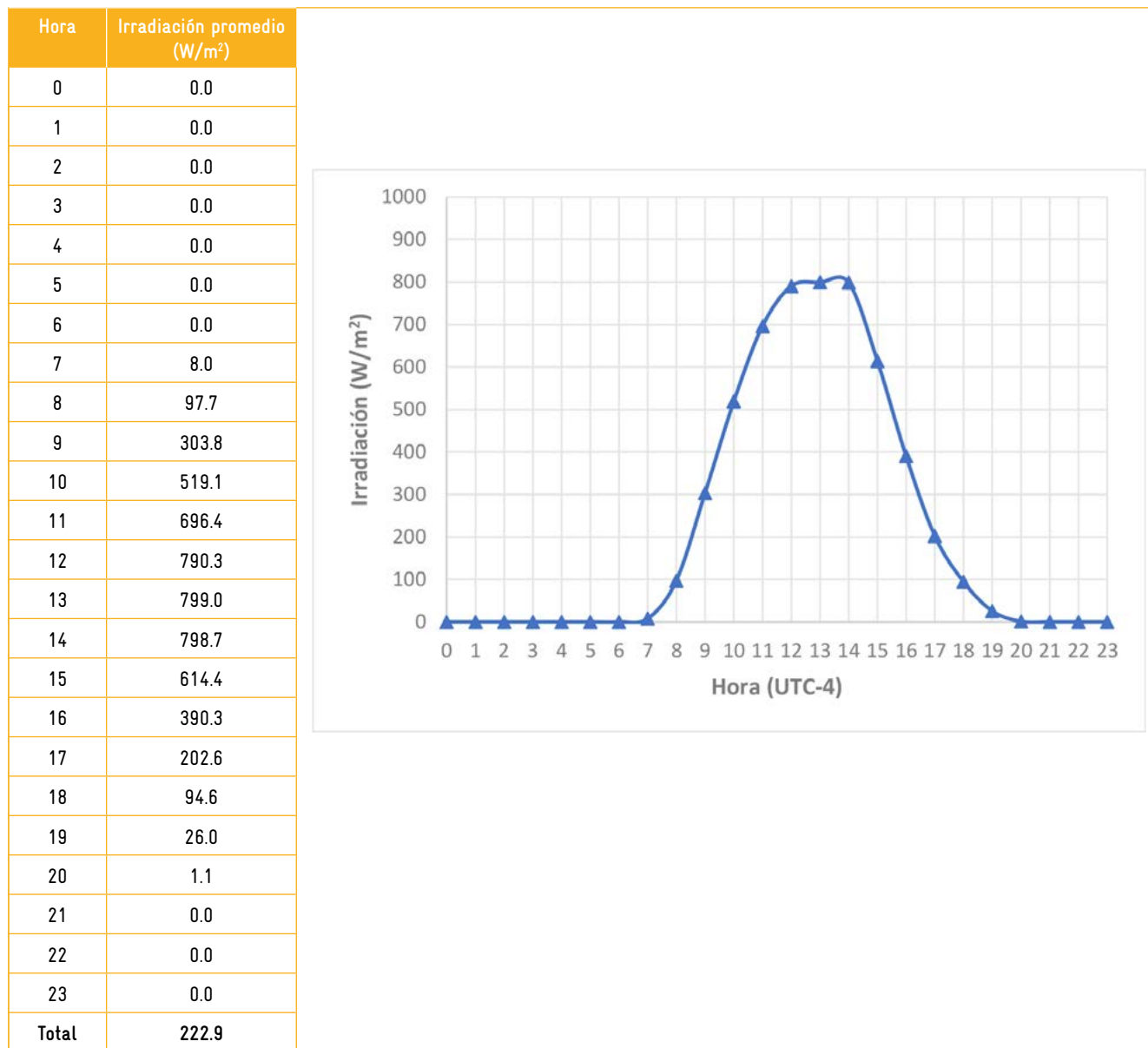


Figura 14. Irradiación media diaria (W/m²) para el año 2022. Amina Banelino.

4.16. ESTACIÓN METEOROLÓGICA SOLAR 2: HATILLO PALMA BANELINO

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación.

Tabla 33. Características principales de la estación Hatillo Palma Banelino

	Mástil	HATILLO PALMA BANELINO
Coordenadas	X (m)	267 823
	Y(m)	2 175 497
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	58
Características	Altura (m)	NA
	Construcción	NA
	Niveles de medida de radiación	NA
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de piranómetros	Calibrados	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	01/01/2022
	Final	01/03/2023
	Años	1.2

4.16.1. Irradiancia mensual. Hatillo Palma Banelino.

A partir de los datos horarios de irradiancia (W/m^2) se calcula el nivel de irradiación (kWh/m^2) mensual en la estación.

Tabla 34. Irradiación total para cada mes. Hatillo Palma Banelino

MES	N° observaciones horarias	Irradiancia total (kWh/m^2)
ene-22	744	112.5
feb-22	672	128.2
mar-22	744	155.3
abr-22	720	161.5
may-22	744	162.8
jun-22	720	165.7
jul-22	744	166.3
ago-22	744	161.2
sep-22	720	147.4
oct-22	744	138.6
nov-22	720	122.1
dic-22	744	115.6
ene-23	744	120.3
feb-23	672	127.4
mar-23*	23*	4.8*
ACUMULADO	10199	1989.7

* Meses con baja disponibilidad

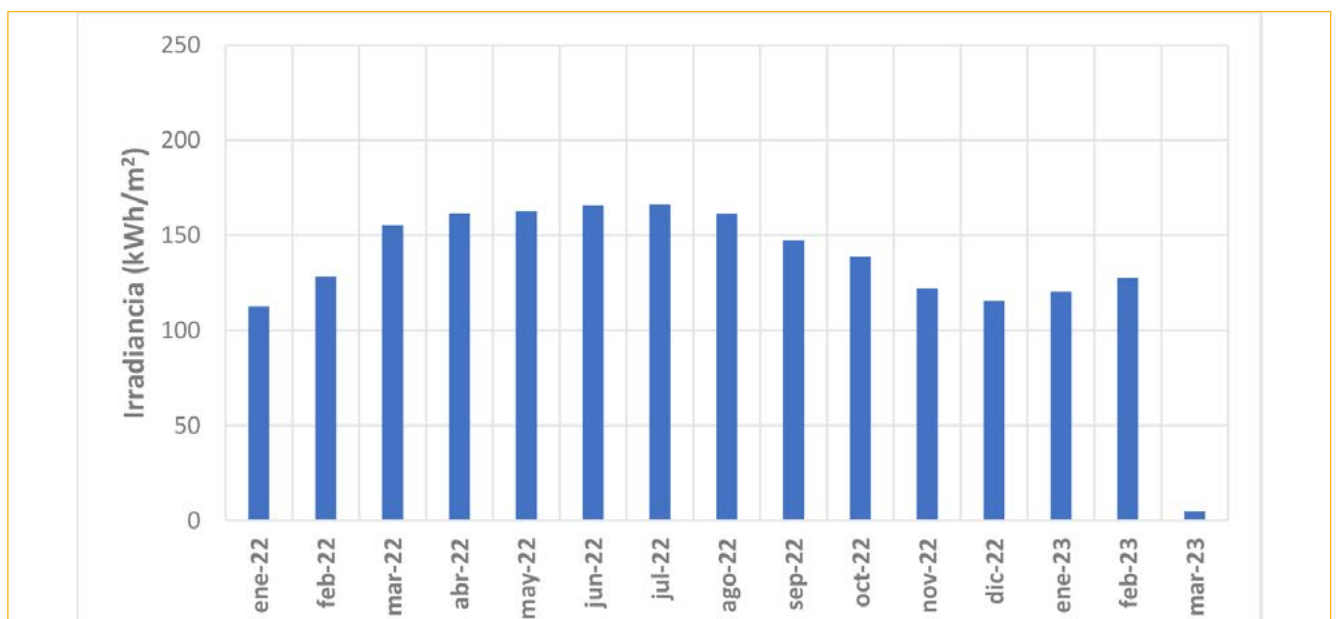


Figura 15. Irradiación total mensual. Hatillo Palma Banelino.

La irradiación promedio diaria presente durante un año completo, año de medición 2022, se muestra en la siguiente figura.

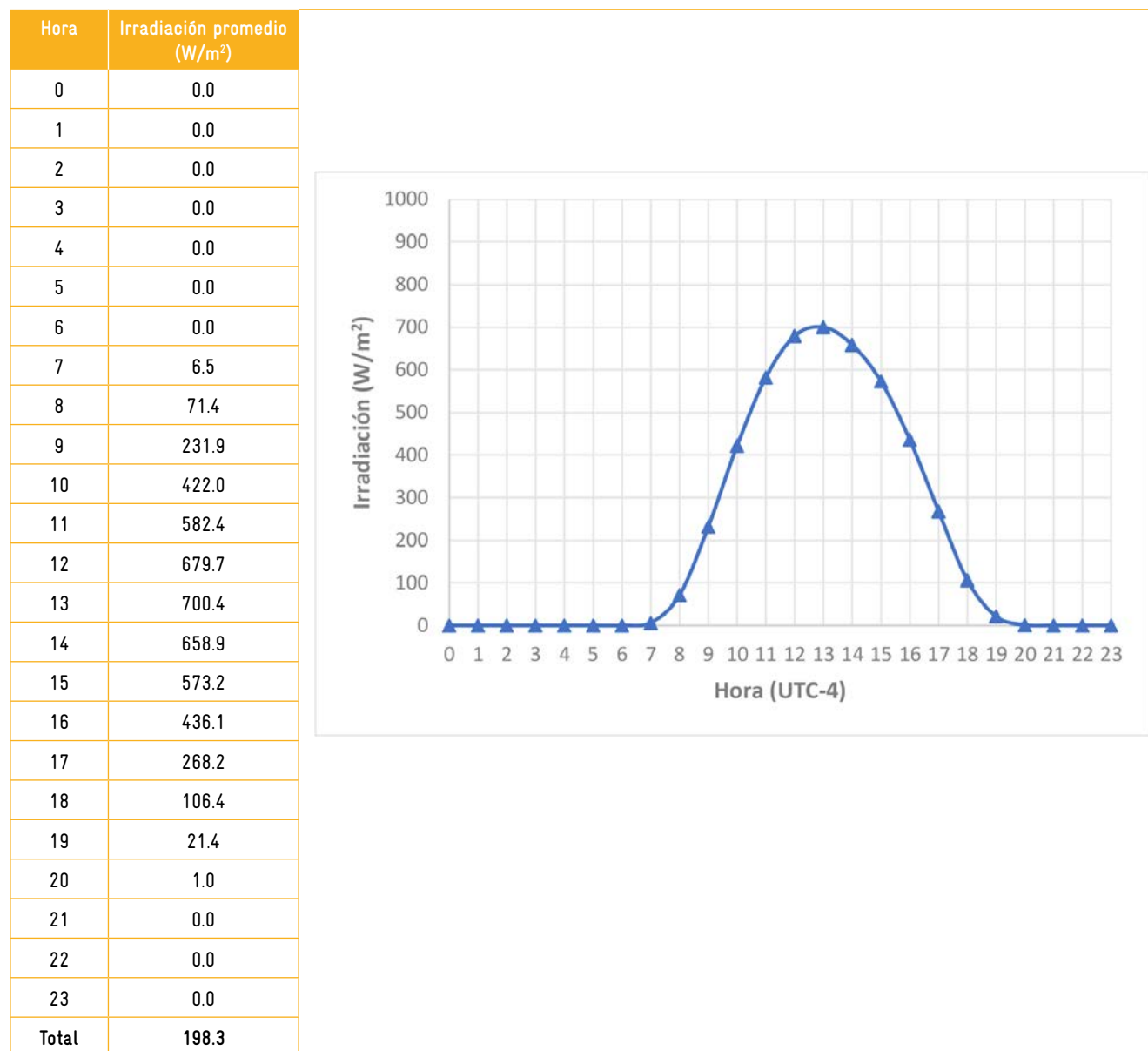


Figura 16. Irradiación media diaria (W/m²) para el año 2022. Hatillo Palma Banelino.

4.17. ESTACIÓN METEOROLÓGICA SOLAR 3: HATO AL MEDIO

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación.

Tabla 35. Características principales de la estación Hato al Medio

Mástil		HATO AL MEDIO
Coordenadas	X (m)	257 039
	Y(m)	2 177 404
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	41
Características	Altura (m)	NA
	Construcción	NA
	Niveles de medida de radiación	NA
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de piranómetros	Calibrados	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	01/01/2022
	Final	01/03/2023
	Años	1.2

4.17.1. Irradiancia mensual. Hato al Medio.

A partir de los datos horarios de irradiancia (W/m^2) se calcula el nivel de irradiación (kWh/m^2) mensual en la estación.

Tabla 36. Irradiación total para cada mes. Hato al Medio

MES	Nº observaciones horarias	Irradiancia total (kWh/m^2)
ene-22	744	129.8
feb-22	672	131.0
mar-22	744	176.2
abr-22	720	181.2
may-22	744	180.2
jun-22	720	189.8
jul-22	744	173.5
ago-22	744	172.8
sep-22	720	167.5
oct-22	744	148.7
nov-22*	531*	91.8*
dic-22	645	104.1
ene-23	744	128.1
feb-23	672	142.3
mar-23*	23*	6.1*
ACUMULADO	9911	2123.1

* Meses con baja disponibilidad

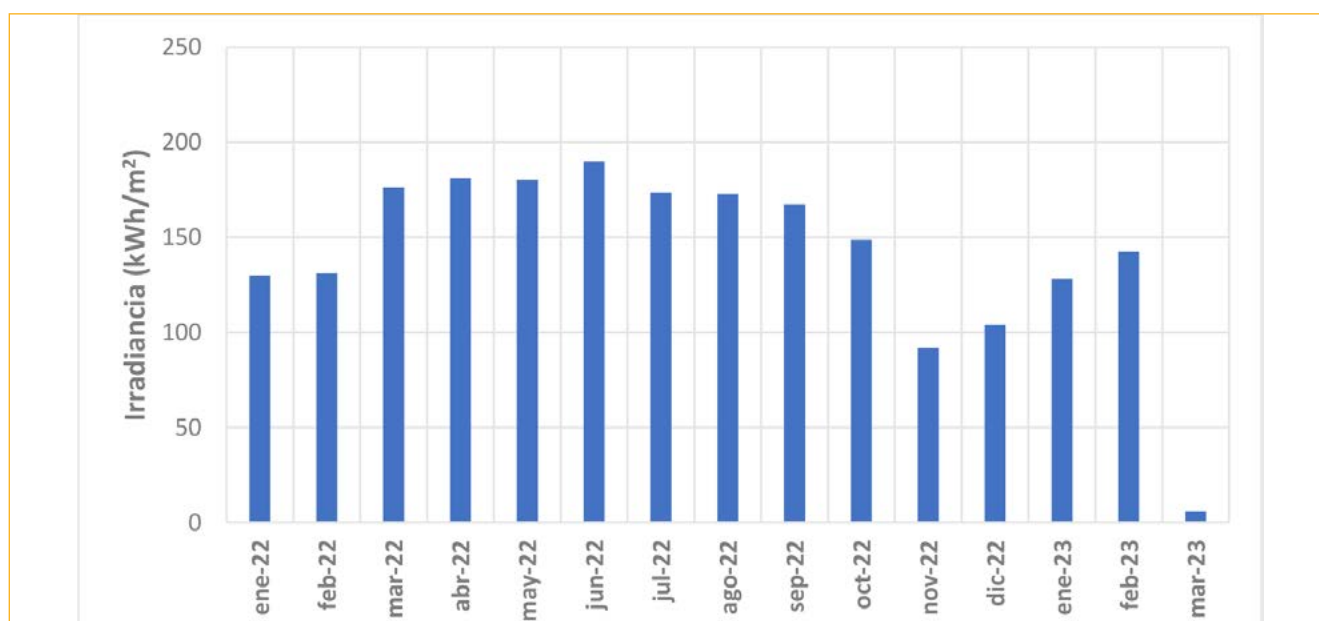


Figura 17. Irradiación total mensual. Hato al Medio.

La irradiación promedio diaria presente durante un año completo, año de medición 2022, se muestra en la siguiente figura.

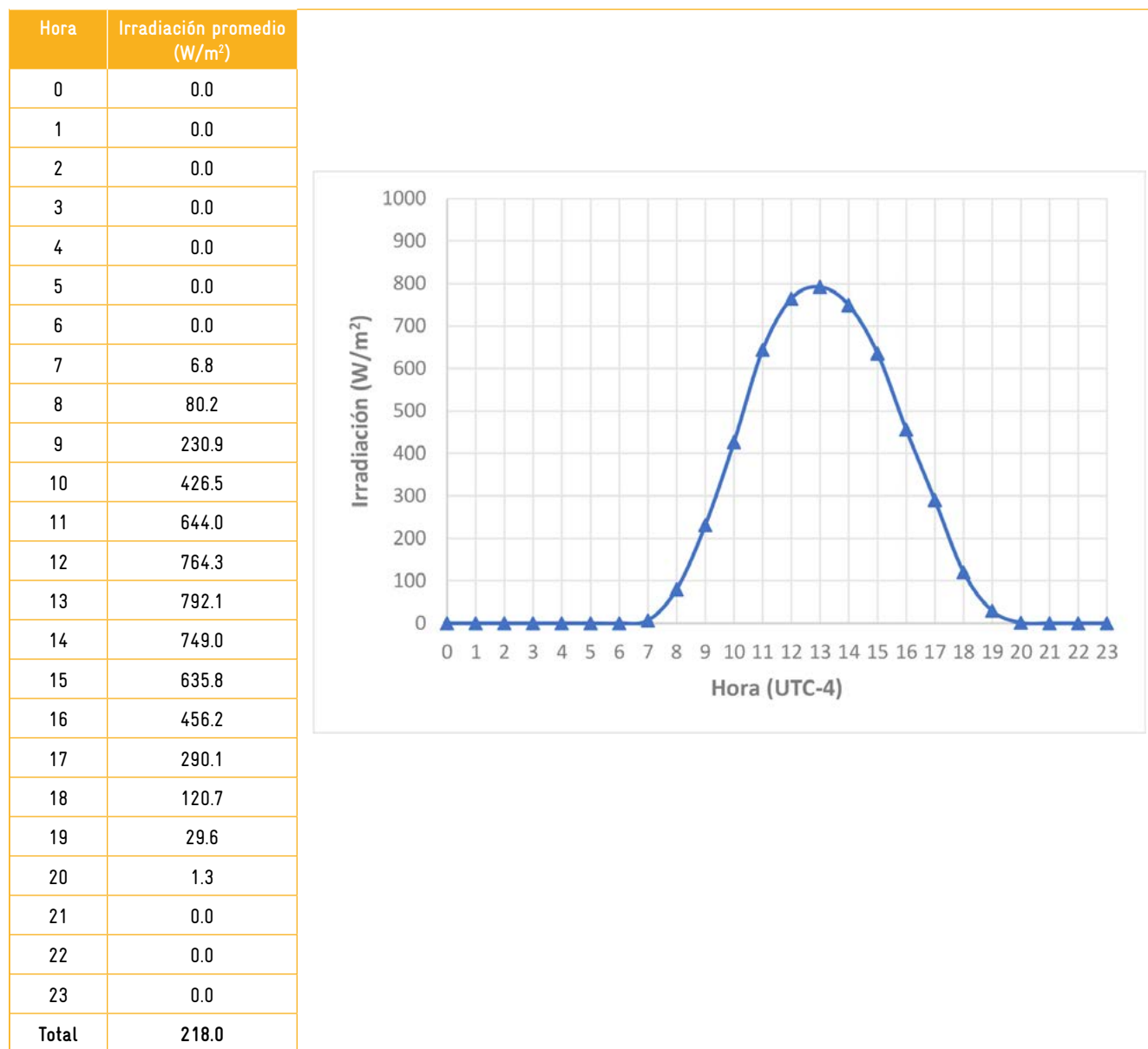


Figura 18. Irradiación media diaria (W/m²) para el año 2022. Hato al Medio.

4.18. ESTACIÓN METEOROLÓGICA SOLAR 4: LA CAIDA

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación.

Tabla 37. Características principales de la estación La Caida

Mástil		LA CAIDA
Coordenadas	X (m)	266 294
	Y(m)	2 168 910
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	61
Características	Altura (m)	NA
	Construcción	NA
	Niveles de medida de radiación	NA
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de piranómetros	Calibrados	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	01/01/2022
	Final	01/03/2023
	Años	1.2

4.18.1. Irradiancia mensual. La Caida.

A partir de los datos horarios de irradiancia (W/m^2) se calcula el nivel de irradiación (kWh/m^2) mensual en la estación.

Tabla 38. Irradiación total para cada mes. La Caida

MES	N° observaciones horarias	Irradiancia total (kWh/m^2)
ene-22	744	138.5
feb-22	672	145.8
mar-22	744	160.9
abr-22	720	162.8
may-22	744	159.6
jun-22	720	159.3
jul-22	744	164.0
ago-22	744	147.4
sep-22	720	130.6
oct-22	744	134.6
nov-22	720	135.8
dic-22	744	136.4
ene-23	744	136.2
feb-23	672	126.9
mar-23*	24*	4.5*
ACUMULADO	10200	2043.4

* Meses con baja disponibilidad

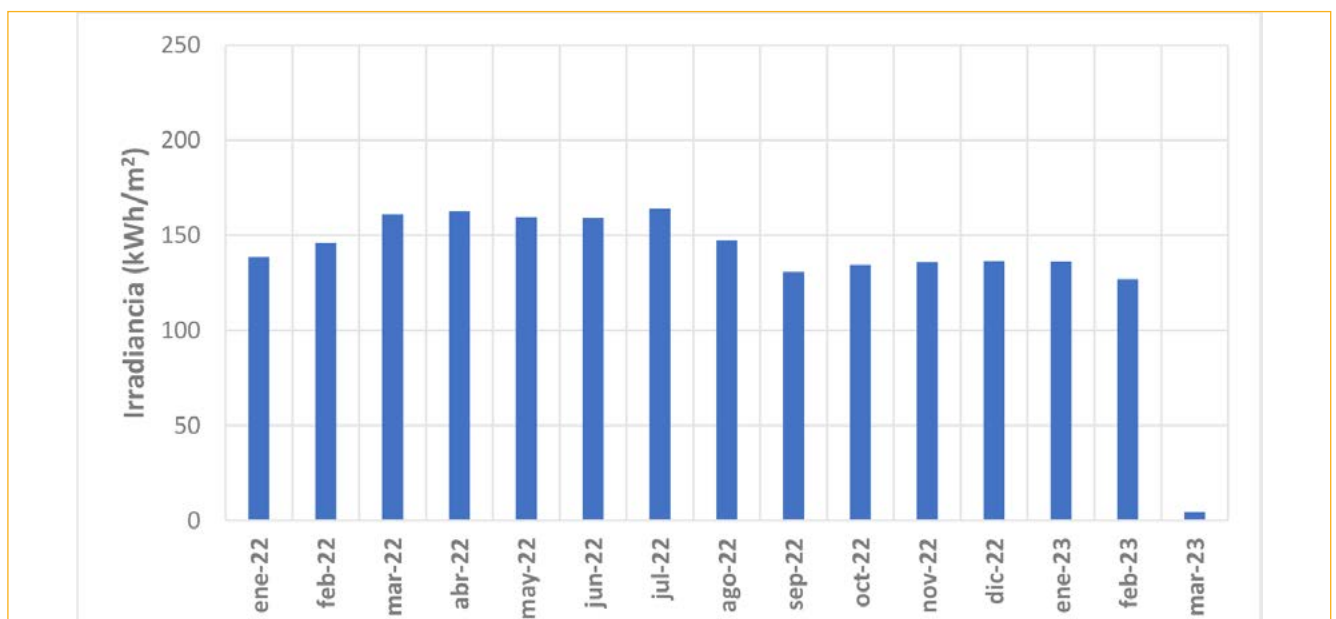


Figura 19. Irradiación total mensual. La Caida.

La irradiación promedio diaria presente durante un año completo, año de medición 2022, se muestra en la siguiente figura.

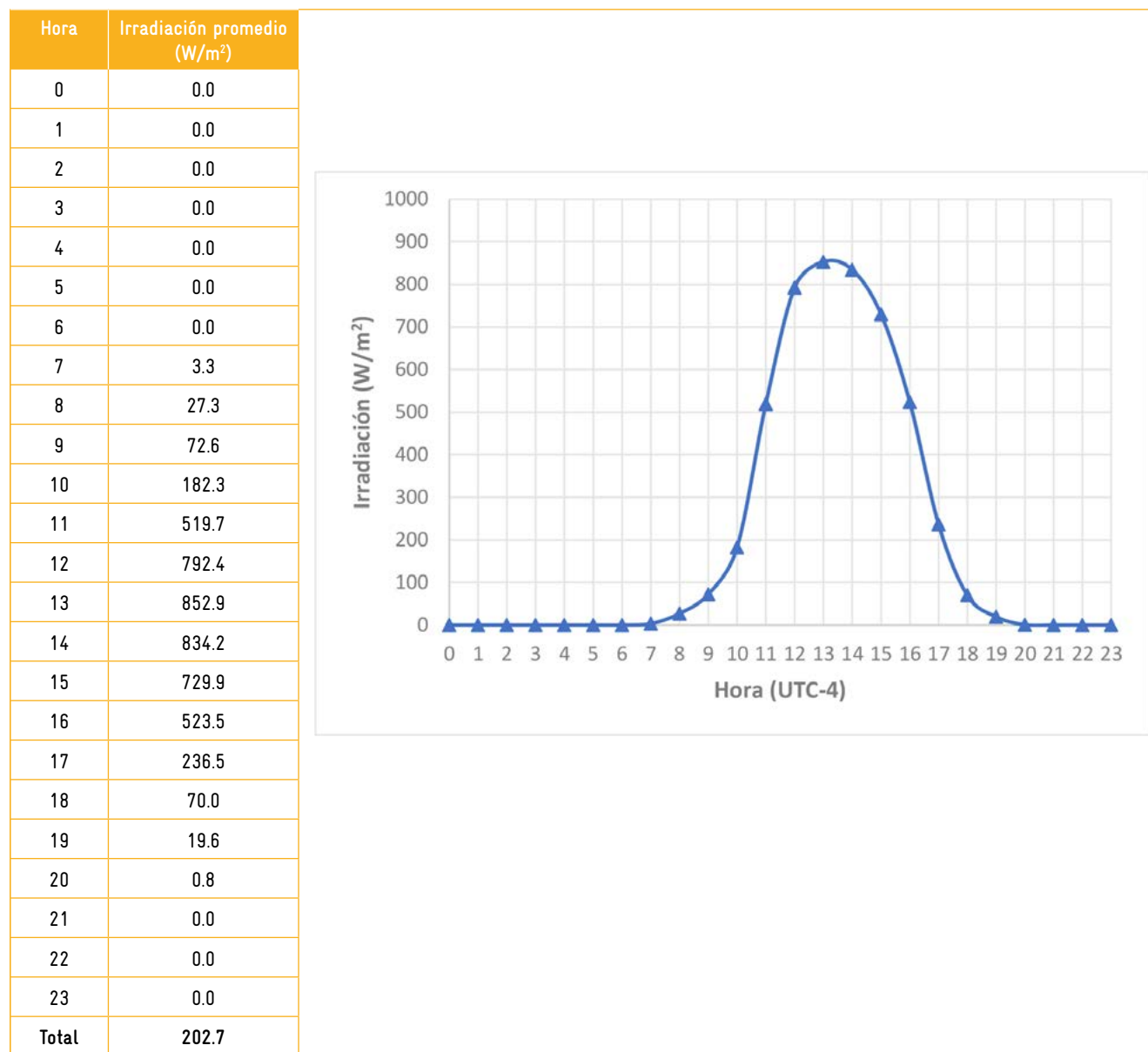


Figura 20. Irradiación media diaria (W/m²) para el año 2022. La Caida.

4.19. ESTACIÓN METEOROLÓGICA SOLAR 5: MONTECRISTI OFICINA

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación.

Tabla 39. Características principales de la estación Montecristi Oficina

	Mástil	MONTECRISTI OFICINA
Coordenadas	X (m)	222 849
	Y(m)	2 197 013
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	24
Características	Altura (m)	NA
	Construcción	NA
	Niveles de medida de radiación	NA
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de piranómetros	Calibrados	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	01/01/2022
	Final	01/03/2023
	Años	1.2

4.19.1. Irradiancia mensual. Montecristi Oficina.

A partir de los datos horarios de irradiancia (W/m^2) se calcula el nivel de irradiación (kWh/m^2) mensual en la estación.

Tabla 40. Irradiación total para cada mes. Montecristi Oficina

MES	N° observaciones horarias	Irradiancia total (kWh/m^2)
ene-22	744	139.2
feb-22	672	144.4
mar-22	744	180.3
abr-22	720	190.4
may-22	744	183.1
jun-22	720	193.4
jul-22	744	186.6
ago-22	744	184.5
sep-22	720	132.4
oct-22*	131*	11.0*
nov-22*	39*	9.2*
dic-22	744	139.1
ene-23	744	136.4
feb-23	672	149.9
mar-23*	24*	4.9*
ACUMULADO	8906	1984.6

* Meses con baja disponibilidad

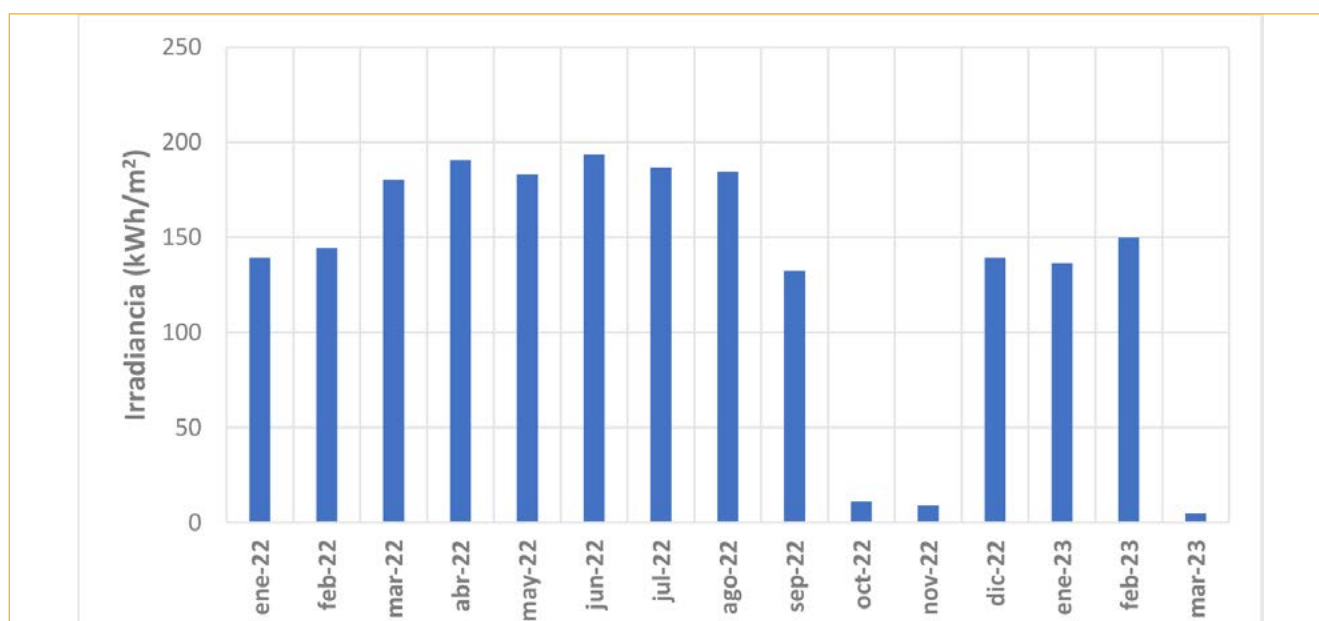


Figura 21. Irradiación total mensual. Montecristi Oficina.

La irradiación promedio diaria presente durante un año completo, año de medición 2022, se muestra en la siguiente figura.

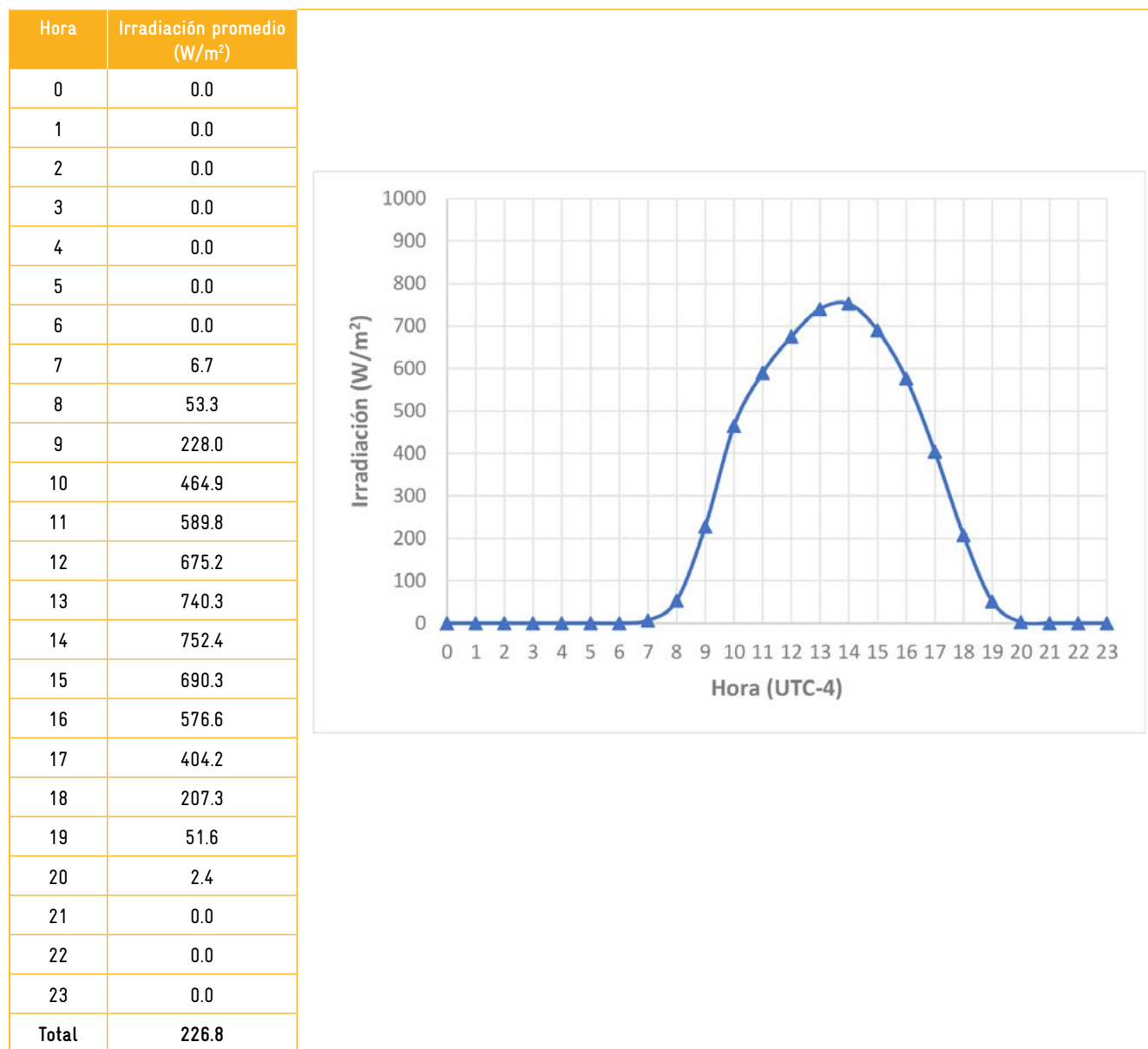


Figura 22. Irradiación media diaria (W/m²) para el año 2022. Montecristi Oficina.

4.20. ESTACIÓN METEOROLÓGICA SOLAR 6: OFICINA MAO

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación.

Tabla 41. Características principales de la estación Oficina Mao

	Mástil	OFICINA MAO
Coordenadas	X (m)	280 667
	Y(m)	2 163 995
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	90
Características	Altura (m)	NA
	Construcción	NA
	Niveles de medida de radiación	NA
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de piranómetros	Calibrados	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	01/01/2022
	Final	31/12/2022
	Años	1.0

4.20.1. Irradiancia mensual. Oficina Mao.

A partir de los datos horarios de irradiancia (W/m^2) se calcula el nivel de irradiación (kWh/m^2) mensual en la estación.

Tabla 42. Irradiación total para cada mes. Oficina Mao

MES	N° observaciones horarias	Irradiancia total (kWh/m^2)
ene-22	744	132.5
feb-22	672	136.4
mar-22	744	165.9
abr-22	720	182.1
may-22	744	180.0
jun-22	720	176.0
jul-22	744	180.5
ago-22	744	174.0
sep-22	720	166.4
oct-22	744	154.3
nov-22	720	136.6
dic-22	744	127.1
ene-23	744	127.9
feb-23	672	142.4
mar-23*	23*	5.8*
ACUMULADO	10199	2187.9

* Meses con baja disponibilidad

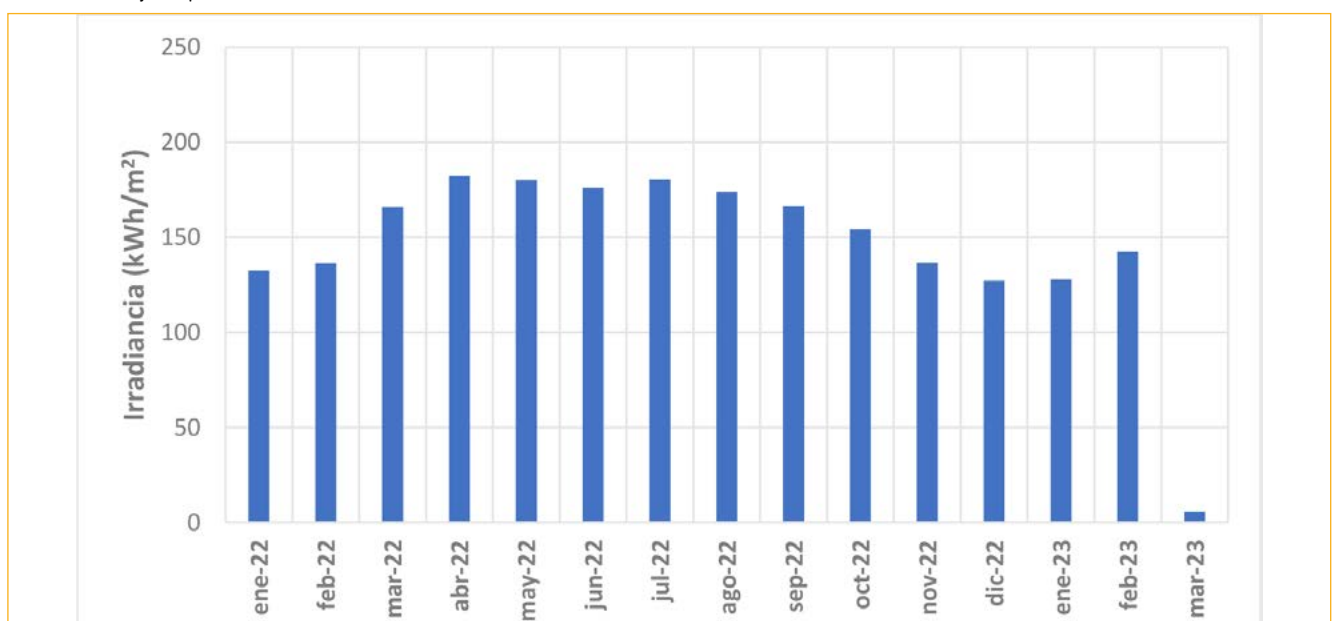


Figura 23. Irradiación total mensual. Oficina Mao.

La irradiación promedio diaria presente durante un año completo, año de medición 2022, se muestra en la siguiente figura.

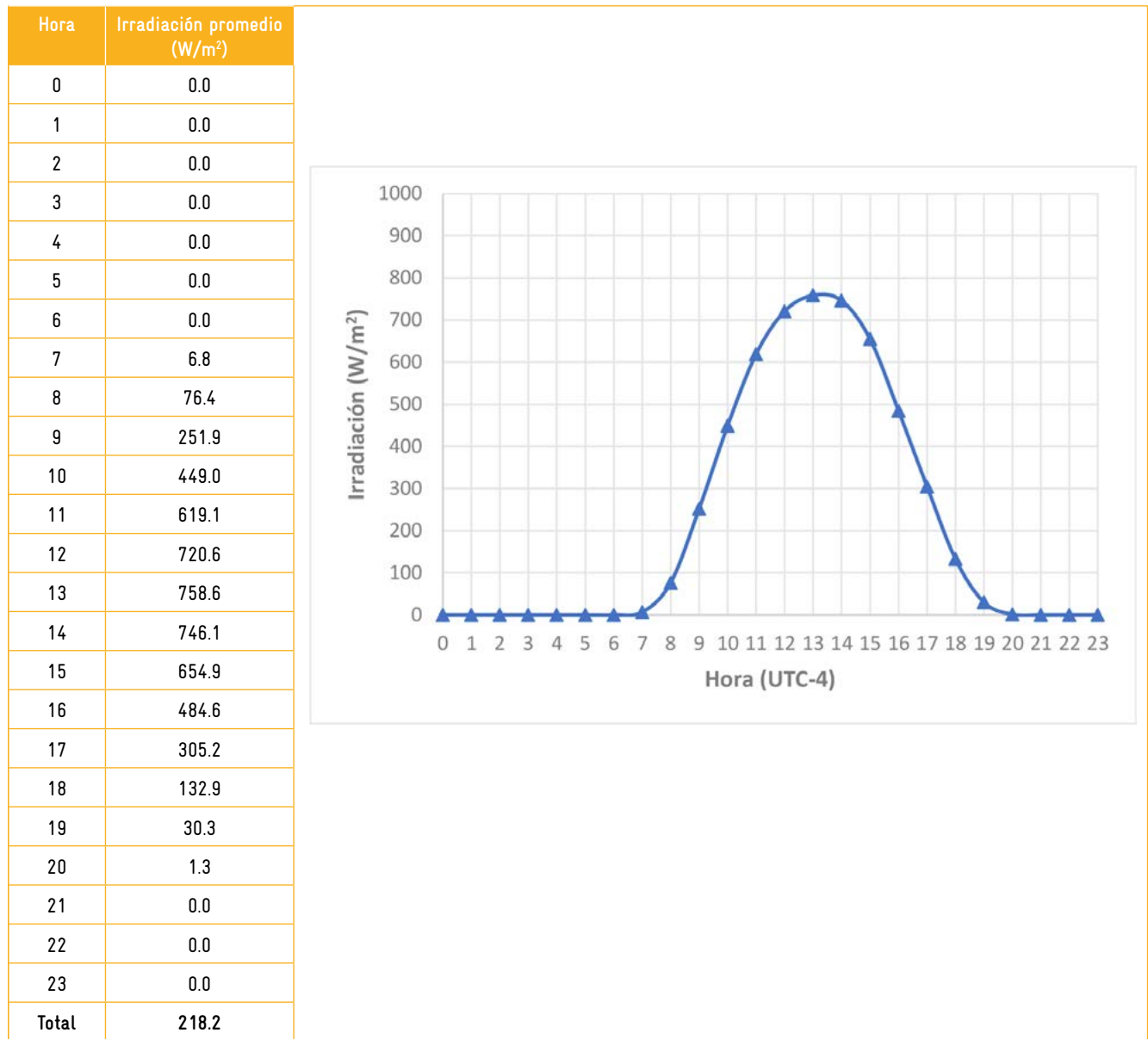


Figura 24. Irradiación media diaria (W/m²) para el año 2022. Oficina Mao.

4.21. ESTACIÓN METEOROLÓGICA SOLAR 7: RANCHO CARLOS

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación.

Tabla 43. Características principales de la estación Rancho Carlos

Mástil		RANCHO CARLOS
Coordenadas	X (m)	419 560
	Y(m)	2 076 207
	Sistema	UTM WGS84 19Q
	Altitud (m)	53
Características	Altura (m)	NA
	Construcción	NA
	Niveles de medida de radiación	NA
	Visitado por Barlovento	No
Calibración de piranómetros	Calibrados	NA
	No calibrados	NA
Periodo de datos	Inicio	11/11/2020
	Final	02/03/2023
	Años	2.3

4.21.1. Irradiancia mensual. Rancho Carlos.

A partir de los datos horarios de irradiancia (W/m^2) se calcula el nivel de irradiación (kWh/m^2) mensual en la estación.

Tabla 44. Irradiación total para cada mes. Rancho Carlos

MES	Nº observaciones horarias	Irradiancia total (kWh/m^2)
nov-20*	464*	67.0*
dic-20	744	112.2
ene-21	744	116.3
feb-21	672	125.7
mar-21	744	149.1
abr-21	720	149.1
may-21	744	153.6
jun-21	720	129.0
jul-21	744	142.9
ago-21	744	148.8
sep-21	720	162.0
oct-21	744	128.1
nov-21	720	119.4
dic-21	744	112.3
ene-22	744	122.2
feb-22	672	112.8
mar-22	744	133.3
abr-22	720	140.6
may-22	744	152.0
jun-22	720	157.7
jul-22	744	145.3
ago-22	744	139.7
sep-22	720	138.7
oct-22	744	128.3
nov-22	720	111.9
dic-22	744	117.3
ene-23	744	116.1
feb-23	672	124.3
mar-23*	42*	9.5*
ACUMULADO	20186	3665.4

* Meses con baja disponibilidad

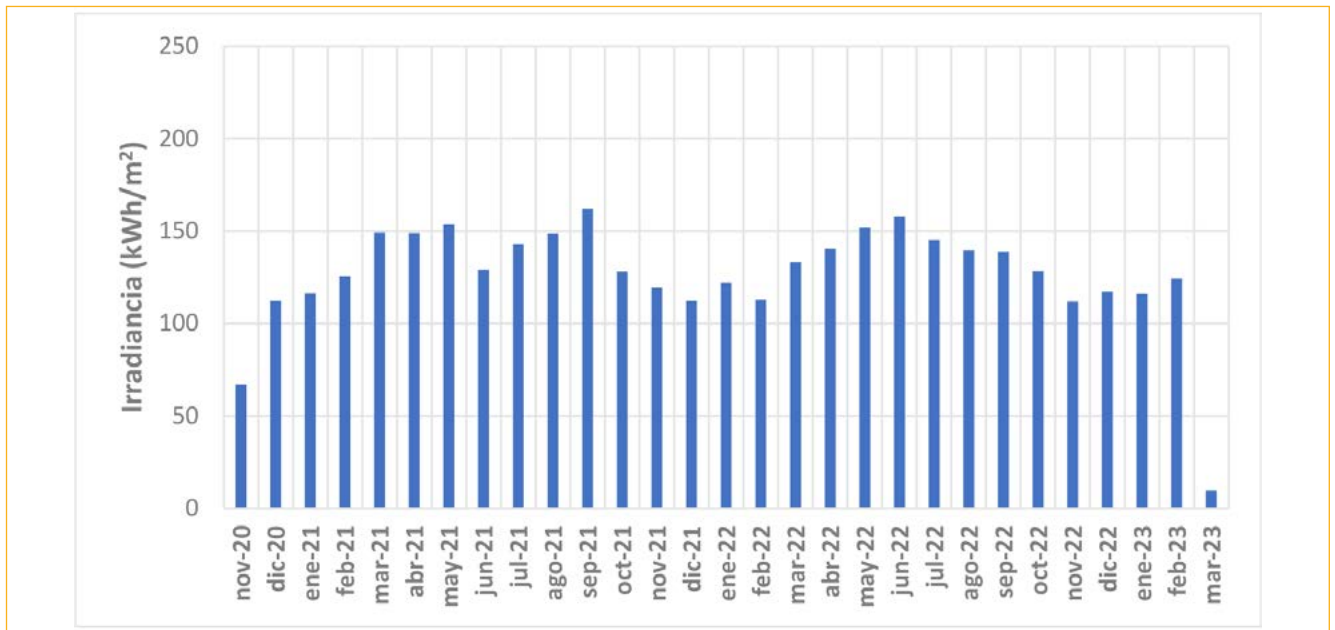


Figura 25. Irradiación total mensual. Rancho Carlos.

La irradiación promedio diaria presente durante un año completo, año de medición 2022, se muestra en la siguiente figura.

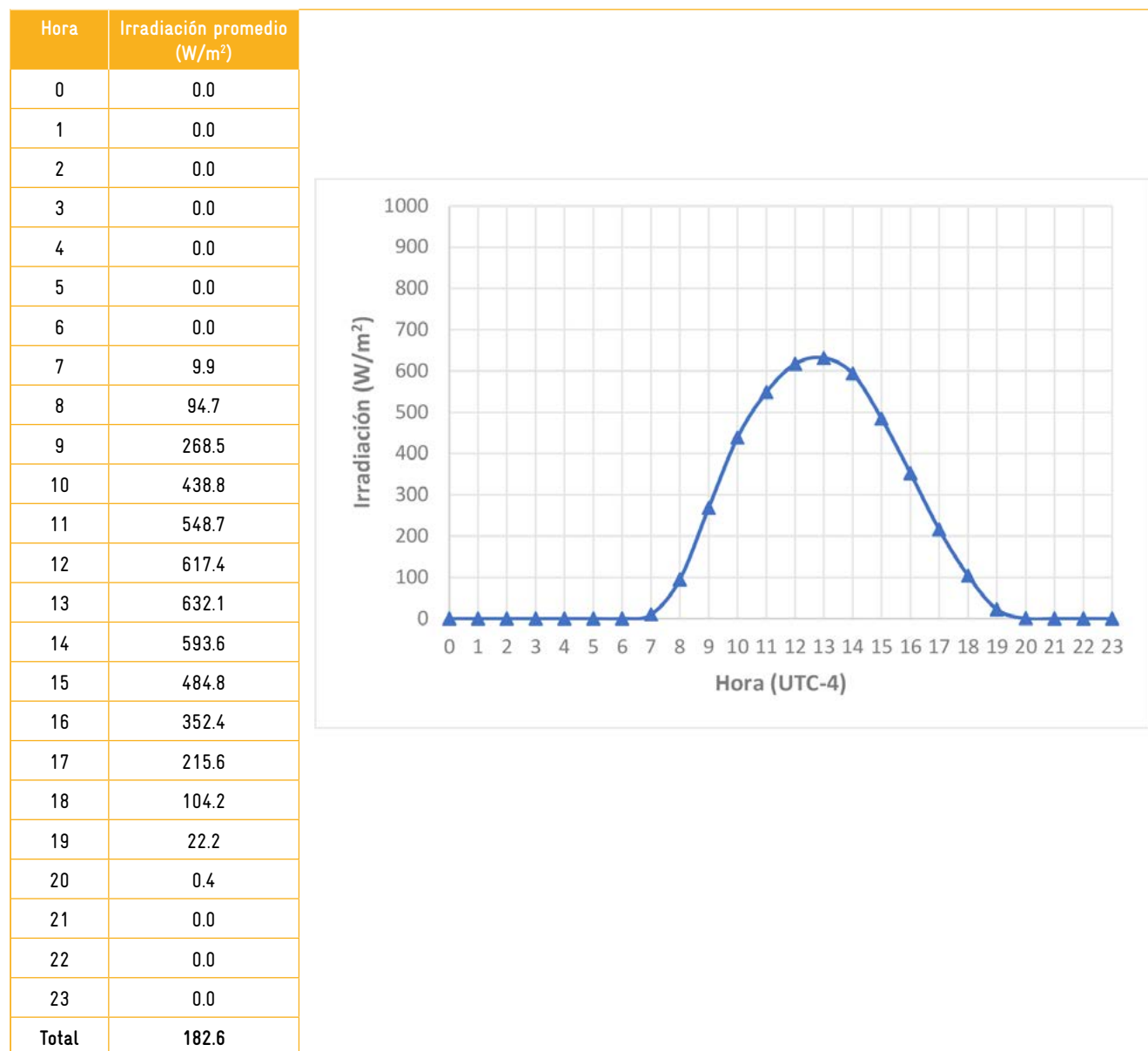


Figura 26. Irradiación media diaria (W/m²) para el año 2022. Rancho Carlos.

4.22. ESTACIONES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS VÍA SATÉLITE: OFICINA NACIONAL DE METEOROLOGÍA (ONAMET)

A continuación, se muestran los resultados principales del análisis de esta estación.

Tabla 45. Estaciones Meteorológicas ONAMET

Estación	Ubicación	Provincia	Coordenadas (UTM WGS84 19Q)	
			X (m)	Y (m)
Arroyo Barril	Aeropuerto de Arroyo Barril	Samaná	454 622	2 123 013
Catey	Aeropuerto del Catey	Samaná	422 903	2 130 535
Los Montes	Los Montones, San José de las Matas	Santiago	297 701	2 133 900
San Juan	San Juan	San Juan de la Maguana	259 985	2 081 910
Monte Plata	Monte Plata	Monte Plata	417 644	2 079 145
El Pozo	La Factoría	María Trinidad Sanchez	406 886	2 129 874
Sede Central	Oficina ONAMET	Santo Domingo Este	408 087	2 042 774
El Higuero	Aeropuerto del Higuero	Santo Domingo Norte	395 681	2 053 013
San Juan*	San Juan	San Juan de la Maguana	259 982	2 081 689
Valle Nuevo	Constanza	La Vega	326 344	2 077 681

*Coordenadas no verificadas

En la siguiente tabla se muestra la irradiación solar mensual, en W/m^2 , para un año tipo definido por la ONAMET.

Tabla 46. Irradiación solar total mensual en un año tipo. Estaciones Meteorológicas ONAMET

Irradiación solar (W/m^2)												
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Arroyo Barril	1005.4	1184.1	1114.0	1207.4	1164.3	1087.4	1071.4	1056.7	1070.1	912.2	877.2	986.3
Catey	891.5	1101.4	1051.0	1107.1	1436.6	1075.5	1213.9	1220.7	1079.1	1043.5	882.4	916.0
Los Montes	890.0	931.8	1110.4	1146.5	1179.4	1121.8	1148.3	1180.8	1110.6	970.4	861.6	782.0
San Juan	875.6	1002.2	1141.3	1128.3	1219.3	1105.8	1092.5	1105.1	1108.2	986.9	873.0	832.0
Monte Plata	954.7	963.8	997.7	1006.4	1049.9	1029.2	1123.7	1194.3	1162.9	1122.6	1006.0	919.9
El Pozo	966.0	1312.2	1318.3	1226.7	1274.0	1274.8	1201.2	1134.2	971.8	1039.5	918.9	1107.2
Sede Central	772.3	899.3	958.9	940.3	996.6	857.4	959.1	950.2	876.4	829.6	983.8	875.8
El Higuero	791.7	855.7	1195.1	1287.8	1109.4	1057.9	1016.1	1091.4	1010.8	815.0	884.0	907.5
San Juan*	1095.6	1001.2	1166.4	1260.2	1219.3	1177.7	1124.2	1173.0	1066.6	1199.8	873.0	807.6
Valle Nuevo	1046.6	1134.4	1389.9	1266.3	1250.3	1215.4	1147.3	1282.8	1281.5	1148.2	944.4	1044.7
MEDIA	928.9	1038.6	1144.3	1157.7	1189.9	1100.3	1109.8	1138.9	1073.8	1006.8	910.4	917.9

* Coordenadas no verificadas

De la tabla anterior, se asume que los datos han sido recopilados de forma diezminutal y el valor presentado en la tabla anterior corresponde a la suma mensual de irradiación en el año tipo definido. Durante la validación del Atlas Solar se valorará el uso de estas estaciones.

A person wearing a red jacket is shown from the side, holding a laptop. The person's hands are on the keyboard, and they appear to be working. The background is a blurred view of solar panels in a field, with a bright sunset or sunrise sky in shades of orange and yellow. The overall scene suggests a professional working in a renewable energy or data analysis field.

5. SERIES DE DATOS FINALES EMPLEADAS PARA LA VALIDACIÓN

A partir de la información disponible y del análisis de datos realizado, se han seleccionado aquellos datos meteorológicos que pueden aportar información relevante para el desarrollo del proyecto. Se ha prestado especial atención a la posible influencia de obstáculos (sombras) en las estaciones solares, debido a este análisis algunas de ellas han sido descartadas para la validación.

Las siguientes tablas muestran las series de datos seleccionadas finalmente:

Tabla 47. Series meteorológicas finales seleccionadas para la validación.

Estación	Validación del Atlas	Comentarios
Brazo Derecho 2	Atlas eólico	-
Tierra Nueva 3	Atlas eólico	-
Solitaria 1	Atlas eólico	Solamente hay disponibles medias mensuales
Solitaria 2	Atlas eólico	Solamente hay disponibles medias mensuales
M4001	Atlas eólico	
M4003	Atlas eólico	Solamente hay disponibles medias mensuales
M4004	Atlas eólico	-
M1299 – Larimar 1	Atlas eólico	-
M0201 – Larimar 2	Atlas eólico	-
T5	Atlas eólico	Solamente hay disponibles medias mensuales
T6	Atlas eólico	Solamente hay disponibles medias mensuales
T7	Atlas eólico	Solamente hay disponibles medias mensuales
6501	Atlas eólico	Solamente hay disponibles medias mensuales
6502	Atlas eólico	Solamente hay disponibles medias mensuales
Amina Banelino	Atlas solar	Descartado por sombreado
Hatillo Palma Banelino	Atlas solar	-
Hato al Medio	Atlas solar	-
La Caida	Atlas solar	Descartado por baja disponibilidad
Montecristi Oficina	Atlas solar	Descartado por baja disponibilidad
Oficina Mao	Atlas solar	-
Rancho Carlos	Atlas solar	Descartado por sombreado
Estaciones Automáticas ONAMET	Atlas solar	Solamente hay 1 año tipo. Se valorará su uso en la siguiente etapa.

La figura siguiente muestra un mapa de las estaciones seleccionadas a lo largo del país completo:

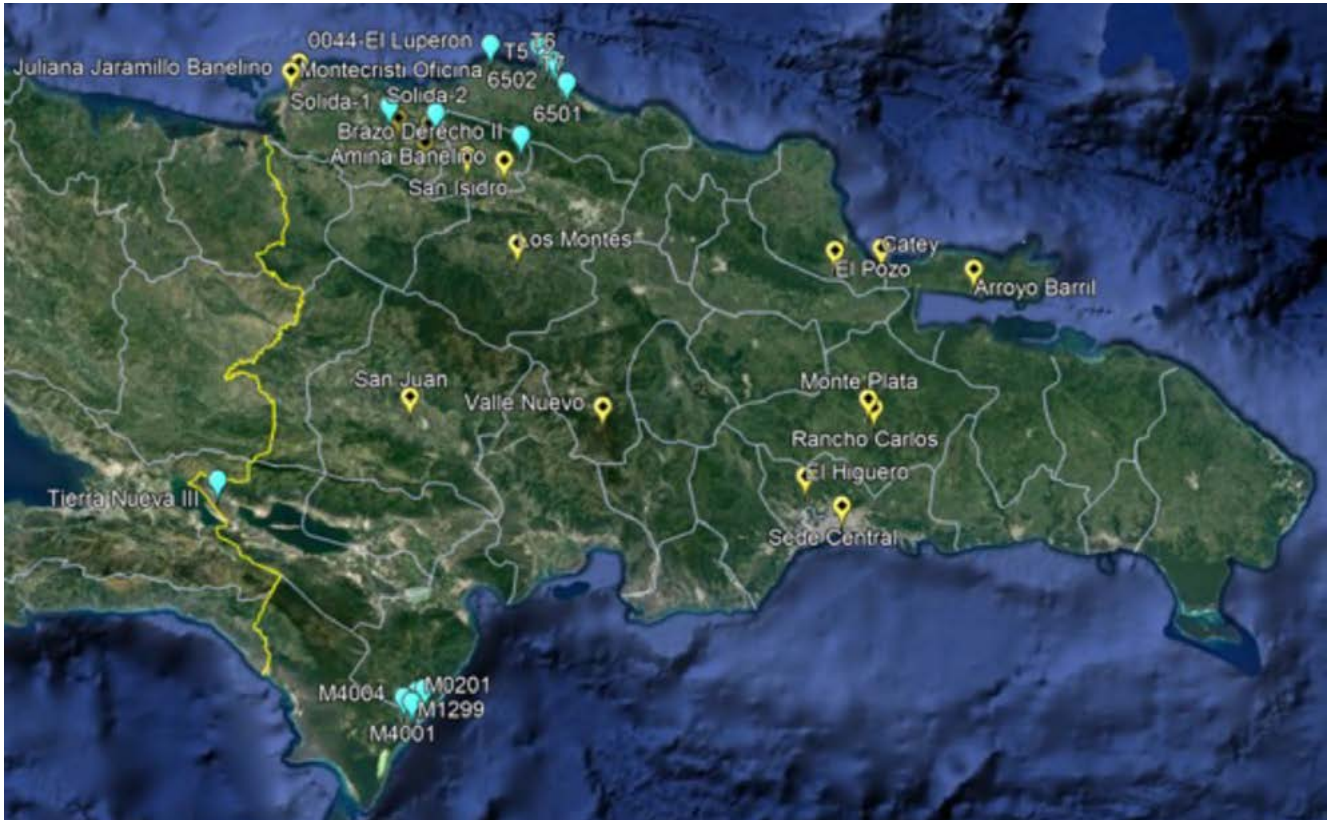


Figura 27. Estaciones meteorológicas seleccionadas para la validación del Atlas eólico y solar (Mapa base: Google Earth).



6. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL ATLAS EÓLICO Y SOLAR

A continuación, se describe la metodología empleada para la elaboración del Atlas eólico y solar de República Dominicana.

6.1. ATLAS EÓLICO

6.1.1. Modelo WRF

Los fenómenos meteorológicos se pueden clasificar en diferentes escalas, la división más comúnmente utilizada por la comunidad científica diferencia entre la macroescala, la mesoescala y la microescala.

Los fenómenos de macroescala abarcan la circulación general de los vientos, huracanes, sistemas de alta y baja presión, etc. Estos fenómenos se desarrollan en una longitud de cientos a miles de kilómetros y su duración temporal abarca desde un par de días a varias semanas. Esta resolución es mayor en los fenómenos denominados de mesoescala, en los que su influencia es de decenas de kilómetros y con una duración temporal que abarca desde unos minutos hasta varios días. Las brisas mar-tierra, brisas de valle-montaña y tormentas, se pueden englobar en esta escala. Cuando los fenómenos atmosféricos son generados principalmente por la interacción de la propia atmósfera con la superficie, con una escala espacial de unos pocos kilómetros o metros y una

escala temporal de segundos hasta minutos, estamos hablando de fenómenos de microescala. En este nivel se engloban, por ejemplo, las rachas de viento, o islas térmicas urbanas.

En la siguiente tabla se puede observar la clasificación de Thunis y Bornstein en la que se reflejan estas tres escalas de forma más detallada.

Escala Temporal →	>1 mes	> 1 día	>1 hora	>1 minuto	> 1 seg.	ESCALA
Escala Espacial ↓						
> 10000 Km	Ondas estacionarias	Ondas largas	Ondas de marea			MACRO-ESCALA α
> 2000 Km	Ondas baroclinas					MACRO-ESCALA β
> 200 Km	Huracanes y frentes					MESO-ESCALA α
> 20 Km	Chorros de baja altura, líneas de turbonada, perturbaciones por orografía					MESO-ESCALA β
> 2 Km	Tormentas Efectos urbanos Ondas de gravedad internas					MESO-ESCALA γ
> 200 m	Capas límite, nubes, ondas de gravedad cortas					MICRO-ESCALA α
> 20 m	Remolinos de polvo, corrientes térmicas, estelas					MICRO-ESCALA β
> 2 m	Capas superficiales					MICRO-ESCALA γ
< 2m	Turbulencia					MICRO-ESCALA δ
ESCALA	ESCALA CLIMATOLOGICA	ESCALA SINOPTICA	MESO-ESCALA	MICRO-ESCALA		

Figura 28. Clasificación de los fenómenos atmosféricos más relevantes en función de su escala espacio-temporal. (Fuente: CIEMAT)

La predicción meteorológica y la descripción detallada de ciertos fenómenos meteorológicos han tenido un avance importante gracias al uso de los modelos meteorológicos de predicción. Existen diversos modelos según la escala temporal y espacial de los fenómenos a describir. Por un lado, para simular los movimientos atmosféricos de gran escala (macroescala), se encuentran los modelos de circulación general hidrostática, que trabajan con una baja resolución espacial y temporal. En el otro extremo, de acuerdo a su resolución se encuentran los modelos de alta resolución, son modelos no hidrostáticos y están diseñados para describir fenómenos de microescala, con una alta resolución espacial (decenas de metros) y temporal (minutos-horas). Los modelos de área limitada, en los que englobamos los regionales y mesoescales dependiendo de su resolución espacial, se centran en el estudio de fenómenos generados en la mesoescala.

Cuanto mayor resolución tenga la simulación, tanto más pequeñas serán las características que el modelo puede representar adecuadamente. Esta resolución está relacionada con la distancia entre los puntos de malla. A modo de ejemplo, un espaciado de malla de unas decenas de kilómetros podría capturar la esencia del flujo en la región de bahías y ensenadas del sur de California, sin embargo, para detectar los remolinos de viento a sotavento de la Isla Santa Catalina vamos a necesitar un espacio entre los puntos del mallado mucho menor.

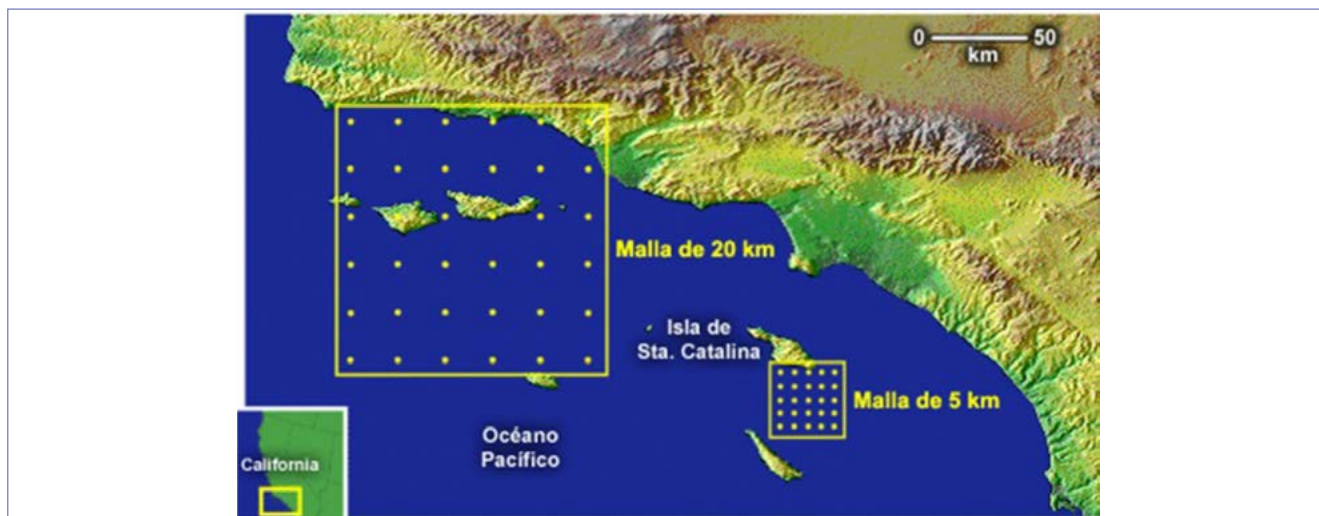


Figura 29. Diferentes soluciones de mallado. (Fuente: NOAA)

Al igual que para representar correctamente algunos fenómenos se necesita una determinada resolución horizontal, el modelo se debe configurar con una resolución vertical igualmente adecuada al fenómeno a simular.

Las necesidades para el uso en el ámbito de las energías renovables abarcan tanto el campo de la mesoescala como la microescala.

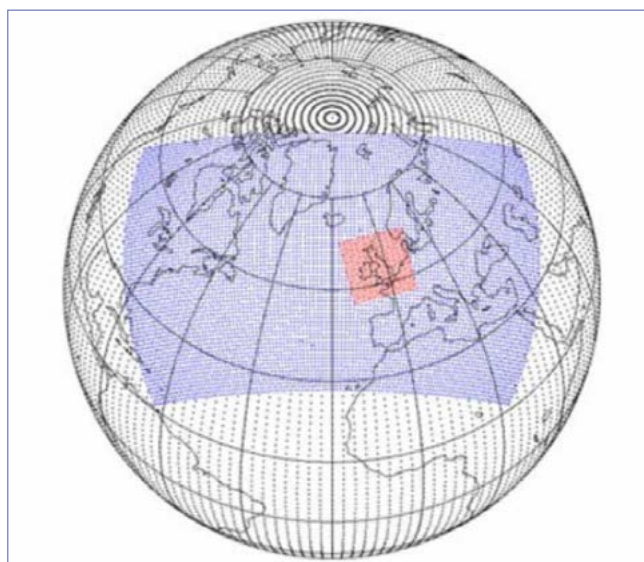


Figura 30. Mallas de trabajo de los diferentes modelos según su escala. (Fuente: Barlovento)

Existen diversos modelos meteorológicos que permiten la simulación de fenómenos de mesoescala, entre otros se pueden enumerar: MASS (Kaplan et al.), MC2 (Benoit et al.), ARPS (Xue et al.), COAMPS (Hodur), RAMS (Pielke y Walko) y WRF (Michakakes). Este último modelo, dado su continuo desarrollo, comunidad de usuarios internacional (instituciones y centros de investigación) y flexibilidad, se estima adecuado para desarrollar la actividad de modelización atmosférica meso-micro escalar en el proyecto. Este modelo permite, mediante anidamiento, resoluciones propias de la microescala; asimismo se pueden acoplar sus resultados a otros modelos de microescala utilizados en la industria con fines energéticos.

En general, estos modelos posibilitan la tarea de anidamiento (varias etapas), logrando resoluciones más finas en las últimas fases del proceso. A modo de resumen, inicialmente se parte de un área amplia, suficiente para observar fenómenos mesoescalares, y de baja resolución. En pasos posteriores el área de estudio se va reduciendo al área de interés, aumentando la resolución hasta llegar a niveles adecuados para usos energéticos. Este proceso se desarrolla mediante anidamiento de dominios, que consiste en incorporar una rejilla con resolución más fina dentro de una rejilla de área superior. Las condiciones de frontera son dadas por la rejilla mayor a la menor.

La tecnología base aplicada en el desarrollo del proyecto, es el modelo meteorológico Weather Research and Forecasting System (WRF). El modelo WRF está sustentado por las principales instituciones meteorológicas estadounidenses y presenta

un continuo desarrollo, actualizándose con los últimos avances en simulación, y permitiendo el anidamiento. Teniendo en cuenta lo anterior, se estima adecuado para desarrollar la actividad de modelización atmosférica meso-micro escalar en la empresa.

El núcleo del enfoque técnico del modelado para este propósito es el modelo atmosférico WRF empleado operacionalmente por la empresa VORTEX. WRF permite a los investigadores llevar a cabo simulaciones que reflejan tanto los datos reales o configuraciones idealizadas. WRF ofrece la predicción operativa de un modelo que es flexible y eficiente computacionalmente, mientras se produce el desbloqueo de los avances de la física, modelos numéricos y técnicas de asimilación de datos aportados por parte de la amplia comunidad de investigadores.

El modelo WRF incluye una variedad de esquemas físicos responsables de diferentes componentes de los procesos físicos. Estos esquemas interactúan entre sí durante las simulaciones del modelo para emular los procesos físicos de la atmósfera terrestre.

WRF es un modelo de código abierto basado en una gran comunidad de usuarios (más de 57 000 en 160 países), donde los últimos avances en la física y los valores numéricos se incorporan de forma modular. El modelo WRF se ha empleado en gran medida para la investigación y la predicción meteorológica operativa y análisis climático. Representa una tecnología vanguardista de modelado. Además de optimizar núcleos dinámicos y físicos, incluye un dominio nido, lo que permite ampliar la circulación

atmosférica hasta la resolución necesaria para trabajar con parques eólicos.

Es un modelo regional, no-hidrostatóico, que permite resoluciones horizontales de decenas de metros y 60 niveles de presión verticales, distribuidos de manera que la resolución es mayor en las capas más bajas de la atmósfera y disminuye según subimos en altura (presión). Posee la capacidad de asimilar datos de observaciones meteorológicas, incorpora los últimos avances en parametrizaciones físicas e incluye la capacidad de trabajar con anidamientos.

6.1.2. Modelo VORTEX

En el estudio se ha empleado el modelo VORTEX para llevar a cabo la evaluación del potencial eólico de República Dominicana. La tecnología central de VORTEX es el modelo atmosférico no lineal WRF.

El modelo VORTEX permite la asimilación de varias fuentes de datos de reanálisis: CFSR, MERRA2 y ERA5, lo que permite utilizar la fuente de datos más adecuada para cada área.

Vortex hace uso del modelo WRF para traducir (“downscaling”) los datos de reanálisis a la resolución final de 1000 m x 1000 m. En este proceso de reducción de escala, se utilizan varios dominios anidados, de mayor a menor resolución de cuadrícula, comenzando en 27 km y terminando en 1000 m. El modelo

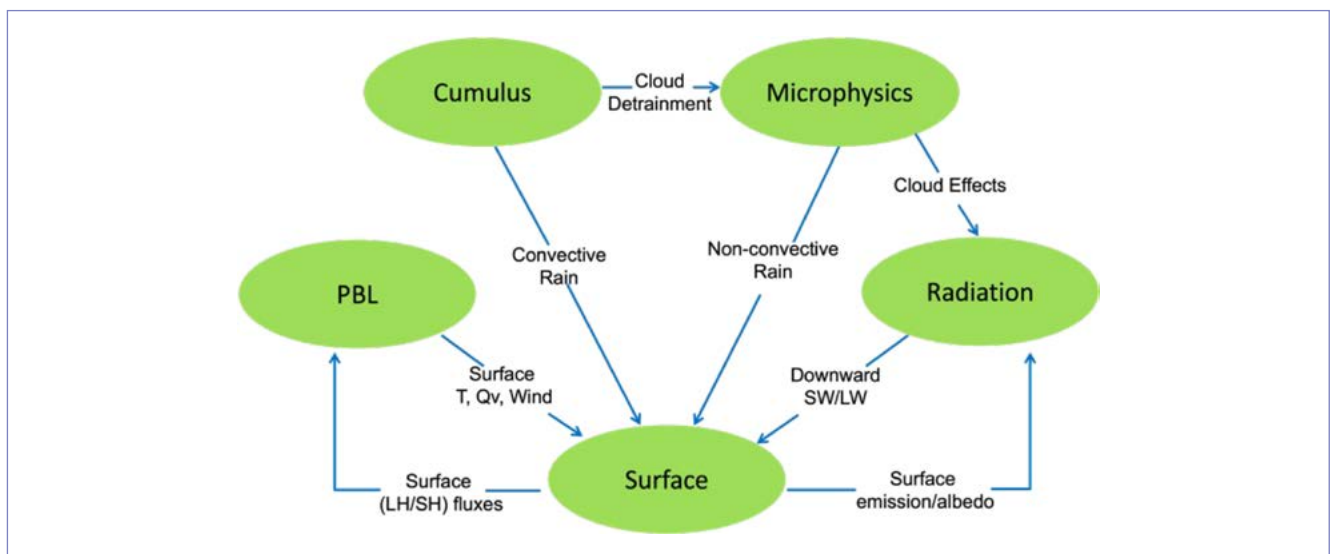


Figura 31. Esquemas físicos del modelo WRF (Fuente: WRF)

WRF proporciona varias variables de salida en cada uno de los puntos de cuadrícula de 1000 m x 1000 m y, por lo tanto, no se necesita ningún método de interpolación para producir los resultados finales. Cada uno de los puntos de la cuadrícula se escribe directamente en los archivos finales, evitando cualquier problema de truncamiento o error derivado de las técnicas de interpolación.

En relación con el tratamiento de terrenos complejos, no se aplica ningún código diferente. El modelo WRF es capaz de modelar el viento a diferentes resoluciones y cada una de las escalas se trata de acuerdo con las ecuaciones de Navier-Stokes y las correspondientes parametrizaciones de capa límite atmosférica (PBL) y capa límite superficial disponibles en el modelo, que son ampliamente aceptadas por la comunidad de la industria eólica.

Tabla 48. Principales aspectos de la simulación del viento

Aspectos de la simulación del viento	
Dominio	Toda la superficie de la República Dominicana.
Resolución horizontal	1000 m x 1000 m
Niveles verticales	Al menos tres niveles distribuidos uniformemente: 50 m, 80 m, 100 m, 120 m y 150 m
Resolución temporal	1 Hora
Período de simulación	Período de base de datos a largo plazo de Vortex

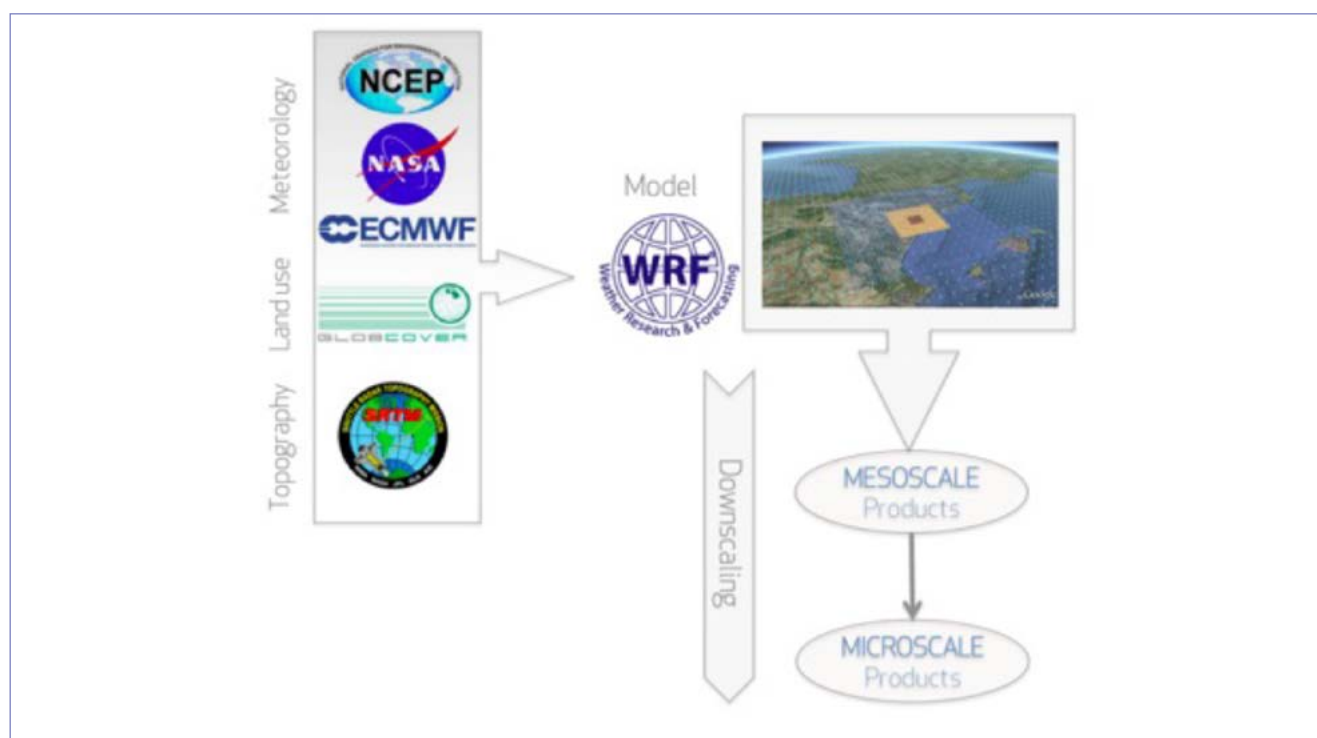


Figura 32. Esquema del modelo VORTEX (Fuente: VORTEX)

6.1.3. Principales aspectos de la simulación del viento Metodología para la obtención de variables

El modelo VORTEX proporciona velocidad del viento, presión y temperatura, entre otras variables en cada uno de los puntos de malla (resolución 1000 m) a las alturas establecidas de 50 m, 80 m, 100 m, 120 m y 150 m. Esto permite estimar la densidad del aire; la ley general de los gases del aire se utiliza para derivar los valores de densidad, a partir de la presión y la temperatura:

$$\rho = \frac{B}{R_0 \cdot T}$$

donde

- B es la presión atmosférica [Pa];
- T es la temperatura absoluta [K];
- R_0 es la constante de los gases en el aire seco [287.05 J/kg·K];

La densidad de potencia del viento se define como la potencia eólica aprovechable por unidad de área (m²) y se calcula para cada punto del Atlas eólico según la expresión:

$$\frac{P}{A} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3$$

Donde

- P es la potencia [W];
- A es el área [m²];
- ρ es la densidad del aire [kg/m³];
- v es la velocidad media en dicho punto [m/s].

Los valores de dirección y a distribución de frecuencia conjunta se obtiene realizando un binado de la velocidad del viento en bins de 1 m/s y binando la dirección del viento en 16 sectores de 22.5 grados centrados en el norte. La distribución de frecuencia conjunta se puede presentar en porcentaje o número de horas por año. La distribución en frecuencias de la velocidad se presenta como un histograma en porcentaje.

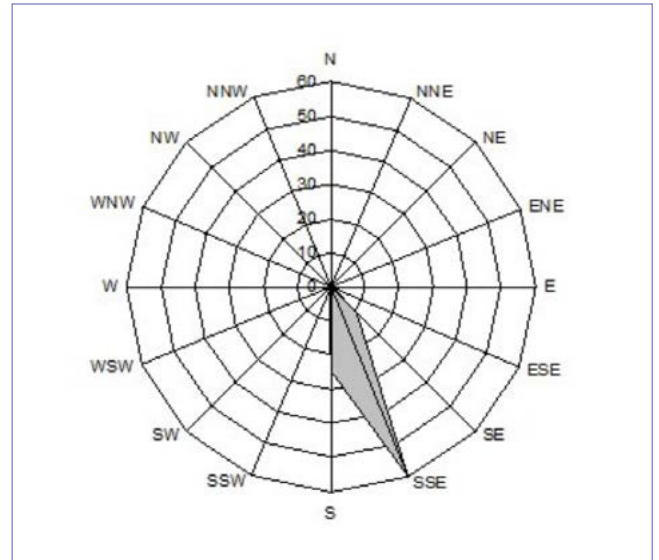


Figura 33. Ejemplo de distribución de frecuencias por dirección construido a partir de los datos generados por el modelo VORTEX (Fuente: Barlovento).

La distribución en frecuencias del viento se puede aproximar a una distribución de Weibull que sigue la expresión:

$$f(x) = \frac{k}{c} \cdot \left(\frac{x}{c}\right)^{k-1} \cdot \exp\left[-\left(\frac{x}{c}\right)^k\right]$$

donde

- x es la velocidad del viento [m/s];
- k es el factor de escala de la distribución,
- A es el factor de forma de la distribución [m/s].

Los parámetros de la distribución de Weibull (A y k) se calculan utilizando el mismo ajuste usado por el modelo WAsP que hace hincapié en la parte más energética del histograma en el ajuste de Weibull.

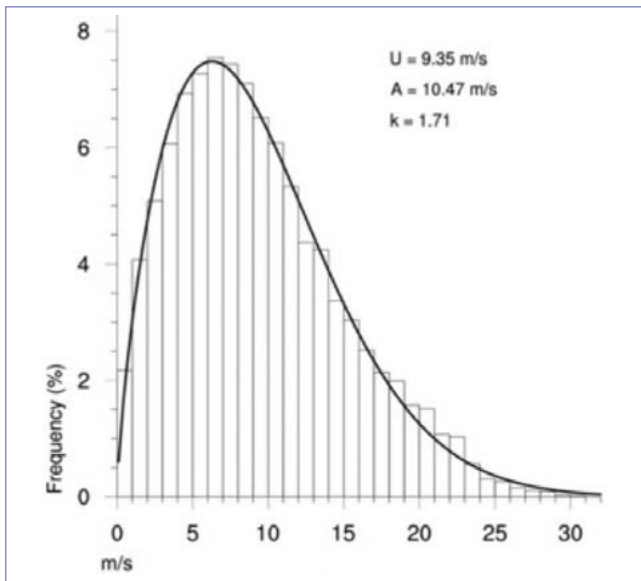


Figura 34. Ejemplo de distribución de Weibull ajustada a partir de los valores A y k generados por el modelo VORTEX (Fuente: VORTEX).

6.2. ATLAS SOLAR

6.2.1. Modelo SOLARGIS

SOLARGIS es una base de datos meteorológica global aplicada a la irradiación solar y otros parámetros meteorológicos como temperatura, velocidad del viento, dirección del viento, etc. Desde 2010, SOLARGIS ha estado desarrollando y operando una plataforma para acceder a datos históricos, recientes y de pronóstico para cualquier ubicación en la Tierra.

La radiación solar tiene distintas componentes. La componente que no se refleja ni se dispersa y que llega directamente a la superficie se denomina radiación directa. La componente que es dispersada por la atmósfera y que llega al suelo se denomina radiación difusa. La pequeña parte de la radiación reflejada por la superficie y que llega a un plano inclinado se denomina radiación reflejada. Estos tres componentes juntos crean la radiación global.

En las aplicaciones de la energía solar, se suelen utilizar en la práctica los siguientes parámetros:

- Irradiación/Irradiancia Directa Normal (DNI) es el componente que interviene en la tecnología térmica (energía solar de concentración, CSP) y fotovoltaica de concentración (fotovoltaica de concentración, CPV).
- La Irradiación/Irradiancia Horizontal Global (GHI) es la suma de la radiación directa y difusa recibida en un plano horizontal. La GHI es una radiación de referencia para la comparación de zonas climáticas; también es un parámetro esencial para el cálculo de la radiación en un plano inclinado.
- Irradiación/irradiación global inclinada (GTI), o radiación total recibida en una superficie con inclinación y azimut definidos, fija o de seguimiento solar. Es la suma de la radiación dispersa, directa y reflejada. Es una referencia para las aplicaciones fotovoltaicas (FV), y puede verse ocasionalmente afectada por la sombra.

Los modelos de irradiación solar más avanzados, como SOLARGIS, utilizan los datos de entrada más modernos (satelitales y atmosféricos), cuya calidad se controla y valida sistemáticamente. Los modelos y los datos de entrada se integran

y se adaptan regionalmente para funcionar con fiabilidad en una amplia gama de condiciones geográficas.

Este proceso se basa en sólidos fundamentos teóricos y arroja resultados coherentes y computacionalmente estables. Los enfoques antiguos suelen ser menos elaborados, por lo que no pueden alcanzar la precisión de los modelos modernos. Aunque los modelos se basen en principios similares, las diferencias de aplicación pueden dar lugar a resultados diferentes.

Los modelos de irradiancia basados en satélites son capaces de estimar los niveles de radiación solar (niveles históricos, recientes y futuros) sin necesidad de instalar sensores terrestres en el lugar de interés. Los modelos de irradiancia basados en satélites van desde los físicamente rigurosos hasta los puramente empíricos:

- Los modelos físicos intentan explicar la irradiancia terrestre observada resolviendo ecuaciones de transferencia radiativa. Estos modelos requieren información precisa sobre la composición de la atmósfera y también dependen de la calibración exacta de los sensores del satélite.
- Los modelos empíricos consisten en una simple regresión entre la intensidad registrada en el canal visible del satélite y una estación de medición en la superficie terrestre.
- Los modelos semi-empíricos utilizan un enfoque simple de transferencia radiativa y un cierto grado de ajuste a las observaciones. Hoy en día, todos los enfoques operativos se basan en el uso de este.

Para datos históricos y recientes, SOLARGIS utiliza un modelo semi-empírico de radiación solar. Los datos satelitales se utilizan para identificar propiedades de la nube utilizando algoritmos avanzados. Se consideran la mayoría de los procesos físicos de atenuación atmosférica de la radiación solar y también se utilizan algunos parámetros físicos de entrada.

Inputs	Source of input data		Spatial coverage	Time representation	Original time step	Approx. grid resolution
Atmospheric Optical Depth	MERRA-2 reanalysis	NASA		1994 to 2002	Daily (calculated from 3-hourly)	55 km
	MACC-II reanalysis	ECMWF			Global	2003 to 2012
	MACC-II reanalysis		Daily (calculated from 6-hourly)	125 km		
	MACC-II operational		2013 to present	Daily (calculated from 3-hourly)		
Water vapour	CFSR	NOAA	Global	1994 to 2010	1 hour	35 km
	GFS			2011 to present	3 hours	55 km
Cloud index	Meteosat PRIME	EUMESAT	Europe and Africa	1994 to 2004	30 minutes	3 to 4 km
				2005 to present	15 minutes	
	Meteosat IODC		South Asia, Middle East, Central Asia and parts of East Asia	1999 to 2/2017	30 minutes	
			03/2017 to present	15 minutes		
	GOES EAST	NOAA	North America and South America	1999 to present	30 minutes	
	GOES WEST					
MTSAT	JSA	East Asia and Western Pacific Rim Countries	2007 to 2016	30 minutes		
Himawari			2016 to present	10 minutes		
Altitude and horizon	SRTM3	SRTM	Global	-	-	90 metres

Figura 35. Datos de entrada del modelo SOLARGIS (Fuente: SOLARGIS)

La recuperación de la radiación solar en el modelo de satélite a irradiancia de SOLARGIS se divide básicamente en tres pasos:

- Primero, la irradiancia de cielo despejado (la irradiancia que alcanza el suelo con la suposición de ausencia de nubes) se calcula utilizando el modelo de cielo despejado.
- En segundo lugar, los datos satelitales (información de varios satélites geoestacionarios) utilizados para cuantificar el efecto de atenuación de las nubes mediante el cálculo del índice de nubes. La irradiancia del cielo despejado se combina con el índice de nubes para recuperar la irradiancia de todo el cielo. El resultado del procedimiento es la irradiancia horizontal normal directa y global.

- En tercer lugar, la irradiancia horizontal directa normal y global se utiliza para calcular la irradiancia inclinada difusa y global (irradiancia en el plano de la matriz, en superficies inclinadas o de seguimiento) y/o irradiancia corregida para efectos de sombreado del terreno u objetos circundantes.

El resultado de este procedimiento es la irradiancia horizontal directa normal y global. Los datos de los modelos de satélite se procesan posteriormente para obtener la irradiancia corregida. Se utiliza un modelo de simulación de los efectos del terreno (elevación y sombreado) basado en datos de altitud y horizonte de alta resolución. El modelo de Ruiz Arias se utiliza para lograr una representación espacial mejorada, desde la resolución satelital (3 a 4 km) hasta la resolución del modelo digital del terreno. La resolución espacial de la radiación solar es de 250 m. SOLARGIS utiliza el modelo Pérez para el cálculo de GTI a partir de GHI y DNI.

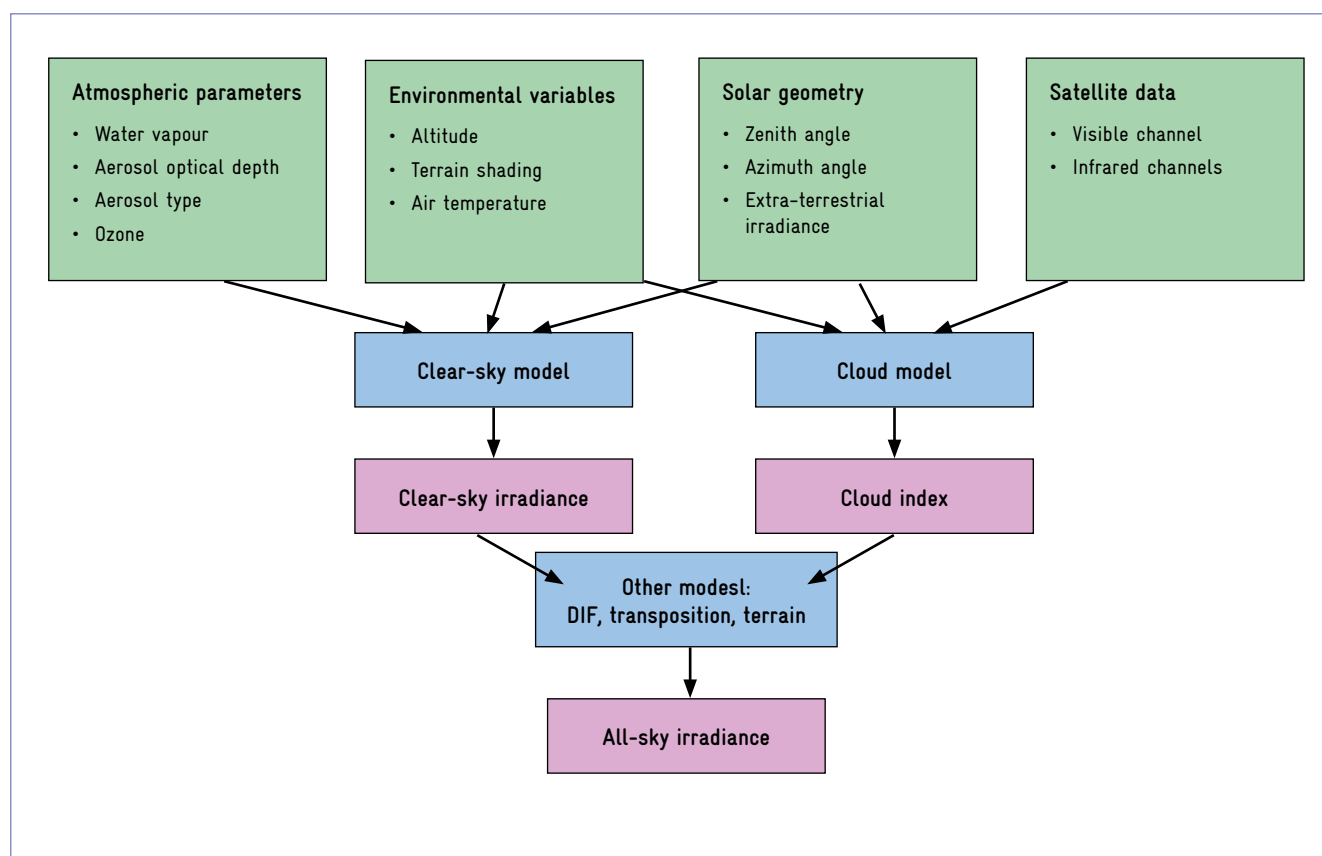


Figura 36. Esquema del modelo semiempírico de irradiancia solar (Fuente: SOLARGIS)

Tabla 49. Principales aspectos de la simulación solar

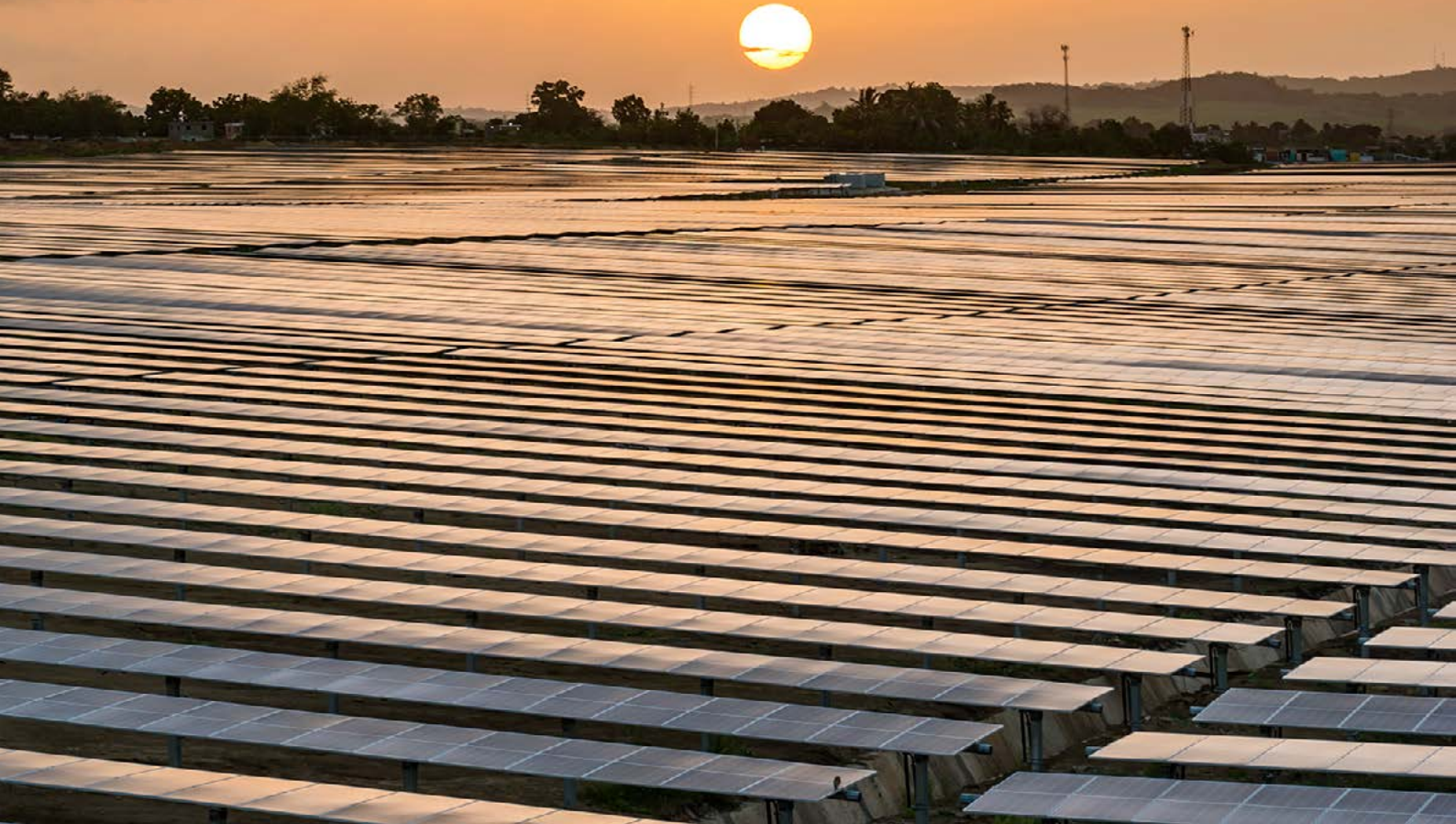
Aspectos de la simulación solar	
Dominio	Toda la superficie de la República Dominicana
Resolución espacial	250 m x 250 m
Frecuencia de salida	1 Hora

El modelo SOLARGIS proporciona la siguiente información:

- Promedio anual, promedios mensuales y perfiles 12 x 24:
Irradiación horizontal global (GHI), Irradiación horizontal difusa (DIF), Irradiación normal directa (DNI), Temperatura del aire a 2 metros (TEMP), Producción estimada para cSi (PVOUT), Irradiación global inclinada (GTI)

A partir de esta información se han obtenido las capas del Atlas Solar.

7. VALIDACIÓN DEL ATLAS EÓLICO Y SOLAR



7.1. ANÁLISIS DEL LARGO PLAZO

Para evaluar el recurso eólico a largo plazo en las estaciones consideradas es necesario tener una torre de referencia apropiada, con varios años de medidas y localizada en un emplazamiento de características similares al estudiado. Como alternativa, es posible utilizar los datos de reanálisis disponibles de modelos globales de predicción o de series de datos virtuales (MERRA 2, ERA 5, VORTEX).

A continuación, se describe el análisis a largo plazo realizado, empleando la fuente de ERA-5 como referencia por presentar una mejor afinidad en la correlación con los datos de las estaciones eólicas y solares.

Los nodos de referencia para el largo plazo usados y el coeficiente de correlación R^2 con los datos del emplazamiento se muestran en la tabla siguiente. La correlación lineal ha sido obtenida a partir de los datos mensuales de velocidad en las estaciones eólicas y radiación en las estaciones solares (estas últimas resaltadas en amarillo).

Tabla 50. Datos de referencia para el largo plazo.

Datos de referencia	Años de medidas	Resolución temporal	Torre del emplazamiento	Periodo común	Correlación lineal	
					Número de datos	R2
ERA-5 19.75°N, 70.75°W	10 años	1 hora	T5	1.0	12	0.935
			T6	1.0	8	0.832
			T7	1.0	11	0.960
			6501	1.0	12	0.879
			6502	1.0	11	0.894
ERA-5 19.75°N, 71.25°W	10 años	1 hora	Solitaria 1	2.0	24	0.828
			Solitaria 2	1.0	12	0.888
ERA-5 18°N, 71.25°W	10 años	1 hora	M4001	9.0	86	0.812
			M4003	1.0	10	0.966
			M4004	2.0	18	0.941
			M0201	2.0	23	0.943
			M1299	3.0	33	0.963
ERA-5 18.5°N, 71.75°W	10 años	1 hora	Brazo Derecho II	3.0	32	0.826
ERA-5 19.5°N, 70.75°W	10 años	1 hora	Tierra Nueva III	3.5	34	0.837
ERA-5 19.81264°N, 71.4375°W	10 años	1 hora	Hatillo Palma Banelino	1.0	12	0.954
			Hato al Medio	1.0	10	0.864
			Oficina Mao	1.0	12	0.931

La velocidad del viento a largo plazo se ha calculado utilizando la correlación entre los datos de referencia a largo plazo y las medidas disponibles. Así mismo, las velocidades se han extrapolado, de acuerdo con los perfiles verticales presentados, hasta una altura de 100 m para la validación del atlas eólico. El resultado se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 51. Cálculo de la velocidad de viento a largo plazo en altura de medida y a 100 m.

Datos de referencia	Años de medidas	Velocidad del viento a largo plazo en referencia (m/s)	Torre del sitio	Altura (m)	Velocidad media esperada a Largo Plazo (m/s)	Altura extrapolada (m)	Velocidad media extrapolada esperada a Largo Plazo (m/s)
ERA-5 19.75°N, 70.75°W	10 años	5.61	T5	80	6.98	100	7.27
			T6	80	6.81	100	7.07
			T7	80	6.55	100	6.85
			6501	65	6.73	100	7.40
			6502	65	5.89	100	6.45
ERA-5 19.75°N, 71.25°W	10 años	5.32	Solitaria 1	110	6.96	100	6.83
			Solitaria 2	110	7.16	100	7.02
ERA-5 18°N, 71.25°W	10 años	4.61	M4001	30	6.94	100	8.21
			M4003	78	7.36	100	7.78
			M4004	78	6.39	100	6.75
			M0201	79.1	8.04	100	8.45
			M1299	77.5	9.45	100	9.60
ERA-5 18.5°N, 71.75°W	10 años	4.24	Brazo Derecho II	81	6.67	100	6.87
ERA-5 19.5°N, 70.75°W	10 años	2.08	Tierra Nueva III	90	7.06	100	7.19

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de irradiación total anual (kWh/m²) para las estaciones solares:

Tabla 52. Cálculo de la irradiación total anual a largo plazo.

Datos de referencia	Años de medidas	Irradiación total anual a largo plazo en referencia (kWh/m ²)	Torre del sitio	Irradiación total anual esperada a Largo Plazo (kWh/m ²)
ERA-5 19.81264°N, 71.4375°W	10 años	2166	Hatillo Palma Banelino	1726
			Hato al Medio	1900
			Oficina Mao	1900

7.2. INCERTIDUMBRE EN LAS MEDIDAS

La información analizada ha sido facilitada con diverso grado de detalle. En algunas estaciones se ha dispuesto de informes de instalación y certificados de calibración de los equipos instalados, mientras que en otras, tan solo se ha dispuesto de valores medios de velocidad o radiación registrados por la torre. Esta diferencia entre información disponible se traduce en un valor de incertidumbre más elevado en aquellas estaciones en las cuales apenas se dispone de información.

A continuación, se muestran los valores de incertidumbre estimados en la medida de cada una de las estaciones meteorológicas seleccionadas. La incertidumbre en la medida tiene en cuenta componentes como la incertidumbre operacional de los equipos de medida, la incertidumbre en la calibración de los equipos, la incertidumbre del montaje, la incertidumbre en el muestreo de datos y la integridad de los datos.

La incertidumbre en la extrapolación vertical tiene en cuenta la extrapolación realizada desde la altura de medida de las estaciones hasta la altura de validación de 100m.

Además, es necesario considerar una componente de incertidumbre adicional: la incertidumbre de la extrapolación a largo plazo de las medidas (desde el periodo de medida de cada estación hasta el periodo de largo plazo). A continuación, se muestra la incertidumbre total de las medidas empleadas en la validación del Atlas.

Tabla 53. Incertidumbre en las medidas meteorológicas a 100 m.

Estación	Incertidumbre en la medida de la torre (%)	Incertidumbre de filtraje de datos (%)	Incertidumbre en la extrapolación vertical (%)	Incertidumbre TOTAL en la medida a 100 m (%)
Brazo Derecho 2	6.2	0.5	1.0	6.3
Tierra Nueva 3	6.2	0.5	1.9	6.5
Hatillo Palma Banelino	6.6	0.5	0.0	6.6
Hato al Medio	7.1	0.5	0.0	7.1
Oficina Mao	6.6	0.5	0.0	6.6
Solitaria 1	5.8	0.5	0.5	5.9
Solitaria 2	5.8	0.5	0.5	5.9
M4001	7.1	0.5	7.0	10.0
M4003	7.5	0.5	2.2	7.8
M4004	7.1	0.5	2.2	7.4
M1299 – Larimar 1	6.2	0.5	2.3	6.6
M0201 – Larimar 2	3.7	0.5	2.1	4.3
T5	8.7	0.5	2.0	8.9
T6	8.7	0.5	2.0	8.9
T7	8.7	0.5	2.0	8.9
6501	7.9	0.5	3.5	8.7
6502	7.9	0.5	3.5	8.7

Tabla 54. Incertidumbre en las medidas meteorológicas a largo plazo. 100 m.

Estación	Incertidumbre TOTAL en la medida a 100 m (%)	Incertidumbre de Largo-Plazo (%)	Incertidumbre TOTAL a Largo-Plazo - 100 m (%)
Brazo Derecho 2	6.3	4.0	7.4
Tierra Nueva 3	6.5	4.5	7.9
Hatillo Palma Banelino	6.6	2.0	6.9
Hato al Medio	7.1	2.3	7.4
Oficina Mao	6.6	2.0	6.9
Solitaria 1	5.9	4.3	7.3
Solitaria 2	5.9	4.8	7.6
M4001	10.0	3.3	10.5
M4003	7.8	4.8	9.2
M4004	7.4	4.0	8.4
M1299 - Larimar 1	6.6	3.5	7.5
M0201 - Larimar 2	4.3	4.5	6.2
T5	8.9	4.8	10.1
T6	8.9	6.0	10.7
T7	8.9	4.5	10.0
6501	8.7	4.8	9.9
6502	8.7	5.0	10.0

7.3. VALIDACIÓN DEL ATLAS EÓLICO

En esta sección los valores de velocidades estimadas para el largo plazo en las estaciones disponibles, así como las incertidumbres definidas en la sección anterior se emplean para evaluar la desviación del modelo empleado para la generación del atlas.

Existen diversas formas de evaluar la desviación de un modelo frente a parámetros medidos, entre ellas se encuentran el error de sesgo (MBE), el error medio absoluto (MAE) y la desviación estándar (SD). El MBE nos indica la tendencia del modelo

hacia una sub- (-) o sobre- (+) estimación sistemática, mientras que el MAE nos muestra la magnitud promedio de los errores y el SD es un indicador de la dispersión de puntos.

En la siguiente tabla se muestra una comparativa de los valores obtenidos por el modelo de VORTEX a 100 m y los resultados de largo plazo en los puntos de medición extrapolados a 100m.

Tabla 55. Desviaciones del Atlas frente a las medidas.

Estación	Altura (m)	Velocidad media esperada a Largo Plazo (m/s)	Incertidumbre en la medida (m/s)	Velocidad media obtenida del Atlas (m/s)	Desviación (m/s)	Desviación (%)	Desviación σ 's respecto a la incertidumbre
T5	100	7.27	0.73	7.46	0.20	2.6%	0.3
T6	100	7.07	0.76	7.40	0.33	4.4%	0.4
T7	100	6.85	0.69	7.85	1.00	12.7%	1.5
6501	100	7.40	0.73	7.13	-0.27	-3.8%	0.4
6502	100	6.45	0.65	7.36	0.91	12.4%	1.4
Solitaria 1	100	6.83	0.50	7.19	0.36	5.0%	0.7
Solitaria 2	100	7.02	0.53	7.41	0.39	5.3%	0.7
M4001	100	8.21	0.86	8.64	0.43	5.0%	0.5
M4003	100	7.78	0.72	8.59	0.82	9.5%	1.1
M4004	100	6.75	0.57	8.10	1.35	16.6%	2.4
M0201	100	8.45	0.52	8.74	0.30	3.4%	0.6
M1299	100	9.60	0.63	9.04	-0.56	-6.2%	0.9
Brazo Derecho II	100	6.87	0.51	7.43	0.56	7.5%	1.1
Tierra Nueva III	100	7.19	0.57	7.33	0.14	1.9%	0.2
				MAE	0.54	6.9%	
				MBE	0.43	5.5%	
				SD	0.64	6.2%	

Como se muestra en la tabla anterior, las desviaciones identificadas entre los valores del modelo y los estimados a largo plazo en los puntos de medición se encuentran en un rango de -6.2% a 16.6%, con un error de sesgo (MBE) de 5.5% y una desviación estándar (SD) de 6.2%.

La disparidad entre las magnitudes de las desviaciones depende de diversos factores, entre los cuales se encuentran la calidad de las medidas (evaluada según la incertidumbre definida para cada punto), la resolución del Atlas (1 km) y las características de la zona (complejidad del terreno en cuanto diferencias de elevación

y cambios de la rugosidad superficial, gradientes térmicos por cambios de mar a tierra, entre otros.). No obstante, los valores de desviación calculados se encuentran, en su mayoría, dentro del rango de incertidumbre estimado para los puntos de medición.

Es necesario señalar que varias de estas estaciones, se encuentran próximas entre sí, por lo que es posible agrupar estas estaciones dentro de una misma zona. En la siguiente tabla y figura se muestra un mapa del país con los errores de sesgo (MBE) por zonas según un criterio de agrupación de mástiles dentro de radio de 8 km entre sí.

Tabla 56. Desviaciones por zonas del Atlas frente a las medidas.

Zona	Estación	Desviación (%)	Incertidumbre en la medida (%)
Zona Norte	T5	5.7%	10.1%
	T6		
	T7		
	6501		
	6502		
Zona Solitaria	Solitaria 1	5.2%	7.4%
	Solitaria 2		
Zona Sur	M4001	5.7%	8.2%
	M4003		
	M4004		
	M0201		
	M1299		
Zona Brazo Derecho	Brazo Derecho II	7.5%	7.4%
Zona Tierra Nueva	Tierra Nueva III	1.9%	7.9%

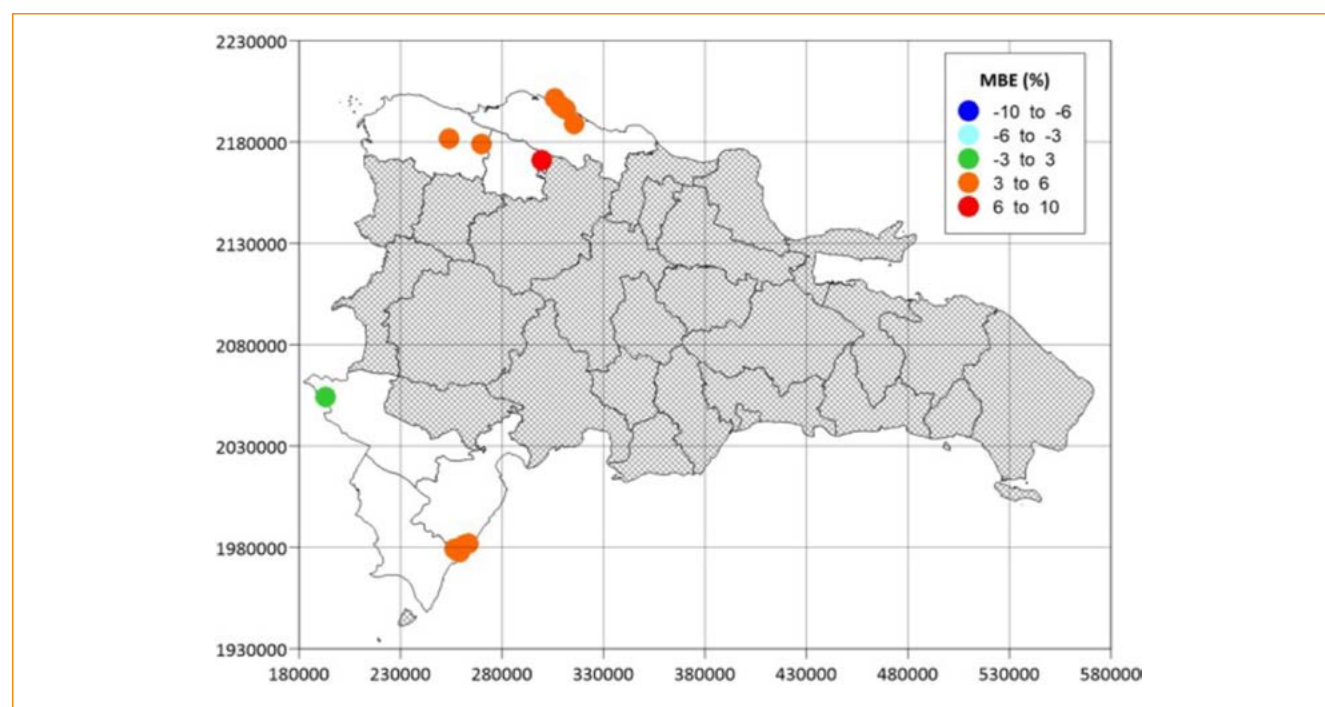


Figura 37. Distribución de errores de sesgo (MBE) a 100 m del Atlas Eólico para distintas provincias del país.

En las siguientes figuras se presentan las zonas que cuentan con más de un punto de medición dentro de un radio de 8 km.

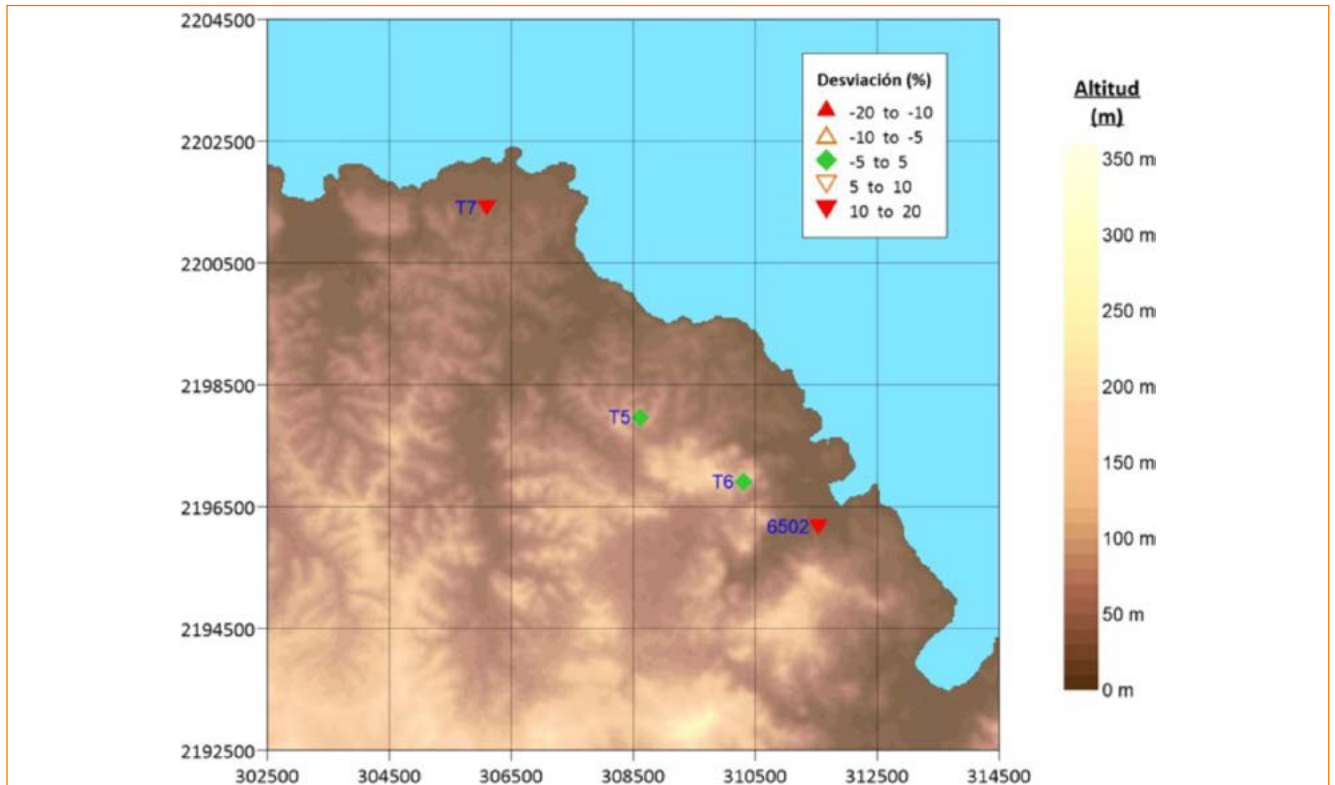


Figura 38. Distribución de desviaciones de la velocidad a 100 m en los puntos de medición (provincia de Puerto Plata, región norte).

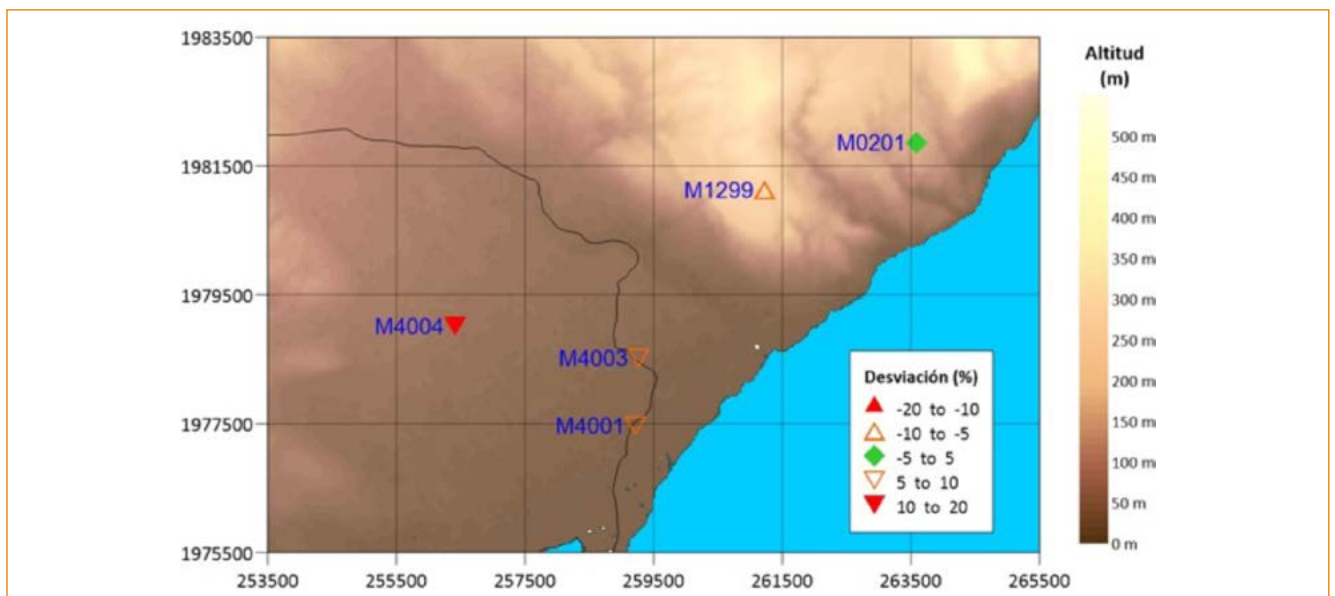


Figura 39. Distribución de desviaciones de la velocidad a 100 m en los puntos de medición (región colindante entre las provincias de Pedernales y Barahona).

7.4. VALIDACIÓN DEL ATLAS SOLAR

En esta sección los valores de irradiación anual para el largo plazo en las estaciones disponibles (sección 10.1), así como las incertidumbres definidas en la sección anterior se emplean para evaluar la desviación del modelo empleado para la generación del atlas.

Las métricas para evaluar el Atlas solar son las mismas descritas en la sección anterior, MAE, MBE y SD.

En la siguiente tabla se muestra una comparativa de los valores obtenidos por el atlas Solar y los resultados de largo plazo en los puntos de medición.

Tabla 57. Desviaciones del Atlas frente a las medidas.

Estación	Irradiación total anual a largo plazo en estación (kWh/m ²)	Irradiación total anual obtenida del Atlas (kWh/m ²)	Desviación (kWh/m ²)	Desviación (%)
Hatillo Palma Banelino	1726	1899	172.84	9.1%
Hato al Medio	1900	1899	-0.97	-0.1%
Oficina Mao	1900	1908	7.56	0.4%
		MAE	60.46	3.2%
		MBE	59.81	3.1%
		SD	97.98	5.2%

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la cantidad de puntos de medición disponibles es muy baja, y las desviaciones entre los valores del modelo y los estimados a largo plazo en los puntos de medición se encuentran en un rango de con desviaciones que varían desde un -0.1% hasta un 9.1%, un error de sesgo (MBE) de 3.1% y una desviación estándar (SD) de 5.2%.

La disparidad entre las magnitudes de las desviaciones depende de diversos factores, entre los cuales se encuentran la calidad de las medidas (evaluada según la incertidumbre definida para cada punto), la resolución del Atlas (1 km) y las características de la

zona (nubosidad, presencia de obstáculos como infraestructuras, vegetación alta, etc.). Cabe mencionar que, por la presencia de sombras estacionales en las mediciones, se descartaron varias estaciones solares (Rancho San Carlos, Amina Banelino, La Caída). No obstante, considerando los tres puntos de medición que se emplearon para la validación, las desviaciones identificadas se encuentran, en su mayoría, dentro del rango de incertidumbre estimado para los puntos de medición.

En la siguiente figura se muestra un mapa del país con las desviaciones en los tres puntos de medición.

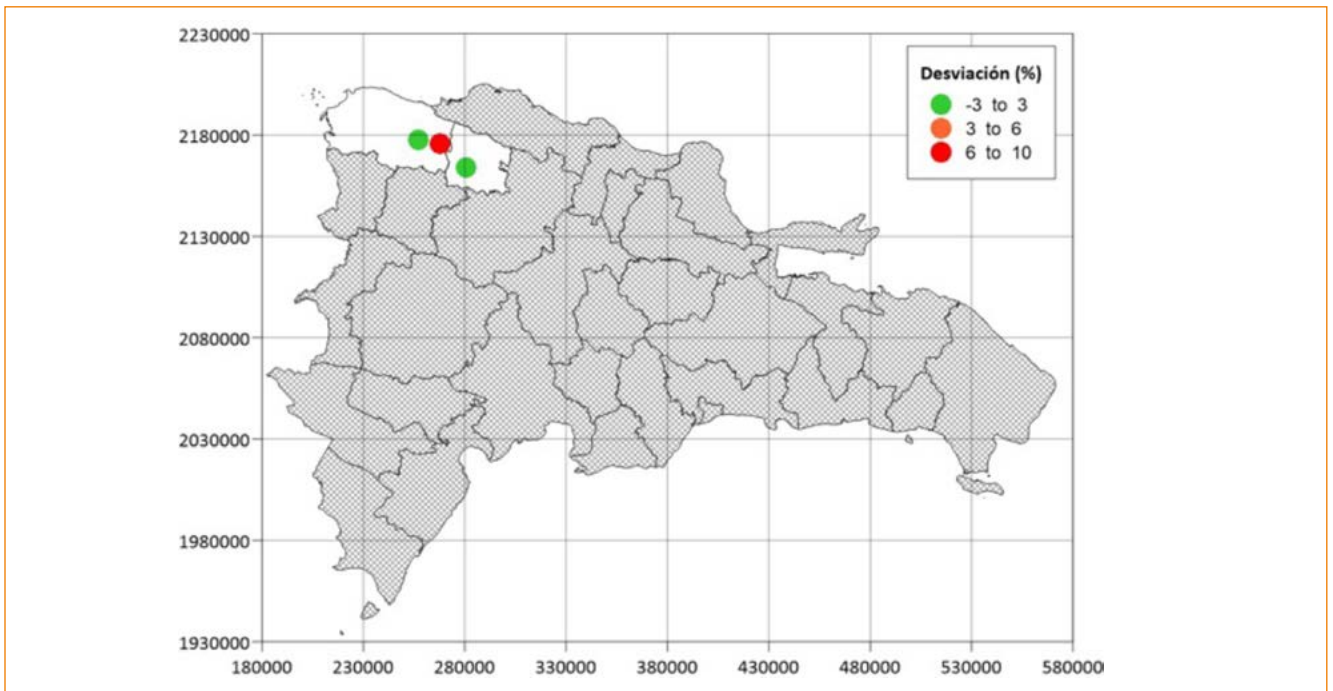


Figura 40. Distribución de desviaciones del Atlas Solar en distintas provincias del país.



8. RESULTADOS: ATLAS EÓLICO Y SOLAR

Como datos de salida, se han proporcionado las siguientes capas en formato GIS:

Tabla 58. Datos geográficos de la simulación del viento (Fuente: TdR)

ATLAS EÓLICO		
Requisitos	Detalles	Nombre de la capa proporcionada
Velocidad media anual del viento esperada a largo plazo para 5 niveles de velocidad: 50m, 80m, 100m, 120m, y 150m	Formato GeoTIFF & KMZ	map.east.annual.M.50; map.east.annual.M.80; map.east.annual.M.100; map.east.annual.M.120; map.east.annual.M.150; map.west.annual.M.50; map.west.annual.M.80; map.west.annual.M.100; map.west.annual.M.120; map.west.annual.M.150
	Resolución 1000 m ²	
	Unidades: m/s	
Parámetros anuales de Weibull A para 5 niveles de velocidad: 50m, 80m, 100m, 120m, y 150m	Formato GeoTIFF & KMZ Formato ESRI shapefile (números) - TAB	map.east.annual.A.50; map.east.annual.A.80; map.east.annual.A.100; map.east.annual.A.120; map.east.annual.A.150 map.west.annual.A.50; map.west.annual.A.80; map.west.annual.A.100; map.west.annual.A.120; map.west.annual.A.150
	Resolución 1000 m ²	
	Unidades: W/m ²	
Parámetros anuales de Weibull K para 5 niveles de velocidad: 50m, 80m, 100m, 120m, y 150m	Formato GeoTIFF & KMZ Formato ESRI shapefile (números) - TAB	map.east.annual.K.50; map.east.annual.K.80; map.east.annual.K.100; map.east.annual.K.120; map.east.annual.K.150 map.west.annual.K.50; map.west.annual.K.80; map.west.annual.K.100; map.west.annual.K.120; map.west.annual.K.150
	Resolución 1000 m ²	
	Unidades: W/m ²	
Rosa de frecuencia y distribución de viento (porcentaje de frecuencia en intervalos 1 m/s)	Formato ESRI shapefile (números) - TAB - TXT	east.annual.050/80/100/120/150 tabfiles 1 archivo cada 1 km ² . west.annual.050/80/100/120/150 tabfiles 1 archivo cada 1 km ² .
	Resolución 1000 m ²	
Densidad media anual del aire para 5 niveles: 50m, 80m, 100m, 120m, y 150m	Formato GeoTIFF & KMZ	map.east.annual.D.50; map.east.annual.D.80; map.east.annual.D.100; map.east.annual.D.120; map.east.annual.D.150 map.west.annual.D.50; map.west.annual.D.80; map.west.annual.D.100; map.west.annual.D.120; map.west.annual.D.150
	Resolución 1000 m ²	
	Unidades: kg/m ³	
Temperatura media anual del viento esperada a largo plazo para 5 niveles: 50m, 80m, 100m, 120m, y 150m	Formato GeoTIFF & KMZ	map.east.annual.T.50; map.east.annual.T.80; map.east.annual.T.100; map.east.annual.T.120; map.east.annual.T.150 map.west.annual.T.50; map.west.annual.T.80; map.west.annual.T.100; map.west.annual.T.120; map.west.annual.T.150
	Resolución 1000 m ²	
	Unidades: °C	

ATLAS EÓLICO		
Requisitos	Detalles	Nombre de la capa proporcionada
Velocidad media mensual del viento esperada a largo plazo para 5 niveles de velocidad: 50m, 80m, 100m, 120m, y 150m	Formato GeoTIFF & KMZ	map.east.01.M.50; map.east.02.M.50;.....; map.east.12.M.150 map.west.01.M.50; map.west.02.M.50;.....; map.east.12.M.150
	Resolución 1000 m ²	
	Unidades: m/s	
Parámetros mensuales de Weibull A para 5 niveles de velocidad: 50m, 80m, 100m, 120m, y 150m	Formato GeoTIFF & KMZ Formato ESRI shapefile (números) - TAB	map.east.01.A.50; map.east.02.A.50;.....; map.east.12.A.150 map.west.01.A.50; map.west.02.A.50;.....; map.east.12.A.150
	Resolución 1000 m ²	
	Unidades: W/m ²	
Parámetros mensuales de Weibull K para 5 niveles de velocidad: 50m, 80m, 100m, 120m, y 150m	Formato GeoTIFF & KMZ Formato ESRI shapefile (números) - TAB	map.east.01.K.50; map.east.02.K.50;.....; map.east.12.K.150 map.west.01.K.50; map.west.02.K.50;.....; map.east.12.K.150
	Resolución 1000 m ²	
	Unidades: W/m ²	
Densidad media mensual del aire para 5 niveles: 50m, 80m, 100m, 120m, y 150m	Formato GeoTIFF & KMZ	map.east.01.D.50; map.east.02.D.50;.....; map.east.12.D.150 map.west.01.D.50; map.west.02.D.50;.....; map.east.12.D.150
	Resolución 1000 m ²	
	Unidades: kg/m ³	
Temperatura media mensual del viento esperada a largo plazo para 5 niveles: 50m, 80m, 100m, 120m, y 150m	Formato GeoTIFF & KMZ	map.east.01.T.50; map.east.02.T.50;.....; map.east.12.T.150 map.west.01.T.50; map.west.02.T.50;.....; map.east.12.T.150
	Resolución 1000 m ²	
	Unidades: °C	

Tabla 59. Datos geográficos de la simulación solar (Fuente: TdR)

ATLAS EÓLICO		
Requisitos	Detalles	Nombre de la capa proporcionada
Irradiación Global Horizontal	Formato GeoTIFF	00-AtlasSolar_GHI_Anual
	Resolución 1000 m ²	
	Unidades: kWh/m ²	
Irradiación Horizontal Difusa	Formato GeoTIFF	00-AtlasSolar_DHI_Anual
	Resolución 1000 m ²	
	Unidades: kWh/m ²	
Irradiación Normal Directa	Formato GeoTIFF	00-AtlasSolar_DNI_Anual
	Resolución 1000 m ²	
	Unidades: kWh/m ²	
Temperatura a 2 (dos) metros de altura	Formato GeoTIFF	00-AtlasSolar_Temp_2m_Avg_Anual
	Resolución 1000 m ²	
	Unidades: °C	
Irradiación Global Horizontal media mensual esperada a largo plazo	Formato GeoTIFF	00-AtlasSolar_GHI_Ene_Suma; 00-AtlasSolar_GHI_Feb_Suma; 00-AtlasSolar_GHI_Dic_Suma
	Resolución 1000 m ²	
	Unidades: °C	
Irradiación Horizontal Difusa media mensual esperada a largo plazo	Formato GeoTIFF	00-AtlasSolar_DHI_Ene_Suma; 00-AtlasSolar_DHI_Feb_Suma; 00-AtlasSolar_DHI_Dic_Suma
	Resolución 1000 m ²	
	Unidades: °C	
Irradiación Normal Directa media mensual esperada a largo plazo	Formato GeoTIFF	00-AtlasSolar_DNI_Ene_Suma; 00-AtlasSolar_DNI_Feb_Suma; 00-AtlasSolar_DNI_Dic_Suma
	Resolución 1000 m ²	
	Unidades: °C	



9. ZONAS SELECCIONADAS PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS ADICIONALES

A partir del atlas eólico y solar, y de las capas de información facilitadas se han seleccionado aquellas áreas donde se recomienda realizar una campaña de medida posterior, para evaluar los resultados del atlas. A continuación, se muestra la información y metodología empleada para realizar esta selección de áreas, así como la instrumentación recomendada para realizar esta campaña de medidas.

9.1. CAPAS GIS EMPLEADAS

A continuación, se muestran las capas GIS empleadas en la selección de zonas:

Tabla 60. Capas GIS empleadas en la selección de zonas.

Capa	Origen	Fuente
Atlas Eólico	Barlovento	Vortex
Atlas Solar	Barlovento	Solargis
Altitud	NASADEM	NASA
Áreas Protegidas	GIZ	SINAP
Centros Poblados	GIZ	EGEHID
Carreteras	GIZ	EGEHID
Líneas eléctricas	GIZ	ETED
Proyectos eólicos y solares	GIZ	CNE
Torres meteorológicas	GIZ	Varios ¹
Aeropuertos	Barlovento	Google Earth

¹ Los datos meteorológicos provienen de diversas fuentes.

9.2. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE ZONAS

La imagen siguiente muestra un esquema del proceso seguido para la elección de los emplazamientos de validación del atlas. Las características de las áreas seleccionadas son las siguientes:

Tabla 61. Criterios empleados en la selección de zonas.

Criterio	Requisito	Aplica
Potencial eólico aprovechable	Velocidad media anual del viento a 100 m > 6.0 m/s	Eólica
Potencial solar aprovechable	GHI > 1900 kWh/m ²	Solar
No hay cobertura de campaña de medidas previa en la zona	- 20 km	Eólica y solar
La zona es accesible	Altitud < 500 m	Eólica y solar
La zona no está protegida ambientalmente	Fuera de zona de restricción	Eólica y solar
Distancia a aeropuertos	> 15 km	Eólica
Hay posibilidad de evacuación eléctrica cercana	Líneas eléctricas y/o SET < 50 km ²	Eólica y solar
Está separada de otras zonas seleccionadas	- 20 km	Eólica y solar

² Líneas eléctricas de 138 kV, 230 kV y 345 kV.

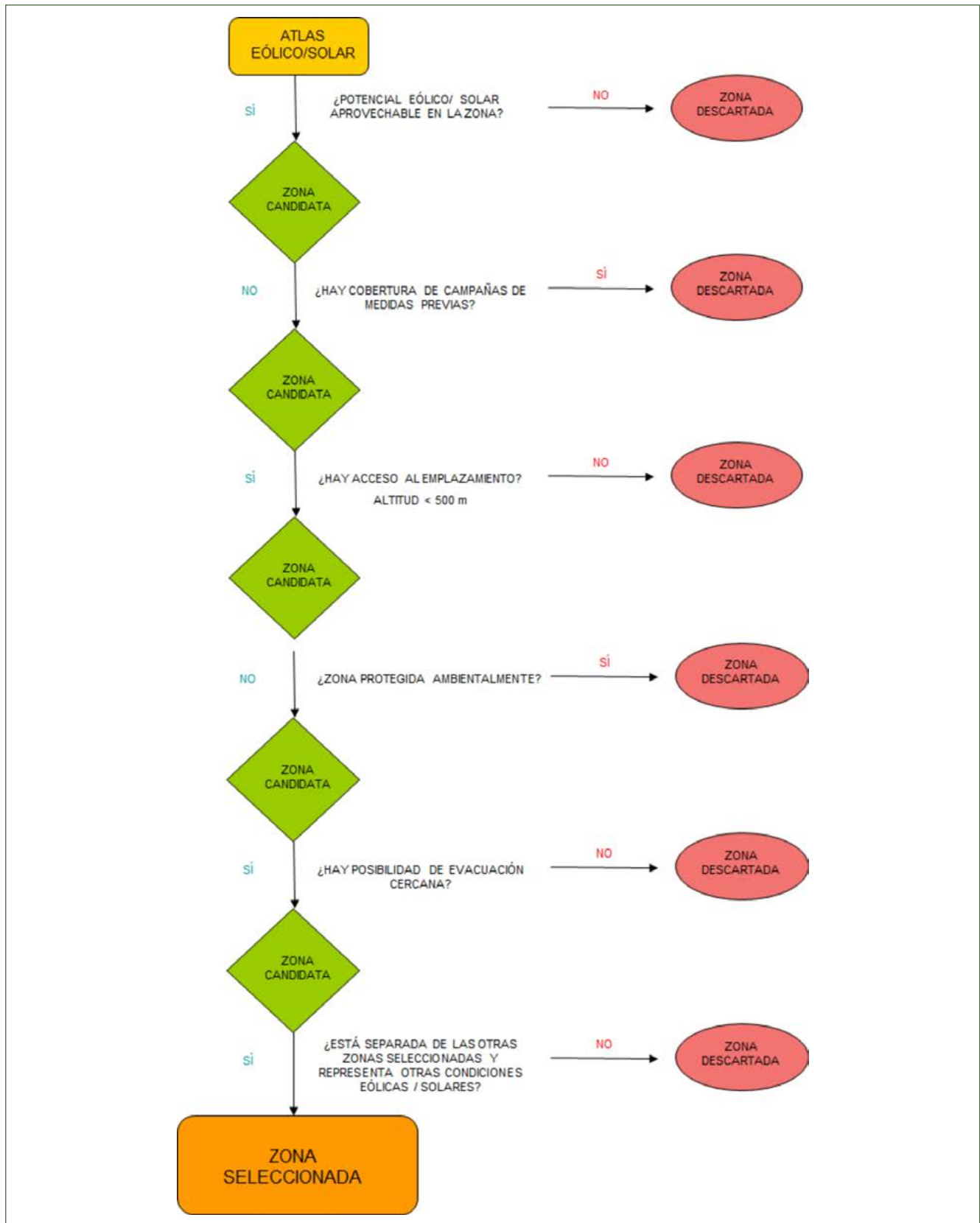


Figura 41. Esquema de selección de emplazamientos de medida para validación (Fuente: Barlovento)

9.3. ZONAS PRESELECCIONADAS

En base a estas características, a continuación, se muestran las zonas propuestas para desarrollar una campaña de medidas posterior:

Tabla 62. Zonas preseleccionadas para la campaña de validación.

ID	Provincia	UTM-X (m)	UTM-Y (m)	Altitud (m)	Tipo
EE-01	Monte Cristi	230603	2185350	15	Eólica y solar
EE-02	Santiago Rodriguez	256579	2160602	160	Eólica y solar
EE-03	Puerto Plata	285345	2198573	12	Eólica y solar
EE-04	Santiago	304475	2147074	486	Eólica y solar
EE-05	Espaillat	341491	2164967	499	Eólica y solar
EE-06	María Trinidad Sanchez	374584	2164402	458	Eólica y solar
EE-07	María Trinidad Sanchez	395576	2172292	264	Eólica y solar
EE-08	Samaná	471159	2124028	345	Eólica y solar
EE-09	El Seibo	484495	2090163	491	Eólica y solar
EE-10	La Altagracia	527742	2092670	26	Eólica y solar
EE-11	La Altagracia	525539	2063778	220	Eólica y solar
EE-12	Elías Piña	221361	2104450	395	Eólica y solar
EE-13	Pedernales	239152	1976254	131	Eólica y solar
EE-14	Peravia	353061	2021271	62	Eólica y solar
ES-01	Dajabón	229694	2148421	338	Solar
ES-02	Hermanas Mirabal	350222	2141347	168	Solar
ES-03	Sánchez Ramírez	378314	2111821	39	Solar
ES-04	El Seibo	495053	2074445	118	Solar
ES-05	La Altagracia	533553	2040854	47	Solar
ES-06	Baoruco	264924	2039633	22	Solar
ES-07	Azua	312078	2039182	45	Solar
ES-08	San Pedro de Macoris	448474	2045322	48	Solar

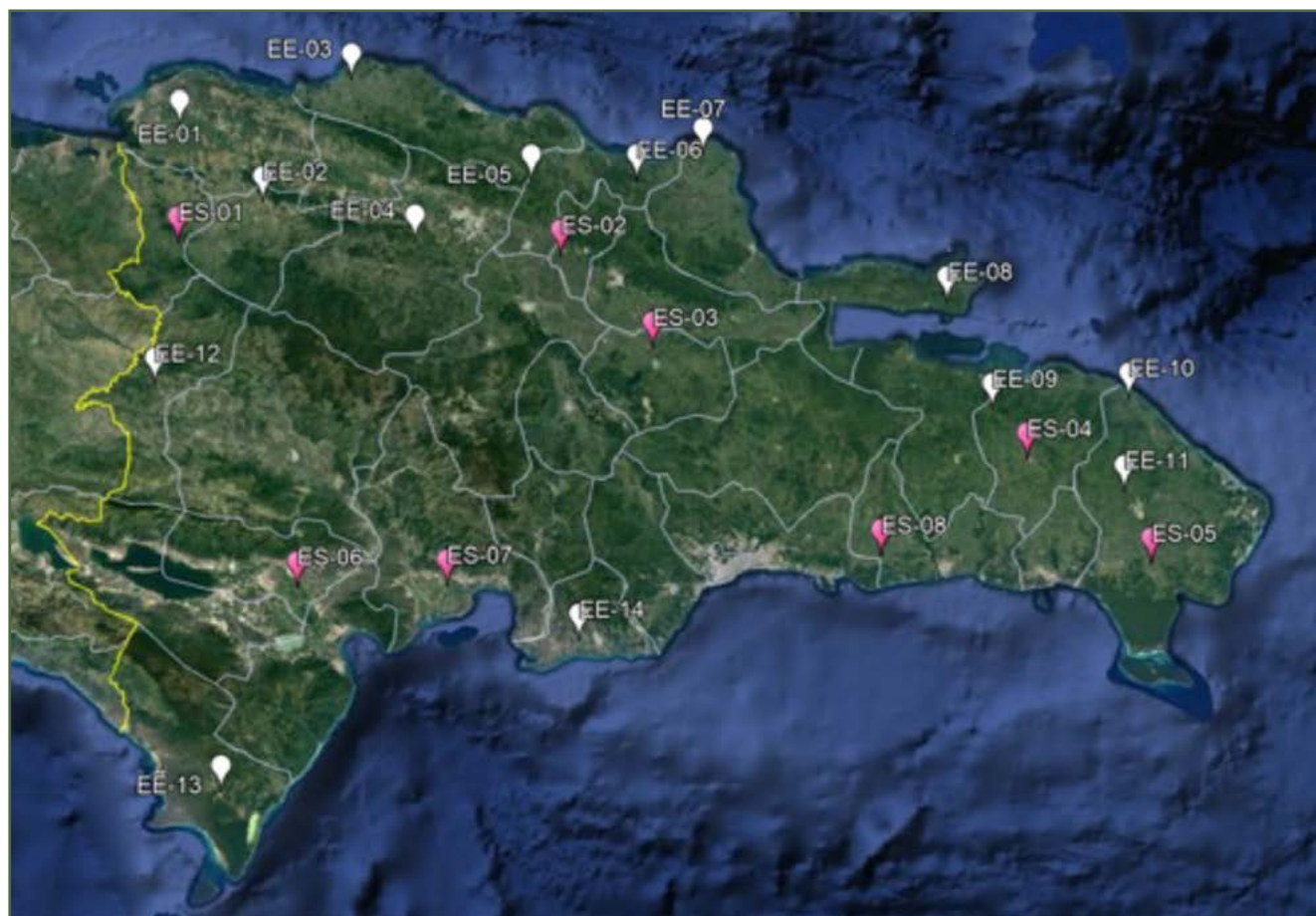


Figura 42. Zonas preseleccionadas para la validación del Atlas eólico y solar (Mapa base: Google Earth).

9.4. ZONAS PRIORIZADAS

Tomando como base la preselección realizada en el apartado anterior, se ha incorporado como información adicional la distribución de las Regiones Únicas de Planificación de la República Dominicana (Ley 345-22 de 2 de agosto de 2022). En base a esta distribución de áreas, se ha incorporado un nuevo criterio de selección de zonas basado en priorizar los puntos de medida preseleccionados de forma que se defina una estación por zona. En base a este nuevo criterio, en la tabla siguiente pueden verse las zonas priorizadas:

Tabla 63. Zonas priorizadas para la campaña de validación.

ID	Provincia	Región	UTM-X (m)	UTM-Y (m)	Altitud (m)	Tipo
EE-01	Monte Cristi	Cibao Noroeste	230603	2185350	15	Eólica y solar
EE-04	Santiago	Cibao Norte	304475	2147074	486	Eólica y solar
EE-07	María Trinidad Sanchez	Cibao Nordeste	395576	2172292	264	Eólica y solar
EE-11	La Altagracia	Yuma	525539	2063778	220	Eólica y solar
EE-12	Elías Piña	El Valle	221361	2104450	395	Eólica y solar
EE-13	Pedernales	Enriquillo	239152	1976254	131	Eólica y solar
EE-14	Peravia	Valdesía	353061	2021271	62	Eólica y solar
ES-03	Sánchez Ramírez	Cibao Sur	378314	2111821	39	Solar
ES-08	San Pedro de Macoris	Higuamo	448474	2045322	48	Solar

La siguiente figura muestra un mapa de las estaciones:

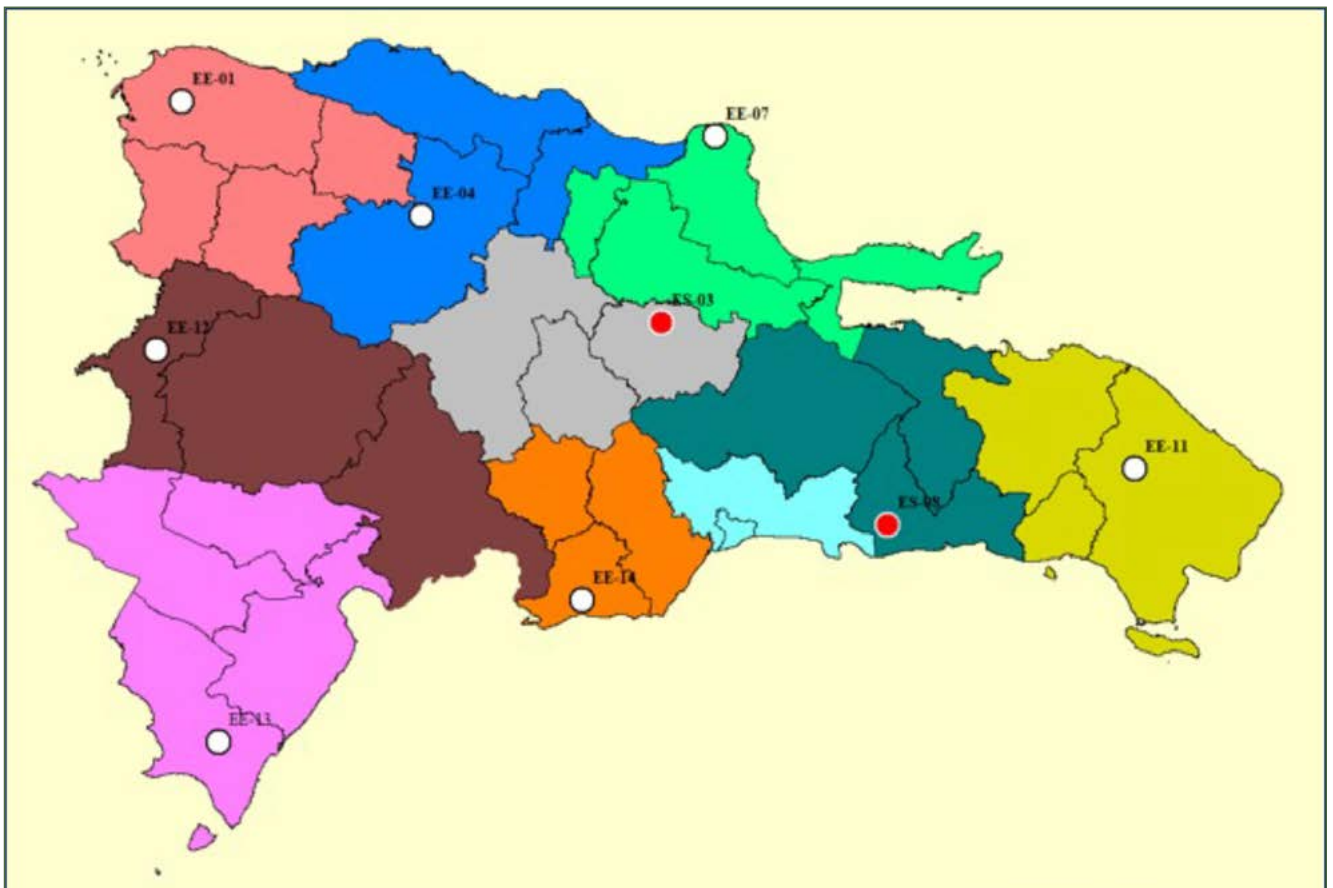


Figura 43. Zonas priorizadas para la validación del Atlas eólico y solar.

9.5. CONFIGURACIÓN DE LA CAMPAÑA DE MEDIDAS

A continuación, se exponen las infraestructuras necesarias para realizar la validación del Atlas en las zonas propuestas.

9.5.1. Torres meteorológicas eólicas

Esta fase comprenderá la instalación de torres meteorológicas, el mantenimiento de estas torres, la recogida de datos, control de calidad de los mismos y análisis estadístico de las medidas en cada uno de los emplazamientos en los que se realice la campaña de medidas además de la realización de informes respectivos.

(1) Configuración de las torres meteorológicas

Las recomendaciones incluyen la configuración de equipos meteorológicos y los elementos auxiliares necesarios en la instalación de torres meteorológicas. Incluyendo también la supervisión de la instalación de todos los sensores de medición, así como la verificación de la puesta en servicio de las estaciones meteorológicas.

Se deben emplear anemómetros calibrados de forma individual por un miembro de MEASNET, de conformidad con los procedimientos establecidos en:

- European Wind Turbine Standards II
- Measnet. Cup anemometer calibration procedure. Version 3. September 2022.
- International Standard. IEC 61400-12. Second edition. 2017 (o First edition 2005). Wind turbines-Part 12.1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines.

La instrumentación propuesta incluye entre otros:

- Un piranómetro
- Cuatro anemómetros
- Tres veletas
- Dos sensores de humedad y temperatura
- Un barómetro
- Un sistema de adquisición de datos
- Un sistema de comunicación remota
- Un sistema de alimentación autónoma

La inclusión del piranómetro para la medición de radiación solar se propone para poder validar y mejorar el Atlas Solar. En caso de plantearse en mayor profundidad el análisis del potencial solar, podría definirse instrumentación específica adicional.

Las instalaciones y accesorios anteriormente expuestos, que se instalarán en los lugares proyectados, han sido propuestos para asegurar que su calidad cumpla los requisitos de la industria. Por otra parte, el equipo que forma parte de estas estaciones se podrá cambiar, ajustar, modificar o ampliar.

El montaje de la instrumentación debe ser de acuerdo con las recomendaciones dadas en los documentos:

- International Energy Agency. Recommended practices for wind turbine testing and evaluation. 11. Wind speed measurement and use of cup anemometry. Ed. 1, 1999.
- Measnet. Power performance measurement procedure. Version 5. December 2009.
- International Standard. IEC 61400-12. Second edition. 2017 (o First edition 2005). Wind turbines-Part 12.1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines.
- European Wind Turbine Standards II
- MEASNET Procedure: Evaluation of Site-Specific Wind Conditions. Version 3, September 2022.

A continuación, se muestran un ejemplo de configuración de torre de 100 metros y otro de torre de 50 metros, así como una fotografía de una torre instalada.

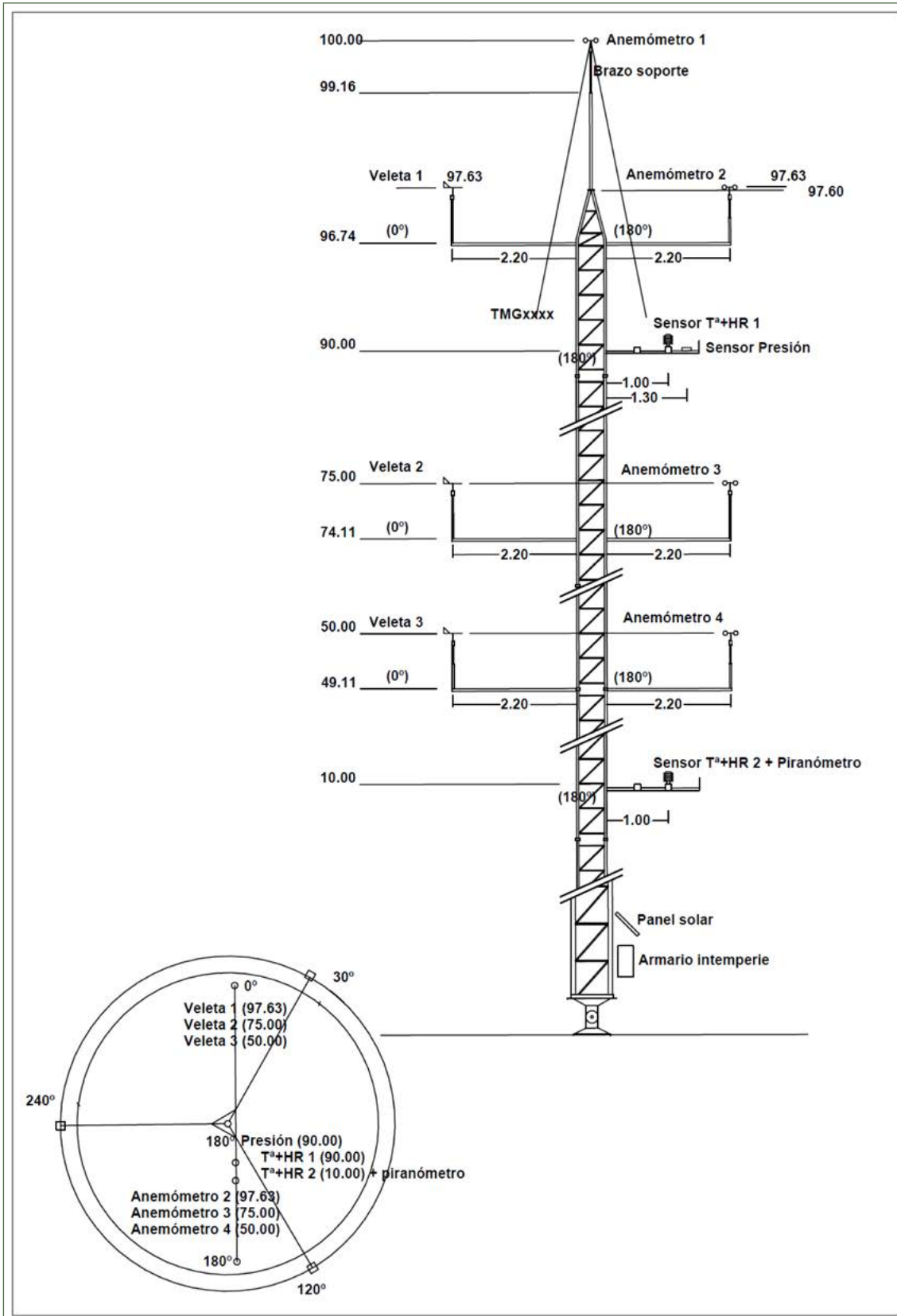


Figura 44. Ejemplo de esquema de torre meteorológica de 100 m instrumentada (Fuente: Barlovento)

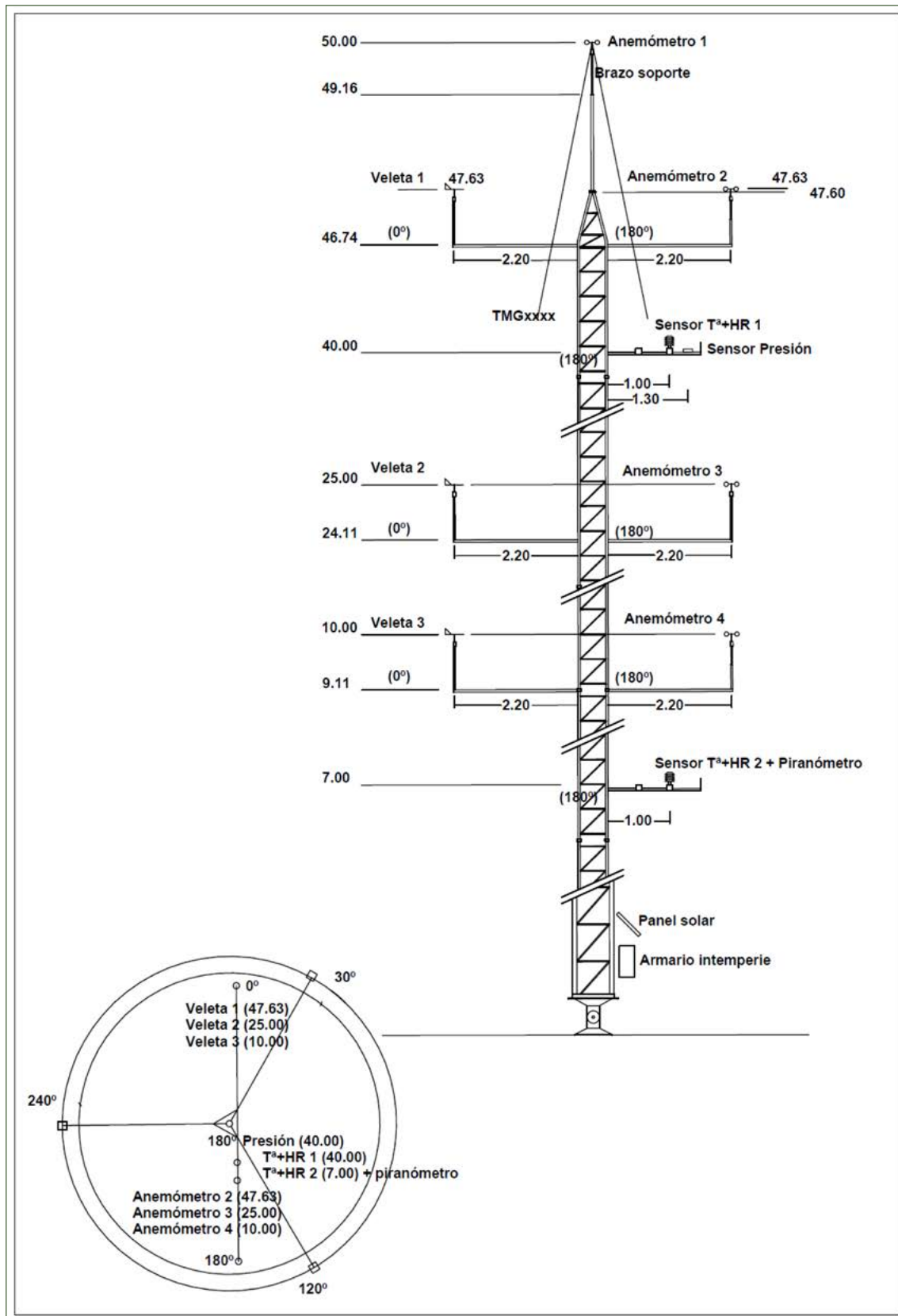


Figura 45. Ejemplo de esquema de torre meteorológica de 50 m instrumentada (Fuente: Barlovento)

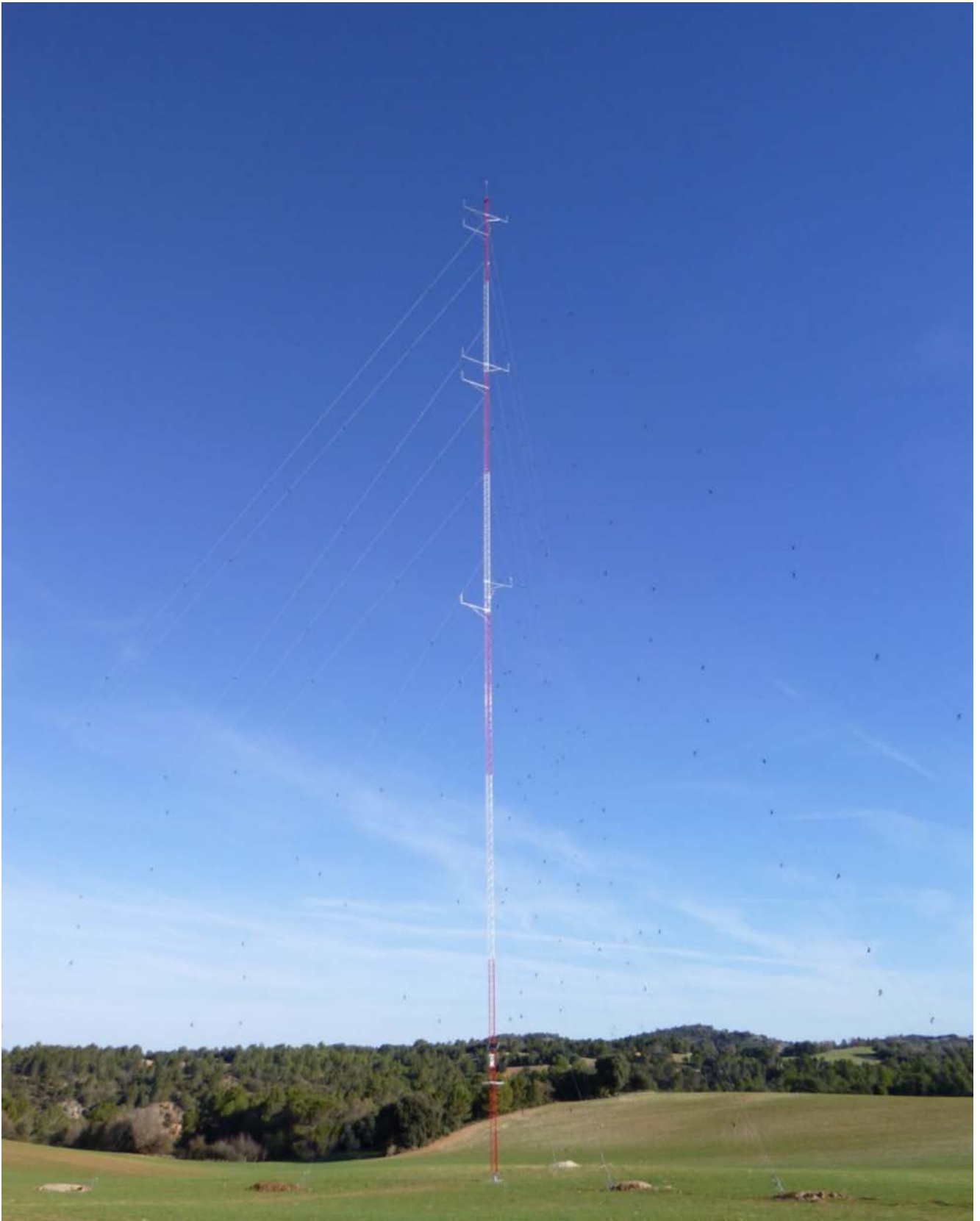


Figura 46. Ejemplo de torre meteorológica (Fuente: Barlovento)

La instrumentación instalada en la torre debe ser de excelente calidad para garantizar la correcta ejecución de la campaña de medición. A continuación, se muestran las especificaciones técnicas de cada sensor de medición propuesto.

Sistema de adquisición de datos (SAD)

El sistema de adquisición de datos (en adelante SAD) permitirá la instalación de 4 anemómetros, 3 veletas, 2 termo-higrómetros, 1 barómetro y 1 piranómetro.

El almacenamiento de datos en la memoria interna, permitirá almacenar datos hasta que se descarguen de forma remota a través de módem.

El SAD estará instalado dentro de una caja hermética que servirá como la protección frente a los elementos ambientales.

Equipamientos meteorológicos

Se proponen las siguientes alturas para la medición de la velocidad, dirección, la temperatura, la humedad relativa, la presión atmosférica y la radiación solar.

La orientación de los sensores de medición debe ser perpendicular a la dirección principal del viento.

Se propone la siguiente instrumentación básica:

- Tres anemómetros principales, modelo First Class o similar. Los anemómetros se calibrarán en un laboratorio autorizado con sello MEASNET y se incluirán los certificados de calibración.

- Un anemómetro redundante se instalará bajo el nivel superior de medición. Estará calibrado en un laboratorio autorizado con sello MEASNET; se incluirá el certificado de calibración.

- Tres veletas.

- Dos termo-higrómetros con protección contra la radiación solar.

- Un barómetro.

- Un piranómetro modelo "first class" o "secondary standard"

Para la instalación de los sensores en diferentes niveles de medición se recomienda emplear brazos soporte de longitud 2.4 m, suficiente para minimizar la influencia de la propia torre en las mediciones (de acuerdo recomendaciones MEASNET).

Con el equipo meteorológico, se debe proporcionar el cable necesario para la instalación y conexión del equipo meteorológico con el SAD de forma adecuada.

Sistema de transmisión de datos

Se instalará, cuando hay cobertura telefónica (o satélite), un sistema de transmisión de datos. Se realizarán descargas diarias de los datos de estas torres para su integración en una base de datos.

Sistema de alimentación autónomo

El suministro de energía al sistema de transmisión de datos y a los equipos se realizará mediante fuentes de alimentación autónoma formadas por un panel fotovoltaico y un sistema de baterías (incluyendo el regulador de carga).

Tabla 64. Alturas de medida de las variables de la campaña.

Variable	Altura Medida (m)	
	Torre 100 m	Torre 50 m
Velocidad	100, 75, 50	50, 25, 10
Velocidad redundante	97.74	47.74
Dirección	97.74, 75, 50	47.74, 25, 10
Temperatura y humedad relativa	90, 10	40, 7
Presión	90	40
Irradiación solar	10	7

(2) Instalación y puesta en marcha

Se recomienda que la instalación y gestión de estas medidas sean realizadas por empresa independiente con experiencia, miembro de MEASNET y/o con la acreditación ISO-17025.

Deberá emplearse la información de ubicación orográfica y la información disponible sobre los vientos de la zona para promover la orientación correcta de los brazos soporte de los sensores de medición del viento, con el fin de reducir al mínimo las perturbaciones causadas por la torre en la medida del viento, como se define en el anexo G de la norma IEC 61400-12.

Se han recomendado las alturas requeridas para las mediciones con el fin de caracterizar el perfil vertical del viento y validar diversas capas del Atlas.

El sistema de adquisición de datos (SAD) está instalado en el armario al aire libre. El SAD deberá realizar una toma de muestras con frecuencia 1 Hz. La programación SAD incluirá el registro mínimo de las siguientes variables cada 10 minutos (Valores medio, máximo, mínimo y desviación estándar de las variables meteorológicas):

- Velocidad del viento en cada nivel
- Dirección del viento en cada nivel
- Temperatura en cada nivel
- Humedad relativa en cada nivel
- Presión atmosférica
- Radiación global

Se recomienda la instalación de un sistema de protección contra sobrecargas eléctricas en la parte superior de la torre, así como su puesta a tierra. La instalación del pararrayos debe estar en la parte superior de la torre, perpendicular al flujo de viento predominante a fin de reducir la perturbación de flujo libre viento.

Se propone la instalación de la torre de medición con un sistema autónomo de alimentación con batería que se carga por un panel solar. El sistema se debe configurar para que la batería permanezca cargada durante los períodos de menor nivel de irradiancia.

La zona donde se instale la torre debe tener alcance de comunicación celular, para permitir la programación del sistema para la descarga remota de datos a través de GPRS módem celular.

Deberán revisarse y documentarse los siguientes aspectos:

- Posición final de las torres
- Altura de los sensores de medición
- Orientación de los brazos soporte en todos los niveles intermedios
- Verticalidad de las torres
- Inspección visual de los sensores
- Estado de carga de la batería
- Comprobación de la hora de las estaciones (SAD)

Se debe documentar el proceso completo de montaje de la torre y presentar un informe completo y detallado de las características principales de, especificando la conformidad y el cumplimiento de los principales aspectos recogidos en las normas y estándares internacionales de la industria eólica mencionados anteriormente. Este informe contiene principalmente los siguientes datos:

- Descripción del montaje de la torre
- Coordenadas definitivas de localización de la torre
- Características de la torre
- Especificaciones técnicas de todos los sensores y del SAD
- Programación del SAD
- Altura de todos los sensores
- Descripción de la configuración del montaje de los instrumentos
- Tablas de conformidad de montaje de cada instrumento
- Fotografías de todos los sensores, así como de la torre completa
- Fotografía panorámica tomada desde la base de la torre
- Observaciones pertinentes sobre posibles obstáculos cerca de la torre
- Certificados de calibración para todos los equipos

(3) Recogida de datos

En caso de existencia de comunicación GSM, se realizará un volcado de datos diario. Si no existiera comunicación telefónica, la recogida de datos será al menos mensual, en una visita al sitio.

(4) Seguimiento y mantenimiento de torres meteorológicas

Periódicamente, cada 6 meses, se propone realizar visitas a la instalación para inspección y el mantenimiento de la misma:

- Verticalidad de la torre.
- Tensión de vientos de sujeción.
- Orientación de brazos soporte en los niveles intermedios.
- Inspección visual de los sensores.
- Estado de carga de las baterías.
- Limpieza de equipos (panel fotovoltaico u otros)
- Evaluación de desperfectos producidos por personas ajenas y gestión en su caso de las denuncias y reparaciones.

(5) Lectura de datos y control de calidad

Tras el volcado de datos o la recogida in situ, se realizará el control de calidad de los mismos, teniendo en cuenta las relaciones entre las distintas variables de los diferentes niveles y efectuarlo conforme a los siguientes estándares internacionales: IEA, IEC y MEASNET.

Se recomienda realizar informes periódicos (mensuales) donde se reporten todas las incidencias registradas en las torres y los principales estadísticos mensuales y acumulados registrados en dichas estaciones.

9.5.2. Sistemas de medida remota

Estos sistemas han sido utilizados hasta la fecha en numerosas áreas: predicción de dispersión de contaminantes atmosféricos, pronóstico meteorológico, predicción de altura de nieblas, detección de cizalladura de viento en aeropuertos, implantación de planes de emergencia en centrales nucleares, estudios de vientos locales y en terreno complejo, etc.

Este método, presenta muchas ventajas respecto a los sistemas tradicionales de medida del viento (anemómetros y veletas), ya que permite prescindir de la torre de medida y caracterizar el viento a distintas alturas (hasta 150 ó 200 metros) de una manera muy sencilla.

En el Atlas eólico, se han identificado las zonas preferentes para la futura prospección detallada in situ y que serían de interés para la instalación de aerogeneradores o parques eólicos. Se propone la instalación de estos equipos de medida remota en los emplazamientos seleccionados que además cumplan los siguientes requisitos:

- Accesibilidad adecuada.
- Condiciones de seguridad suficientes para evitar robos.
- Emplazamientos no complejos desde el punto de vista de la topografía.
- Ausencia de obstáculos cercanos.

(1) SODAR

El SODAR es un sistema de medida remota para detección de viento y estructura térmica en la baja atmósfera. El sistema utiliza los mismos principios que el radar, usando ondas acústicas en vez de microondas. El sistema detecta la energía acústica de la atmósfera y a partir del estudio del desplazamiento Doppler y de la energía recibida consigue información sobre las condiciones atmosféricas: perfiles verticales de viento, presencia de capas de inversión térmica y altura de niebla.



Figura 47. Ejemplo de SODAR (Fuente: Barlovento)

(2) LIDAR

El LIDAR es un sistema de medición remota para la medida de viento y la estructura térmica inferior de la atmósfera. El sistema emite pulsos o haces de luz que se reflejan en los aerosoles de la atmósfera y son recibidos por el receptor, a partir del estudio del desplazamiento Doppler y de la energía recibida se obtiene información sobre las condiciones atmosféricas: velocidad y dirección del viento, perfiles verticales de viento, presencia de capas de inversión térmica, etc.



Figura 48. Ejemplo de LIDAR (Fuente: Barlovento)

(3) Alcance de la campaña

El alcance de la campaña deberá incluir:

- Informe de clasificación del equipo SODAR/LIDAR conforme a IEC.
- Informe de verificación del equipo SODAR/LIDAR conforme a IEC.
- Selección de punto de medición.
- Servicio de medición mediante SODAR/LIDAR.
- Gestión de campaña (mantenimiento de conexión, volcado de datos, revisión de datos e informes mensuales de seguimiento).
- Instalación y puesta en marcha del SODAR/LIDAR.
- Vallado de la instalación si fuera necesario.
- Traslado del SODAR/LIDAR entre emplazamientos.
- Extrapolación de las medidas en las torres preexistentes, hasta los niveles de medida del SODAR/LIDAR (hasta 150 ó 200 metros, según las condiciones atmosféricas).

(4) Instalación y puesta en marcha

Se recomiendan que la instalación y gestión de estas medidas sean realizadas por una empresa independiente con experiencia e independiente de reconocido prestigio, miembro de MEASNET y/o con la acreditación ISO-17025. Se han de seguir las indicaciones del fabricante a la hora de seleccionar e instalar el equipo remoto.

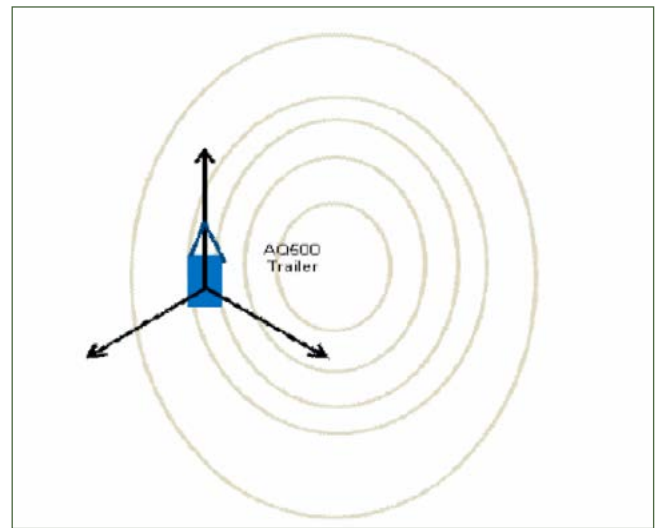


Figura 49. Ejemplo de posicionamiento del SODAR en pendientes de una colina (Fuente: AQSystem)

De forma general, en el caso del SODAR, hay que verificar la posible afección acústica de cara a instalar el equipo, evitando zonas con elevado ruido ambiente. En caso de necesitar un generador que suministre energía para el funcionamiento del equipo, se debe minimizar la afección acústica que pueda causar sobre las medidas del SODAR. El SODAR ha de estar instalado a una distancia de los obstáculos de al menos la altura de éstos y que la señal emitida no se vea bloqueada. En zonas boscosas, de una forma conservadora, no han de existir árboles a una distancia de 20 metros mayor a la altura máxima de medida.

La señal del equipo no ha de verse interrumpida o perturbada por la presencia de obstáculos; la distancia al obstáculo y la orientación del equipo se ajustarán a este requisito.

En el caso del LIDAR se debe evitar cualquier elemento móvil que corte al cono láser (palas de aerogenerador, ramas de árboles, anemómetros, ...). La influencia de estructuras fijas, como la torre de medida, puede tener una influencia insignificante si obstaculiza un pequeño ángulo (5°), en el caso de equipo con

haz de láser continuo. En zonas boscosas es suficiente un área libre de vegetación de radio mayor a la altura de los árboles cercanos. En cualquier caso, habrá que seguir las indicaciones impuestas por el fabricante del equipo de medida remota en la instalación del mismo.

El emplazamiento debe ser descrito y sus características deben estar documentadas de forma que quede constancia de aquellas condiciones que afectan a la campaña.

Deberá revisarse y documentarse los siguientes aspectos:

- Posición final del SODAR/LIDAR
- Alturas de medida del SODAR/LIDAR
- Orientación de los haces del equipo
- Alineación del equipo (nivel y orientación)
- Inspección visual del equipo
- Estado de carga de la batería
- Comprobación de la hora del equipo
- Presencia de obstáculos o fuentes de interferencia cercanos

Se debe documentar el proceso completo de montaje del SODAR/LIDAR y presentar un informe completo y detallado de las características principales, especificando la conformidad y el cumplimiento de los principales aspectos recogidos en las normas y estándares internacionales de la industria eólica mencionados anteriormente. Este informe contendrá principalmente los siguientes datos:

- Descripción del montaje del equipo SODAR/LIDAR
- Coordenadas definitivas de localización del equipo
- Características del equipo
- Especificaciones técnicas del equipo (fabricante, modelo, número de serie, software, etc.)
- Programación del SAD
- Orientación del equipo respecto al norte
- Declinación magnética
- Ángulo del cono de medida
- Alturas de medición del equipo SODAR/LIDAR
- Descripción de la configuración del montaje del equipo
- Fotografías del equipo completo
- Fotografía panorámica tomada desde la base del equipo
- Observaciones pertinentes sobre posibles obstáculos y/o posibles fuentes de interferencia cerca del equipo (tipo de obstáculo, altura, distancia etc.)
- Fotografía de los obstáculos

- Informe de clasificación del equipo SODAR/LIDAR conforme a IEC.
- Informe de verificación del equipo SODAR/LIDAR conforme a IEC.

(5) Recogida de datos

En caso de existencia de comunicación GSM, se realizará un volcado de datos diario.

(6) Seguimiento y mantenimiento de sistemas de medida remota

Periódicamente, cada 6 meses, se propone realizar visitas a la instalación para inspección y el mantenimiento del mismo, según las instrucciones del fabricante.

(7) Lectura de datos y control de calidad

Tras el volcado de datos, se realizará el control de calidad de los mismos, teniendo en cuenta las relaciones entre las distintas variables de los diferentes niveles y efectuarlo conforme a los siguientes estándares internacionales: IEA, IEC y MEASNET.

Se recomienda realizar informes periódicos (mensuales) donde se reporten todas las incidencias registradas en el equipo SODAR/LIDAR y los principales estadísticos mensuales y acumulados registrados en dicho equipo.

9.5.3. Torres meteorológicas solares

(1) Estación Meteorológica de Medición Solar

Como estación meteorológica de medición solar se propone instalar un mástil meteorológico con estructura de celosía de altura tres metros.

La orientación de la estación a instalar serán tal que permita orientar correctamente los sensores de medición según la trayectoria del sol.

(2) Equipo para Medición Meteorológica

Las recomendaciones incluyen la configuración de equipos meteorológicos y los elementos auxiliares necesarios en la instalación de torres meteorológicas. Incluyendo también la

Tabla 65. Equipo recomendado para la instrumentación de cada estación.

Equipo	Cantidad	Modelo	Calibración
Anemómetro	1	Maximum 40C o Vector A100LK	MEASNET
Veleta	1	NRG 200M o Thies Clima	ILAC
Termómetro	1	Termo-higrómetro GALLTEC/KPC 1/6M + solar shield	ILAC
Piranómetro	2	EKO MS-80 Secondary standard (ISO 9060:1990) /Class A (ISO 9060:2018)	ILAC. Calibración de un piranómetro en campo mediante comparación con un piranómetro de referencia según la norma ISO 9847:1992
Pluviómetro	1	ARG314 Tipping Bucket Raingauge	
SAD	1	CR1000X	ILAC

supervisión de la instalación de todos los sensores de medición, así como la verificación de la puesta en servicio de las estaciones meteorológicas.

Se proponen las siguientes alturas para la medición de la radiación solar, la temperatura, la humedad relativa, la presión atmosférica, la precipitación así como la velocidad y dirección del viento.

El montaje de instrumentación se realizará siguiendo recomendaciones indicadas en los siguientes documentos, con adecuaciones necesarias para el objetivo de medición de recurso solar:

- International Standard. IEC 61724-1. Photovoltaic system performance – Part 1: Monitoring

Todas las opciones de piranómetros consideradas en esta propuesta cumplen con la clasificación Secondary Standard que es la más alta categoría de precisión disponible en el mercado.



Figura 50. Ejemplo de estación meteorológica solar (Fuente: Barlovento)

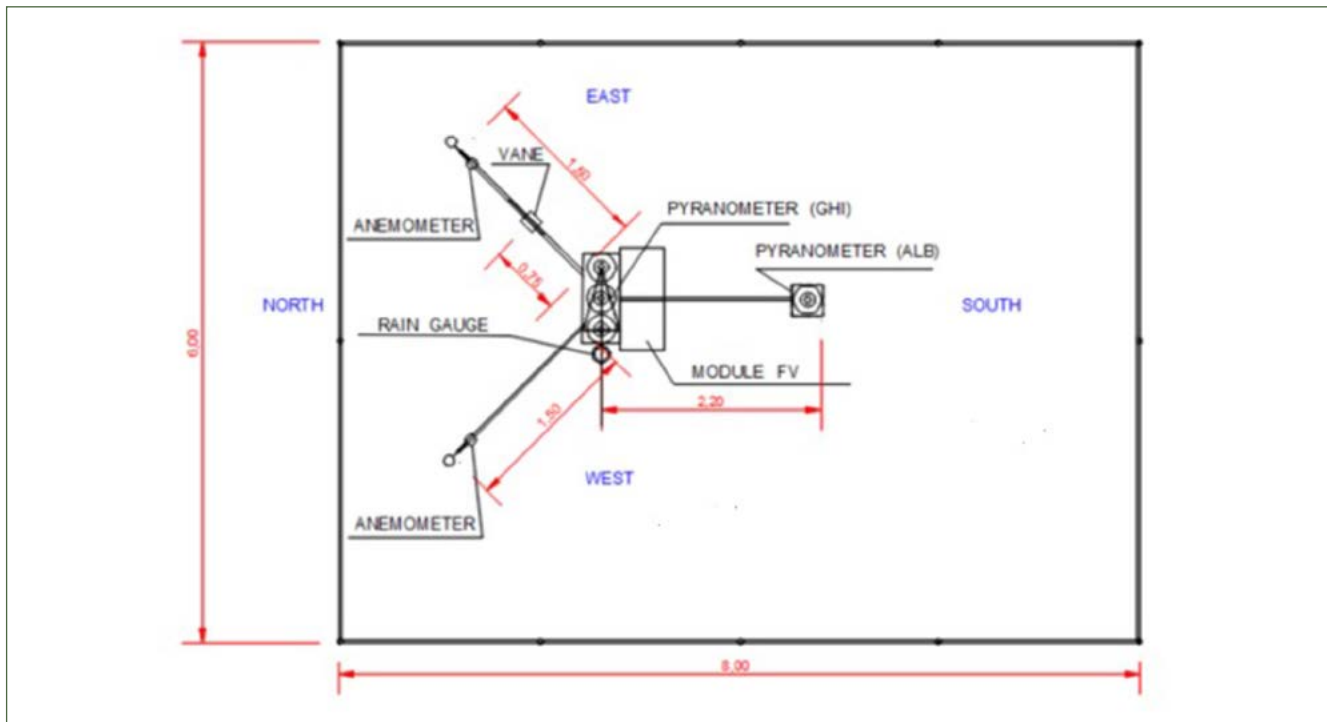


Figura 51. Ejemplo de esquema de estación meteorológica solar (Fuente: Barlovento)

(3) Sistema de Adquisición de Datos

Se utilizará un sistema de adquisición de datos (SAD o data logger), calibrado, que pueda realizar un muestreo de por lo menos 1 Hz. El Sistema de adquisición de datos irá instalado en el interior de armario de protección según IP65 y dispondrá de un cierre con llave y/o candado para evitar su manipulación.

(4) Alimentación de Potencia y Cableado

El sistema de alimentación del SAD, compuesto por una batería, un regulador de carga y un panel solar, conformará un sistema robusto, suficiente para alimentar la demanda del SAD aún en épocas de menor irradiación solar. El tamaño del panel varía según el requerimiento del SAD seleccionado.

Se provisionará el cable apantallado necesario para la correcta instalación y conexión de los equipos meteorológicos al SAD, conductores de cobre suave estañado en construcción flexible, aislamiento individual de PVC e identificados por código de colores, apantallamiento a base de cinta poliéster de aluminio más malla de cobre estañado e hilo dren de cobre estañado.

(5) Puesta en Marcha

El instalador realizará la programación del SAD, así como todas las conexiones eléctricas necesarias de los equipos para garantizar que la implementación de los registros sean los correctos.

Durante la puesta en marcha se revisará y documentará el estado final de los siguientes rubros:

- Altura de los sensores de medición.
- Orientación de brazos soporte.
- Horizontalidad de los soportes.
- Inspección visual de los sensores.
- Prueba de recogida de datos.

Se documentará ampliamente el proceso de instrumentación de cada estación y se emitirá un informe completo detallando las características principales, puntualizando detalladamente la conformidad y completitud con respecto a los puntos exigidos por los Organismos Internacionales Acreditadores del ramo, mencionados previamente. Cada informe contendrá principalmente la siguiente información:

- Programación del SAD.
- Altura de todos los sensores.
- Descripción de la configuración del montaje de los instrumentos.
- Fotografías de todos los sensores, así como de la estación completa.
- Certificados de calibración para todos los equipos calibrados.
- Especificaciones técnicas de todos los sensores y del SAD.

Se indicará asimismo las labores de limpieza periódica de sensores. En caso de encontrarse personal durante la puesta en marcha, se realizará una demostración práctica de las tareas a realizar.

(6) Lectura de datos y control de calidad

Tras el volcado de datos, se realizará el control de calidad de los mismos, teniendo en cuenta las relaciones entre las distintas variables de los diferentes niveles y efectuarlo conforme a los siguientes estándares internacionales: ISO/IEC.

Se recomienda realizar informes periódicos (mensuales) donde se reporten todas las incidencias registradas en la estación solar y los principales estadísticos mensuales y acumulados registrados en dicha estación.

ANEXO A.

REFERENCIAS

Y FUENTES DE DATOS

Tabla 66. Referencias y fuentes de datos.

No.	Nombre / Descripción	Origen / Autor	Archivos / Hardware	Fecha
Ref 1	MEASNET guide to Evaluation of Site-Specific Wind Conditions. Version 3	MEASNET	Interno BRN	Sep 2022
Ref 2.	IEC 61400-1 Ed.2	IEC	Interno BRN	1999
Ref 3.	IEC 61400-1 Ed.4	IEC	Interno BRN	2019
Ref 4.	IEC 61400-12-1 Ed.2	IEC	Interno BRN	2017
Ref 5	European wind turbine standards II	EUREC	Interno BRN	1998

ANEXO B.

DATOS DISPONIBLES Y ANALIZADOS

B.1. DATOS DISPONIBLES

La información de las torres meteorológicas disponible puede verse a continuación:

Tabla 67. Datos meteorológicos disponibles.

ID	X [UTM] - m	Y [UTM] - m	Z (m)	Inicio	Fin	Años Teóricos	Frecuencia datos	Años reales	Formato Datos	Alturas - WS (m)	Alturas - D (m)	Alturas - T (m)	Alturas - P (m)	Rad-Sol
Azua	318 858	2 041 499	177	21/12/2007	27/03/2008	0.3	Diezminutales	0.3	RWD/TXT/XLS	40/20	40/20	ND	ND	NO
Brazo Derecho 1	300 230	2 167 391	150	22/09/2015	30/09/2020	5.0	Diezminutales	4.3	RWD/TXT/XLS	40/20	40/20	ND	ND	NO
Brazo Derecho 2	299 411	2 170 771	374	25/10/2017	07/10/2020	3.0	Diezminutales	3.0	RWD/TXT/XLS	81/60/40	80/40	ND	ND	NO
El Cruce del Indio	234 181	2 034 510	29	21/12/2007	23/03/2009	1.3	Diezminutales	0.7	RWD/TXT/XLS	40/20	40/20	ND	ND	NO
Las Damas	231 324	2 030 916	540	25/10/2007	29/01/2009	1.3	Diezminutales	0.8	RWD/TXT/XLS	40/20	40/20	ND	ND	NO
Montecristi (El Rincón)	225 904	2 195 778	57	09/12/2008	03/03/2009	0.2	Diezminutales	0.2	RWD/TXT/XLS	40/20	40/20	ND	ND	NO
Pinalito	328 670	2 092 935	1 390	14/07/2006	25/07/2007	1.0	Diezminutales	0.4	RWD/TXT/XLS	40/20	40/20	ND	ND	NO
Tierra Nueva 1	192 856	2 057 796	23	21/12/2007	08/08/2012	4.6	Diezminutales	4.0	RWD/TXT/XLS	42/21	40/20	ND	ND	NO
Tierra Nueva 2	192 389	2 056 792	122	15/07/2009	02/08/2013	4.0	Diezminutales	2.7	RWD/TXT/XLS	40.5/20.5	40/20	ND	ND	NO

ID	X [UTM] - m	Y [UTM] - m	Z (m)	Inicio	Fin	Años Teóricos	Frecuencia datos	Años reales	Formato Datos	Alturas - WS (m)	Alturas - D (m)	Alturas - T (m)	Alturas - P (m)	Rad-Sol
Tierra Nueva 3	193 040	2 054 229	57	15/08/2013	26/01/2017	3.4	Diezminutales	3.4	RWD/TXT/XLS	90/70/40	89/69	10	10	NO
Amina Banelino	293 456	2 162335	90	01/01/2022	01/03/2023	1.2	Horarias	1.2	CSV	ND	ND	ND	ND	ND
Hatillo Palma Banelino	267 823	2 175 497	58	01/01/2022	01/03/2023	1.2	Horarias	1.2	CSV	ND	ND	ND	ND	ND
Hato al Medio	257 039	2 177 404	41	01/01/2022	01/03/2023	1.2	Horarias	1.2	CSV	ND	ND	ND	ND	ND
Juliana Jaramillo Banelino	220 027	2 194 217	8	01/01/2022	01/03/2023	1.2	Horarias	1.2	CSV	ND	ND	ND	ND	ND
La Caída	266 294	2 168 910	61	01/01/2022	01/03/2023	1.2	Horarias	1.2	CSV	ND	ND	ND	ND	ND
Montecristi Oficina	222 849	2 197 013	24	01/01/2022	01/03/2023	1.2	Horarias	1.2	CSV	ND	ND	ND	ND	ND
Oficina Mao	280 667	2 163 995	90	01/01/2022	01/03/2023	1.2	Horarias	1.2	CSV	ND	ND	ND	ND	ND
San Isidro	280 667	2 163 995	90	01/01/2022	01/03/2023	1.2	Horarias	1.2	CSV	ND	ND	ND	ND	ND
Rancho Carlos	419 560	2 076 207	53	11/11/2020	03/02/2023	2.2	Horarias	2.2	CSV	ND	ND	ND	ND	ND
Solitaria 1	254086	2181759	120	19/10/2011	03/09/2014	2.9	Mensuales	2.9	PDF	110/80/60/40	110/80	13	11	NO
Solitaria 2	270083	2178979	139	13/12/2012	03/09/2014	1.7	Mensuales	1.7	PDF	110/110/80/60/40	107/77	13	11	NO
M4003	259270	1978515	19	01/06/2010	31/01/2012	1.7	Mensuales	1.7	PDF	78/61/39	ND	ND	ND	NO
M4001	259221	1977466	10	01/02/2002	16/12/2010	8.9	Diezminutales	8.9	RWD	30/30/20	30/20	NO	NO	NO
M4002	258057	1978122	25	15/06/2006	14/09/2010	4.2	Diezminutales	4.2	RWD	30/30/20	30/20	NO	NO	NO
M4004	256409	1979009	49	22/10/2008	14/09/2010	1.9	Diezminutales	1.9	RWD	78/78/51/30	78/51	NO	NO	NO
0044-El Luperon	289208	2202171	158	01/10/2018	31/10/2019	1.1	Anual	1.1	PDF	80/80/60/40	ND	ND	ND	NO
M1299 - Larimar 1	263597	1981872	155	01/08/2012	30/11/2015	3.3	Diezminutales	3.3	PDF; RWD	77.5/77.5/60/60/40/40	74.5/56	10	ND	NO
M0201 - Larimar 2	262740	1981697	162	01/10/2014	30/11/2015	1.2	Diezminutales	1.2	PDF; RWD	79.3/77.5/59.3/60/39.3/40	74.5/56	10	10	NO

ID	X [UTM] - m	Y [UTM] - m	Z (m)	Inicio	Fin	Años Teóricos	Frecuencia datos	Años reales	Formato Datos	Alturas - WS (m)	Alturas - D (m)	Alturas - T (m)	Alturas - P (m)	Rad-Sol
RM07_08	261271	1982808	342	01/03/2015	30/11/2015	0.8	Anual	0.8	PDF	84	82	ND	ND	NO
T1	306135	2201471	18	01/08/2005	31/07/2008	3.0	Mensuales	3.0	PDF	50/40/30	50/40/30	ND	ND	NO
T2	304548	2201291	57	01/08/2005	31/01/2007	1.5	Mensuales	1.5	PDF	50/40/30	50/40/30	ND	ND	NO
T3	305657	2200772	50	01/08/2005	31/08/2007	2.1	Mensuales	2.1	PDF	50/40/30	50/40/30	ND	ND	NO
T4	306367	2199701	11	01/05/2008	30/06/2010	2.2	Mensuales	2.2	PDF	70/50/30	50/40/30	ND	ND	NO
T5	308611	2197965	107	01/08/2009	31/01/2011	1.5	Mensuales	1.5	PDF	80/78.5/65/50	80/78.5/65/50	ND	ND	NO
T6	310306	2196906	112	01/08/2009	30/06/2010	0.9	Mensuales	0.9	PDF	80/78.5/65/50	80/78.5/65/50	ND	ND	NO
T7	306092	2201403	26	01/08/2009	31/01/2011	1.5	Mensuales	1.5	PDF	80/78.5/65/50	80/78.5/65/50	ND	ND	NO
2001	310880	2194826	156	01/03/2002	30/06/2003	1.3	Mensuales	1.3	PDF	20/10	20/10	ND	ND	NO
3001	315697	2191467	175	01/03/2001	30/06/2003	2.3	Mensuales	2.3	PDF	30/10	30/10	ND	ND	NO
3002	314207	2187107	175	01/12/2000	31/03/2002	1.3	Mensuales	1.3	PDF	30/10	30/10	ND	ND	NO
3003	309040	2187612	293	01/03/2001	31/08/2001	0.5	Mensuales	0.5	PDF	30/10	30/10	ND	ND	NO
3004	309930	2188412	159	01/03/2001	31/12/2001	0.8	Mensuales	0.8	PDF	30/10	30/10	ND	ND	NO
3005	315960	2192412	305	01/09/2001	31/07/2002	0.9	Mensuales	0.9	PDF	30/10	30/10	ND	ND	NO
3006	316163	2193317	90	01/09/2001	30/10/2001	0.2	Mensuales	0.2	PDF	30/10	30/10	ND	ND	NO
3007	*	*	*	01/05/2002	31/07/2003	1.2	Mensuales	1.2	PDF	30/10	30/10	ND	ND	NO
4010	313547	2188917	59	01/12/2000	31/08/2001	0.7	Mensuales	0.7	PDF	40/30/20	40/30/20	ND	ND	NO
4020	309894	2186916	210	01/03/2001	31/08/2001	0.5	Mensuales	0.5	PDF	40/30/20	40/30/20	ND	ND	NO
4030	309504	2186280	185	01/03/2001	31/08/2001	0.5	Mensuales	0.5	PDF	40/30/20	40/30/20	ND	ND	NO
4040	312541	2188201	316	01/09/2001	31/07/2003	1.9	Mensuales	1.9	PDF	40/30/20	40/30/20	ND	ND	NO
6501	315453	2188955	246	01/01/2002	31/07/2003	1.6	Mensuales	1.6	PDF	65/50/30	65/50/30	ND	ND	NO
6502	311537	2196169	26	01/11/2001	31/12/2002	1.2	Mensuales	1.2	PDF	65/50/30	65/50/30	ND	ND	NO
ARROYO BARRIL	454622	2123013	36	04/05/2017	21/04/2019	2.0	Mensuales - TMY	1.8	XLS	NO	NO	NO	NO	ND
CATEY	422903	2130535	3	30/05/2017	21/04/2019	1.9	Mensuales - TMY	1.8	XLS	NO	NO	NO	NO	ND

ID	X [UTM] - m	Y [UTM] - m	Z (m)	Inicio	Fin	Años Teóricos	Frecuencia datos	Años reales	Formato Datos	Alturas - WS (m)	Alturas - D (m)	Alturas - T (m)	Alturas - P (m)	Rad-Sol
LOS MONTONES	297701	2133900	677	21/03/2018	21/04/2019	1.1	Mensuales - TMY	0.2	XLS	NO	NO	NO	NO	ND
SAN JUAN	259985	2081910	420	02/07/2016	21/04/2019	2.8	Mensuales - TMY	2.1	XLS	NO	NO	NO	NO	ND
MONTE PLATA	417644	2079145	47	12/11/2013	21/04/2019	5.4	Mensuales - TMY	3.6	XLS	NO	NO	NO	NO	ND
EL POZO	406886	2129874	15	12/11/2013	19/04/2019	5.4	Mensuales - TMY	0.2	XLS	NO	NO	NO	NO	ND
SEDE CENTRAL	408087	2042774	14	12/11/2013	21/04/2019	5.4	Mensuales - TMY	3.8	XLS	NO	NO	NO	NO	ND
EL HIGUERO	395681	2053013	9	12/11/2013	21/04/2019	5.4	Mensuales - TMY	1.0	XLS	NO	NO	NO	NO	ND
SAN JUAN*	259982	2081689	423	15/05/2017	21/04/2019	1.9	Mensuales - TMY	1.8	XLS	NO	NO	NO	NO	ND
VALLE NUEVO	326344	2077681	2332	12/11/2013	21/04/2019	5.4	Mensuales - TMY	3.8	XLS	NO	NO	NO	NO	ND
FS Solar	*	*	*	14/08/2018	10/05/2019	0.7	Diezminutales	0.7	XLS	ND	ND	ND	NO	ND

*Coordenadas no verificadas

Se ha analizado toda la información disponible facilitada, entre la información relevante que puede aportar valor al proyecto, se encuentra la siguiente:

- Datos meteorológicos disponibles: medidas de velocidad y dirección del viento, medidas de temperatura, medidas de radiación solar

B.2. SELECCIÓN DE SERIES DE DATOS APROVECHABLES

A continuación, se muestra la clasificación de los datos disponibles, con base a los criterios establecidos en la sección 2.1.

Tabla 68. Evaluación de los datos meteorológicos disponibles.

Estación	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5	Criterio 6
Azua	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Brazo Derecho 1	✓	✓	✓	✓	✗	✓
Brazo Derecho 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
El Cruce del Indio	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Las Damas	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Montecristi (El Rincón)	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Pinalito	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Tierra Nueva 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tierra Nueva 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tierra Nueva 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Amina Banelino	✓	✓	✓	✗	✗	✓
Hatillo Palma Banelino	✓	✓	✓	✗	✗	✓
Hato al Medio	✓	✓	✓	✗	✗	✓
Juliana Jaramillo Banelino	✓	✓	✓	✗	✗	✓
La Caida	✓	✓	✓	✗	✗	✓
Montecristi Oficina	✓	✓	✓	✗	✗	✓
Oficina Mao	✓	✓	✓	✗	✗	✓
San Isidro	✓	✓	✓	✗	✗	✓
Rancho Carlos	✓	✓	✓	✗	✗	✓
Solitaria 1	✓	✗	✓	✓	✗	✓
Solitaria 2	✓	✗	✓	✓	✗	✓
M4003	✓	✓	✓	✓	✓	✓
M4001	✓	✓	✓	✗	✓	✓
M4002	✓	✓	✓	✗	✓	✓
M4004	✓	✓	✓	✓	✓	✓
0044-El Luperon	✓	✗	✓	✓	✗	✓
M1299 – Larimar 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Estación	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5	Criterio 6
M0201 – Larimar 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
RM07_08	✓	✗	✗	✓	✗	✓
T1	✓	✗	✓	✓	✗	✓
T2	✓	✗	✓	✓	✗	✓
T3	✓	✗	✓	✓	✗	✓
T4	✓	✗	✓	✓	✗	✓
T5	✓	✗	✓	✓	✗	✓
T6	✓	✗	✗	✓	✗	✓
T7	✓	✗	✓	✓	✗	✓
2001	✓	✗	✓	✗	✗	✓
3001	✓	✗	✓	✗	✗	✓
3002	✓	✗	✓	✗	✗	✓
3003	✓	✗	✗	✗	✗	✓
3004	✓	✗	✗	✗	✗	✓
3005	✓	✗	✗	✗	✗	✓
3006	✓	✗	✗	✗	✗	✓
3007	✓	✗	✓	✗	✗	✗
4010	✓	✗	✗	✓	✗	✓
4020	✓	✗	✗	✓	✗	✓
4030	✓	✗	✗	✓	✗	✓
4040	✓	✗	✓	✓	✗	✓
6501	✓	✗	✓	✓	✗	✓
6502	✓	✗	✓	✓	✗	✓
ARROYO BARRIL	✓	✓	✓	✗	✗	✓
CATEY	✓	✓	✓	✗	✗	✓
LOS MONTONES	✓	✓	✗	✗	✗	✓
SAN JUAN	✓	✓	✓	✗	✗	✓
MONTE PLATA	✓	✓	✓	✗	✗	✓
EL POZO	✓	✓	✗	✗	✗	✓
SEDE CENTRAL	✓	✓	✓	✗	✗	✓
EL HIGUERO	✓	✓	✓	✗	✗	✓
SAN JUAN	✓	✓	✓	✗	✗	✓
VALLE NUEVO	✓	✓	✓	✗	✗	✓
FS Solar	✓	✓	✗	✗	✗	✗

ANEXO C. RESULTADOS DE LA CAMPAÑA DE MEDIDAS

C.1. ESTACIÓN METEOROLÓGICA BRAZO DERECHO 2

Velocidad media del viento

Tabla 69. Velocidad media del viento. Brazo Derecho 2

Emplazamiento	BRAZO DERECHO II		
Periodo de datos	25/10/2017-07/10/2020		
	81 m	60 m	40 m
Ausencia de datos	10020 (6%)	10020 (6%)	10020 (6%)
Datos descartados	43 (0%)	41 (0%)	131604 (85%)
Datos recuperados	22 (0%)	20 (0%)	131583 (85%)
Datos disponibles	145167 (94%)	145167 (94%)	145167 (94%)

Direcciones Predominantes	81 m	60 m	40 m
Dirección Frecuencia (%) Velocidad media (m/s)	ESE	ESE	ESE
	40.58	40.51	40.57
	7.49	7.42	7.14
Dirección Frecuencia (%) Velocidad media (m/s)	E	E	E
	26.15	26.10	26.14
	6.48	6.40	6.35

	81 m	60 m	40 m
Velocidad media (m/s)	6.78	6.74	6.55
Incertidumbre (m/s)	-	-	-
Ráfaga máxima (m/s)	34.78, ESE	33.58, ESE	37.85, SE
Potencia Media (W/m ²) ($\rho=1.225 \text{ kg/m}^3$)	283	281	255
IT media ($V>=6 \text{ m/s}$)	0.14	0.14	0.14
IT máxima ($V>=6 \text{ m/s}$)	0.80	0.86	0.86
Rafagosidad media ($V>=6 \text{ m/s}$)	1.37	1.38	1.39
Rafagosidad máxima ($V>=6 \text{ m/s}$)	4.18	4.33	3.37
Weibull A(m/s),k	A=7.79, k=2.97	A=7.76, k=2.94	A=7.53, k=2.99
Perfil Vertical Medio [α]		0.02	0.05

Perfil vertical del viento

Tabla 70. Perfil vertical medio del viento. Brazo Derecho 2

	81.0 m – 60.0 m	81.0 m – 40.0 m
N	0.05	0.05
NNE	-0.18	0.05
NE	-0.08	-0.01
ENE	-0.02	0.03
E	0.04	0.03
ESE	0.04	0.07
SE	-0.03	0.06
SSE	-0.02	0.10
S	-0.06	0.06
SSW	-0.05	0.06
SW	-0.02	0.06
WSW	-0.02	0.06
W	-0.02	0.06
WNW	-0.01	0.00
NW	0.02	0.06
NNW	0.03	0.11
MED	0.02	0.05

Densidad de probabilidad y curva de duración

Tabla 71. Función densidad de probabilidad y curva de duración. Brazo Derecho 2

V (m/s)	81 m		60 m		40 m	
	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)
[0,1)	2.60	100.00	2.80	100.00	2.80	100.00
[1,2)	2.80	97.40	2.90	97.20	2.90	97.20
[2,3)	3.90	94.50	3.90	94.20	4.10	94.30
[3,4)	5.70	90.60	5.80	90.30	6.30	90.20
[4,5)	9.30	85.00	9.60	84.50	10.30	83.90
[5,6)	13.20	75.60	13.20	74.90	14.00	73.60
[6,7)	14.80	62.40	14.80	61.70	15.50	59.50
[7,8)	14.30	47.60	14.10	46.90	14.50	44.00
[8,9)	12.30	33.30	12.10	32.80	12.00	29.50
[9,10)	9.30	20.90	9.10	20.70	8.50	17.50
[10,11)	6.30	11.60	6.30	11.60	5.30	9.00
[11,12)	3.20	5.30	3.10	5.40	2.20	3.70
[12,13)	1.30	2.20	1.30	2.20	0.90	1.50
[13,14)	0.50	0.90	0.50	0.90	0.40	0.60
[14,15)	0.20	0.40	0.20	0.40	0.10	0.30
[15,16)	0.10	0.20	0.10	0.20	0.10	0.10
[16,17)	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.10
[17,18)	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00
[18,19)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[19,20)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[20,21)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[21,22)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[22,23)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[23,24)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[24,25)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[25,26)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[26,27)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[27,28)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[28,29)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[29,30)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[0,1)	2.60	100.00	2.80	100.00	2.80	100.00

Día medio

Tabla 72. Día medio. Brazo Derecho 2

Hora	81 m		60 m		40 m	
	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media
0	1008	6.33	1008	6.19	1008	6.09
1	1009	6.28	1009	6.14	1009	6.05
2	1009	6.24	1009	6.10	1009	6.01
3	1009	6.18	1009	6.03	1009	5.95
4	1009	6.09	1009	5.94	1009	5.87
5	1009	6.11	1009	5.97	1009	5.90
6	1009	6.13	1009	5.98	1009	5.92
7	1009	6.10	1009	5.96	1009	5.88
8	1009	6.17	1009	6.10	1009	5.92
9	1009	6.58	1009	6.61	1009	6.30
10	1008	7.08	1008	7.14	1008	6.78
11	1008	7.32	1008	7.39	1008	7.02
12	1007	7.30	1007	7.36	1007	7.00
13	1007	7.15	1007	7.21	1007	6.86
14	1007	7.04	1007	7.10	1007	6.78
15	1007	7.24	1007	7.30	1007	7.01
16	1008	7.55	1008	7.62	1008	7.35
17	1008	7.82	1008	7.90	1008	7.64
18	1008	7.80	1008	7.88	1008	7.64
19	1008	7.60	1008	7.63	1008	7.43
20	1008	7.14	1008	7.12	1008	6.95
21	1008	6.64	1008	6.56	1008	6.43
22	1007	6.44	1007	6.33	1007	6.21
23	1007	6.35	1007	6.23	1007	6.11

Distribución direccional

Tabla 73. Distribución direccional. Brazo Derecho 2

	Rumbo	Frec. (%)	V. (m/s)	Energía (kwh/m ²)	Sigv/v	Rafag.	Weibull	
							A	K
81 m	N	0.50	3.94	7.29	0.28	1.79	4.44	2.56
	NNE	1.60	5.60	60.61	0.23	1.60	6.29	2.74
	NE	3.50	7.66	325.45	0.15	1.39	8.57	3.09
	ENE	8.30	8.00	804.87	0.13	1.34	8.87	3.68
	E	26.10	6.48	1344.19	0.14	1.39	7.17	3.77
	ESE	40.60	7.49	3427.59	0.14	1.36	8.36	3.29
	SE	11.00	7.13	827.51	0.13	1.36	7.98	3.04
	SSE	1.50	4.65	37.37	0.16	1.47	5.26	2.33
	S	0.70	3.21	6.28	0.15	1.44	3.62	2.16
	SSW	0.50	2.95	3.91	0.20	1.50	3.33	1.99
	SW	0.40	3.21	5.94	0.15	1.39	3.61	1.70
	WSW	0.50	3.13	4.79	0.17	1.45	3.54	2.03
	W	0.50	2.64	2.52	0.18	1.47	2.98	2.19
	WNW	0.60	3.03	5.78	0.16	1.40	3.41	1.80
	NW	0.60	3.36	7.74	0.16	1.43	3.79	1.88
	NNW	0.40	3.22	4.45	0.22	1.63	3.63	1.83
ND	2.60	0.53	0.05	-	-	-	-	
60 m	N	0.50	3.94	7.29	0.28	1.79	4.44	2.56
	NNE	1.60	5.60	60.61	0.23	1.60	6.29	2.74
	NE	3.50	7.66	325.45	0.15	1.39	8.57	3.09
	ENE	8.30	8.00	804.87	0.13	1.34	8.87	3.68
	E	26.10	6.48	1344.19	0.14	1.39	7.17	3.77
	ESE	40.60	7.49	3427.59	0.14	1.36	8.36	3.29
	SE	11.00	7.13	827.51	0.13	1.36	7.98	3.04
	SSE	1.50	4.65	37.37	0.16	1.47	5.26	2.33
	S	0.70	3.21	6.28	0.15	1.44	3.62	2.16
	SSW	0.50	2.95	3.91	0.20	1.50	3.33	1.99
	SW	0.40	3.21	5.94	0.15	1.39	3.61	1.70
	WSW	0.50	3.13	4.79	0.17	1.45	3.54	2.03
	W	0.50	2.64	2.52	0.18	1.47	2.98	2.19
	WNW	0.60	3.03	5.78	0.16	1.40	3.41	1.80
	NW	0.60	3.36	7.74	0.16	1.43	3.79	1.88
	NNW	0.40	3.22	4.45	0.22	1.63	3.63	1.83
ND	2.60	0.53	0.05	-	-	-	-	

	Rumbo	Frec. (%)	V. (m/s)	Energía (kwh/m ²)	Sigv/v	Rafag.	Weibull	
							A	K
40 m	N	0.50	3.89	7.01	0.29	1.83	4.38	2.62
	NNE	1.60	5.90	68.80	0.23	1.59	6.62	2.87
	NE	3.50	7.83	342.67	0.15	1.39	8.75	3.17
	ENE	8.30	8.04	813.08	0.13	1.35	8.91	3.71
	E	26.10	6.40	1301.22	0.15	1.40	7.09	3.69
	ESE	40.50	7.42	3350.99	0.14	1.37	8.28	3.22
	SE	11.00	7.20	851.70	0.14	1.36	8.06	3.02
	SSE	1.50	4.71	37.67	0.17	1.47	5.31	2.35
	S	0.60	3.29	6.44	0.16	1.46	3.72	2.19
	SSW	0.50	3.01	3.97	0.20	1.54	3.40	2.02
	SW	0.40	3.25	5.82	0.16	1.41	3.65	1.74
	WSW	0.50	3.18	4.79	0.18	1.46	3.60	2.09
	W	0.50	2.63	2.53	0.19	1.51	2.98	2.15
	WNW	0.60	3.03	5.85	0.17	1.42	3.41	1.78
	NW	0.60	3.34	7.53	0.17	1.46	3.77	1.89
	NNW	0.40	3.21	4.26	0.21	1.63	3.62	1.91
ND	2.80	0.56	0.05	-	-	-	-	

C.2. ESTACIÓN METEOROLÓGICA TIERRA NUEVA 3

Velocidad media del viento

Tabla 74. Velocidad media del viento. Tierra Nueva 3

Emplazamiento	TIERRA NUEVA III 90M		
Periodo de datos	15/08/2013-26/01/2017		
	90.0 m	70.0 m	40.0 m
Ausencia de datos	13756 (8%)	13756 (8%)	13756 (8%)
Datos descartados	0 (0%)	0 (0%)	2 (0%)
Datos recuperados	0 (0%)	0 (0%)	2 (0%)
Datos disponibles	167773 (92%)	167773 (92%)	167773 (92%)
	90.0 m	70.0 m	40.0 m
Velocidad media (m/s)	7.23	6.93	6.27
Incertidumbre (m/s)	-	-	-
Ráfaga máxima (m/s)	29.30, E	29.64, E	27.00, E
Potencia Media (W/m ²) ($\rho=1.225 \text{ kg/m}^3$)	346	312	238
IT media ($V>=6 \text{ m/s}$)	0.09	0.10	0.13
IT máxima ($V>=6 \text{ m/s}$)	0.68	0.56	0.64
Rafagosidad media ($V>=6 \text{ m/s}$)	1.22	1.24	1.30
Rafagosidad máxima ($V>=6 \text{ m/s}$)	2.28	2.29	2.56
Weibull A(m/s),k	A=8.31, k=2.86	A=8.03, k=2.83	A=7.32, k=2.75
Perfil Vertical Medio [α]	-	0.16	0.17
Direcciones Predominantes	90.0 m	70.0 m	40.0 m
Dirección	ESE	ESE	ESE
Frecuencia (%)	53.82	53.70	53.54
Velocidad media (m/s)	7.97	7.71	7.00
Dirección	E	E	E
Frecuencia (%)	20.60	20.50	20.40
Velocidad media (m/s)	8.71	8.39	7.52

Perfil vertical del viento

Tabla 75. Perfil vertical medio del viento. Tierra Nueva 3

	90.0 m - 70.0 m	90.0 m - 40.0 m
N	-0.08	-0.02
NNE	0.00	-0.01
NE	0.03	0.07
ENE	0.10	0.14
E	0.16	0.19
ESE	0.14	0.16
SE	0.16	0.18
SSE	0.18	0.16
S	0.14	0.04
SSW	0.11	0.04
SW	0.14	0.13
WSW	0.31	0.15
W	0.39	0.17
WNW	0.21	0.12
NW	0.21	0.20
NNW	0.01	-0.01
MED	0.16	0.17

Densidad de probabilidad y curva de duración

Tabla 76. Función densidad de probabilidad y curva de duración. Tierra Nueva 3

V (m/s)	90 m		70 m		40 m	
	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)
[0,1)	2.60	100.00	3.30	100.00	4.10	100.00
[1,2)	3.60	97.40	3.80	96.70	4.60	95.90
[2,3)	4.50	93.90	4.70	92.90	5.40	91.30
[3,4)	5.30	89.40	5.60	88.10	6.80	85.90
[4,5)	6.70	84.10	7.30	82.50	10.00	79.00
[5,6)	9.00	77.30	10.10	75.20	13.50	69.10
[6,7)	11.60	68.30	12.90	65.10	14.30	55.60
[7,8)	13.50	56.70	13.90	52.30	13.40	41.30
[8,9)	13.20	43.20	12.80	38.40	11.00	27.90
[9,10)	12.00	30.00	10.60	25.60	8.30	16.90
[10,11)	8.90	18.00	7.60	15.00	5.00	8.70
[11,12)	5.30	9.10	4.40	7.30	2.50	3.60
[12,13)	2.50	3.80	1.90	2.90	0.90	1.10
[13,14)	0.90	1.40	0.70	1.00	0.20	0.30
[14,15)	0.30	0.50	0.20	0.30	0.10	0.10
[15,16)	0.10	0.20	0.10	0.10	0.00	0.00
[16,17)	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00
[17,18)	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
[18,19)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[19,20)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[20,21)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[21,22)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[22,23)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[23,24)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[24,25)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[25,26)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[26,27)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[27,28)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[28,29)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[29,30)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Día medio

Tabla 77. Día medio. Tierra Nueva 3

Hora	90 m		70 m		40 m	
	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media
0	1166	6.37	1166	5.97	1166	5.14
1	1166	6.21	1166	5.82	1166	5.00
2	1166	6.11	1166	5.72	1166	4.87
3	1166	5.97	1166	5.58	1166	4.73
4	1166	5.97	1166	5.59	1166	4.73
5	1166	5.93	1166	5.55	1166	4.68
6	1167	5.98	1167	5.60	1167	4.71
7	1167	5.96	1167	5.59	1167	4.80
8	1167	6.12	1167	5.90	1167	5.43
9	1168	6.88	1168	6.75	1168	6.40
10	1167	7.49	1167	7.37	1167	7.02
11	1165	7.92	1165	7.81	1165	7.45
12	1164	8.17	1164	8.06	1164	7.69
13	1165	8.30	1165	8.18	1165	7.81
14	1165	8.32	1165	8.20	1165	7.82
15	1165	8.40	1165	8.26	1165	7.87
16	1165	8.61	1165	8.43	1165	7.98
17	1163	8.89	1163	8.59	1163	7.97
18	1163	8.80	1163	8.37	1163	7.52
19	1163	8.37	1163	7.92	1163	7.01
20	1163	7.92	1163	7.49	1163	6.60
21	1163	7.37	1163	6.95	1163	6.10
22	1163	6.93	1163	6.53	1163	5.70
23	1163	6.60	1163	6.20	1163	5.37

Distribución direccional

Tabla 78. Distribución direccional. Tierra Nueva 3

	Rumbo	Frec. (%)	V. (m/s)	Energía (kwh/m ²)	Sigv/v	Rafag.	Weibull	
							A	K
90 m	N	0.20	3.27	3.35	0.16	1.37	-	-
	NNE	0.30	2.95	3.23	0.17	1.35	3.29	1.59
	NE	0.40	3.44	9.43	0.13	1.31	-	-
	ENE	1.20	4.74	48.82	0.10	1.25	5.30	1.65
	E	20.60	8.71	2900.07	0.09	1.22	9.63	3.84
	ESE	53.80	7.97	5998.57	0.09	1.21	8.84	3.66
	SE	8.40	5.20	283.12	0.07	1.18	5.82	3.12
	SSE	0.60	2.94	6.08	0.15	1.33	3.32	2.00
	S	0.30	2.48	1.84	0.14	1.32	2.79	1.81
	SSW	0.30	2.37	1.26	0.21	1.56	2.67	2.04
	SW	0.50	2.83	4.21	0.12	1.26	3.20	2.05
	WSW	2.10	5.13	86.50	0.10	1.23	5.79	2.18
	W	4.50	5.76	237.77	0.09	1.22	6.50	2.44
	WNW	3.20	5.11	126.88	0.10	1.22	5.78	2.23
	NW	0.70	3.26	8.47	0.16	1.39	3.68	1.97
	NNW	0.30	3.22	4.30	0.22	1.55	3.63	1.79
ND	2.60	0.59	0.05	-	-	-	-	
70 m	N	0.20	3.46	3.56	0.15	1.34	-	-
	NNE	0.30	3.03	3.22	0.17	1.36	3.39	1.61
	NE	0.40	3.58	8.92	0.13	1.33	-	-
	ENE	1.10	4.72	45.38	0.11	1.26	5.30	1.68
	E	20.50	8.39	2587.85	0.10	1.25	9.28	3.81
	ESE	53.70	7.71	5482.41	0.10	1.24	8.56	3.55
	SE	8.30	4.99	247.92	0.08	1.20	5.58	3.10
	SSE	0.60	2.83	5.05	0.16	1.35	3.20	1.98
	S	0.20	2.43	1.69	0.14	1.34	2.74	1.78
	SSW	0.20	2.38	1.11	0.22	1.59	2.69	2.07
	SW	0.50	2.80	3.79	0.13	1.28	3.16	2.11
	WSW	2.10	4.77	67.83	0.11	1.27	5.39	2.21
	W	4.50	5.27	177.54	0.10	1.24	5.94	2.48
	WNW	3.10	4.88	107.32	0.11	1.24	5.52	2.27
	NW	0.60	3.18	6.93	0.17	1.41	3.59	2.02
	NNW	0.30	3.21	4.19	0.21	1.53	3.60	1.75
ND	3.30	0.56	0.07	-	-	-	-	

	Rumbo	Frec. (%)	V. (m/s)	Energía (kwh/m ²)	Sigv/v	Rafag.	Weibull	
							A	K
40 m	N	0.20	3.25	3.26	0.16	1.37	-	-
	NNE	0.30	2.97	2.95	0.17	1.38	3.33	1.67
	NE	0.40	3.43	7.51	0.15	1.36	3.82	1.53
	ENE	1.10	4.45	35.28	0.13	1.31	5.00	1.74
	E	20.40	7.52	1884.77	0.13	1.31	8.34	3.69
	ESE	53.50	7.00	4248.56	0.13	1.29	7.81	3.30
	SE	8.10	4.44	174.92	0.12	1.29	4.97	3.00
	SSE	0.60	2.58	3.55	0.18	1.41	2.92	2.02
	S	0.20	2.35	1.43	0.13	1.33	2.65	1.80
	SSW	0.20	2.29	1.04	0.25	1.72	2.59	2.10
	SW	0.50	2.66	2.89	0.15	1.37	3.01	2.24
	WSW	2.00	4.57	58.50	0.12	1.29	5.17	2.18
	W	4.40	5.06	156.73	0.12	1.28	5.71	2.44
	WNW	3.00	4.65	90.61	0.13	1.30	5.26	2.27
	NW	0.60	2.80	4.83	0.23	1.56	3.17	2.08
	NNW	0.30	3.19	4.34	0.20	1.49	3.60	1.80
ND	4.10	0.57	0.09	-	-	-	-	

C.3. ESTACIÓN METEOROLÓGICA M4001

Velocidad media del viento

Tabla 79. Velocidad media del viento. M4001

Emplazamiento	M4001		
Periodo de datos	01/02/2002-16/12/2010		
	30.0 m	30.0 m R	20.0 m
Ausencia de datos	66430 (14%)	66430 (14%)	66430 (14%)
Datos descartados	204732 (44%)	294617 (63%)	1 (0%)
Datos recuperados	204731 (44%)	294616 (63%)	0 (0%)
Datos disponibles	400231 (86%)	400231 (86%)	400231 (86%)

	30.0 m	30.0 m R	20.0 m
Velocidad media (m/s)	6.57	6.54	6.20
Incertidumbre (m/s)	-	-	-
Ráfaga máxima (m/s)	27.73, ENE	27.60, ENE	26.28, ENE
Potencia Media (W/m²) ($\rho=1.225 \text{ kg/m}^3$)	282	274	236
IT media ($V>=6 \text{ m/s}$)	0.13	0.13	0.13
IT máxima ($V>=6 \text{ m/s}$)	0.81	0.81	0.77
Rafagosidad media ($V>=6 \text{ m/s}$)	1.32	1.32	1.34
Rafagosidad máxima ($V>=6 \text{ m/s}$)	3.22	3.21	3.11
Weibull A(m/s),k	A=7.52, k=2.49	A=7.48, k=2.53	A=7.12, k=2.53
Perfil Vertical Medio [α]	-	-	0.14

Direcciones Predominantes	30.0 m	30.0 m R	20.0 m
Dirección	ENE	ENE	ENE
Frecuencia (%)	41.71	41.71	41.68
Velocidad media (m/s)	8.01	7.92	7.57
Dirección	NE	NE	NE
Frecuencia (%)	20.26	20.25	20.19
Velocidad media (m/s)	6.46	6.38	6.14

Perfil vertical del viento

Tabla 80. Perfil vertical medio del viento. M4001

	30.0 m -20.0 m
N	0.12
NNE	0.16
NE	0.12
ENE	0.14
E	0.19
ESE	0.16
SE	0.19
SSE	0.26
S	0.23
SSW	0.12
SW	0.11
WSW	0.11
W	0.13
WNW	0.12
NW	0.09
NNW	-0.01
MED	0.14

Densidad de probabilidad y curva de duración

Tabla 81. Función densidad de probabilidad y curva de duración. M4001

V (m/s)	90 m		70 m		40 m	
	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)
[0,1)	1.60	100.00	1.50	100.00	1.90	100.00
[1,2)	4.30	98.40	3.90	98.50	4.70	98.10
[2,3)	7.70	94.10	7.50	94.60	7.90	93.40
[3,4)	8.20	86.30	8.40	87.10	9.50	85.50
[4,5)	9.80	78.20	10.10	78.70	11.00	76.00
[5,6)	10.70	68.30	11.40	68.60	11.40	65.00
[6,7)	11.80	57.60	12.40	57.20	12.90	53.50
[7,8)	12.70	45.80	12.70	44.70	13.20	40.60
[8,9)	11.50	33.10	11.50	32.00	11.20	27.40
[9,10)	9.00	21.50	8.70	20.50	7.80	16.30
[10,11)	5.90	12.60	5.60	11.80	4.30	8.50
[11,12)	3.20	6.70	3.00	6.20	2.30	4.20
[12,13)	1.90	3.50	1.80	3.20	1.20	1.90
[13,14)	1.00	1.60	0.90	1.40	0.50	0.70
[14,15)	0.40	0.60	0.30	0.50	0.10	0.20
[15,16)	0.10	0.20	0.10	0.20	0.00	0.10
[16,17)	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
[17,18)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[18,19)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[19,20)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[20,21)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[21,22)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[22,23)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[23,24)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[24,25)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[25,26)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[26,27)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[27,28)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[28,29)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[29,30)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Día medio

Tabla 82. Día medio. M4001

Hora	30.0 m		30.0 m R		20.0 m	
	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media
0	2777	6.47	2777	6.47	2777	6.09
1	2777	6.48	2777	6.48	2777	6.10
2	2779	6.43	2779	6.43	2779	6.06
3	2782	6.34	2782	6.35	2782	5.98
4	2781	6.20	2781	6.22	2781	5.86
5	2781	6.09	2781	6.11	2781	5.76
6	2783	5.98	2783	6.01	2783	5.67
7	2781	6.02	2781	6.02	2781	5.69
8	2780	6.61	2780	6.56	2780	6.23
9	2781	7.37	2781	7.29	2781	6.97
10	2782	7.74	2782	7.66	2782	7.34
11	2782	7.91	2782	7.83	2782	7.51
12	2780	7.89	2780	7.81	2780	7.48
13	2781	7.68	2781	7.60	2781	7.28
14	2782	7.35	2782	7.28	2782	6.96
15	2781	6.95	2781	6.88	2781	6.57
16	2782	6.57	2782	6.50	2782	6.20
17	2780	6.20	2780	6.13	2780	5.84
18	2777	5.85	2777	5.79	2777	5.48
19	2777	5.63	2777	5.59	2777	5.26
20	2776	5.66	2776	5.64	2776	5.31
21	2777	5.91	2777	5.89	2777	5.55
22	2775	6.11	2775	6.10	2775	5.75
23	2772	6.33	2772	6.32	2772	5.95

Distribución direccional

Tabla 83. Distribución direccional. M4001

	Rumbo	Frec. (%)	V. (m/s)	Energía (kwh/m ²)	Sigv/v	Rafag.	Weibull	
							A	K
30 m	N	2.70	2.42	22.63	0.21	1.55	2.69	3.54
	NNE	3.50	3.30	117.89	0.15	1.41	3.73	1.90
	NE	20.30	6.46	3280.31	0.13	1.34	7.25	2.84
	ENE	41.70	8.01	11130.20	0.13	1.31	8.86	3.84
	E	14.50	7.74	3708.20	0.14	1.32	8.63	3.30
	ESE	2.00	5.23	211.37	0.14	1.34	5.91	2.23
	SE	0.70	4.01	37.43	0.17	1.40	4.53	2.14
	SSE	0.40	4.10	23.30	0.16	1.40	4.63	2.25
	S	0.30	3.95	12.85	0.20	1.51	4.48	2.13
	SSW	0.20	3.78	8.56	0.16	1.43	4.28	2.03
	SW	0.30	4.17	17.09	0.15	1.38	4.72	2.20
	WSW	0.40	3.96	17.87	0.14	1.36	4.48	2.21
	W	0.40	3.23	11.36	0.13	1.34	3.66	2.23
	WNW	1.10	3.44	26.49	0.09	1.22	3.84	3.16
	NW	4.60	3.83	140.58	0.07	1.17	4.25	3.62
	NNW	4.60	3.22	90.67	0.16	1.45	3.60	3.18
ND	2.10	1.96	70.38	0.14	1.31	-	-	
30 m R	N	2.80	2.63	30.67	0.20	1.55	2.95	3.29
	NNE	3.60	3.29	117.68	0.15	1.42	3.72	1.90
	NE	20.30	6.38	3173.67	0.13	1.34	7.17	2.84
	ENE	41.70	7.92	10776.78	0.13	1.31	8.76	3.84
	E	14.50	7.67	3602.27	0.14	1.32	8.55	3.30
	ESE	2.00	5.23	211.01	0.14	1.34	5.91	2.23
	SE	0.70	4.08	39.47	0.16	1.39	4.61	2.12
	SSE	0.40	4.06	22.83	0.16	1.40	4.60	2.26
	S	0.30	3.92	12.40	0.20	1.50	4.43	2.12
	SSW	0.20	3.44	6.40	0.18	1.50	3.91	2.06
	SW	0.30	4.04	15.63	0.16	1.40	4.58	2.21
	WSW	0.40	3.98	18.52	0.14	1.35	4.51	2.20
	W	0.40	3.30	11.95	0.12	1.32	3.73	2.23
	WNW	1.10	3.47	27.47	0.08	1.21	3.89	3.14
	NW	4.60	3.87	145.18	0.06	1.16	4.30	3.65
	NNW	4.70	3.65	134.62	0.13	1.34	4.09	3.06
ND	2.00	1.99	64.86	0.14	1.31	-	-	

	Rumbo	Frec. (%)	V. (m/s)	Energía (kwh/m ²)	Sigv/v	Rafag.	Weibull	
							A	K
20 m	N	2.70	2.34	19.78	0.25	1.71	2.59	3.76
	NNE	3.40	3.05	94.73	0.16	1.43	3.44	1.81
	NE	20.20	6.14	2868.66	0.13	1.35	6.91	2.76
	ENE	41.70	7.57	9350.38	0.13	1.34	8.37	3.88
	E	14.50	7.18	2941.96	0.15	1.37	8.00	3.34
	ESE	2.00	4.91	173.70	0.15	1.39	5.55	2.26
	SE	0.70	3.75	29.38	0.19	1.48	4.24	2.19
	SSE	0.40	3.73	16.83	0.19	1.47	4.22	2.33
	S	0.30	3.68	9.66	0.22	1.56	4.18	2.22
	SSW	0.20	3.62	7.19	0.17	1.45	4.10	2.03
	SW	0.30	4.01	14.83	0.16	1.41	4.54	2.21
	WSW	0.40	3.77	15.65	0.15	1.38	4.27	2.17
	W	0.40	3.05	9.25	0.14	1.37	3.45	2.20
	WNW	1.10	3.24	21.41	0.18	1.50	3.62	3.30
	NW	4.60	3.72	121.42	0.10	1.26	-	-
	NNW	0.30	3.19	4.34	0.20	1.49	3.60	1.80
ND	4.10	0.57	0.09	-	-	-	-	

C.4. ESTACIÓN METEOROLÓGICA M4004

Velocidad media del viento

Tabla 84. Velocidad media del viento. M4004

Emplazamiento	M4004			
Periodo de datos	22/10/2008-14/09/2010			
	78.0 m	78.0 m R	51.0 m	30.0 m
Ausencia de datos	12786 (13%)	12786 (13%)	12786 (13%)	12786 (13%)
Datos descartados	3359 (3%)	15347 (15%)	0 (0%)	1 (0%)
Datos recuperados	3359 (3%)	15347 (15%)	0 (0%)	1 (0%)
Datos disponibles	87006 (87%)	87006 (87%)	87006 (87%)	87006 (87%)
	78.0 m	78.0 m R	51.0 m	30.0 m
Velocidad media (m/s)	6.02	6.04	5.43	4.65
Incertidumbre (m/s)	-	-	-	-
Ráfaga máxima (m/s)	24.25, E	24.22, E	24.23, E	21.97, E
Potencia Media (W/m ²) ($\rho=1.225 \text{ kg/m}^3$)	207	207	152	96
IT media ($V>=6 \text{ m/s}$)	0.14	0.14	0.17	0.20
IT máxima ($V>=6 \text{ m/s}$)	0.68	0.68	0.59	0.59
Rafagosidad media ($V>=6 \text{ m/s}$)	1.33	1.33	1.40	1.51
Rafagosidad máxima ($V>=6 \text{ m/s}$)	2.33	2.56	2.39	2.83
Weibull A(m/s),k	A=6.88, k=2.69	A=6.9, k=2.75	A=6.2, k=2.7	A=5.34, k=2.76
Perfil Vertical Medio [α]		-	0.22	0.23
	78.0 m	78.0 m R	51.0 m	30.0 m
Direcciones Predominantes				
Dirección	ENE	ENE	ENE	ENE
Frecuencia (%)	41.23	41.24	41.19	41.01
Velocidad media (m/s)	7.45	7.44	6.64	5.63
Dirección	NE	NE	NE	NE
Frecuencia (%)	20.04	20.04	19.94	19.66
Velocidad media (m/s)	6.16	6.16	5.24	4.25

Perfil vertical del viento

Tabla 85. Perfil vertical medio del viento. M4004

	78.0 m -51.0 m	78.0 m -30.0 m
N	-0.05	-0.29
NNE	0.40	0.24
NE	0.35	0.34
ENE	0.27	0.28
E	0.17	0.18
ESE	0.09	0.09
SE	0.08	0.10
SSE	0.16	0.15
S	0.10	0.08
SSW	0.17	0.14
SW	0.01	0.06
WSW	-0.11	0.03
W	-0.22	-0.16
WNW	-0.24	-0.19
NW	-0.26	-0.05
NNW	-0.50	-0.25
MED	0.22	0.23

Densidad de probabilidad y curva de duración

Tabla 86. Función densidad de probabilidad y curva de duración. M4004

V (m/s)	78.0 m		78.0 m R		51.0 m		30.0 m	
	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)
[0,1)	1.50	100.00	1.60	100.00	1.60	100.00	2.20	100.00
[1,2)	3.40	98.50	3.10	98.40	4.20	98.40	6.10	97.80
[2,3)	7.50	95.00	6.90	95.20	9.70	94.20	12.80	91.70
[3,4)	11.20	87.50	11.20	88.30	12.70	84.50	17.80	78.90
[4,5)	11.90	76.30	12.10	77.20	15.70	71.80	18.70	61.20
[5,6)	13.70	64.40	14.10	65.10	16.20	56.10	16.60	42.40
[6,7)	14.20	50.70	14.60	51.10	14.40	39.80	13.10	25.80
[7,8)	13.70	36.50	13.80	36.50	11.50	25.50	7.70	12.70
[8,9)	10.40	22.80	10.60	22.70	7.50	14.00	3.40	5.00
[9,10)	6.30	12.40	6.30	12.10	3.80	6.50	1.20	1.60
[10,11)	3.30	6.00	3.20	5.80	1.70	2.70	0.30	0.40
[11,12)	1.60	2.70	1.50	2.60	0.70	1.00	0.10	0.10
[12,13)	0.80	1.10	0.70	1.10	0.20	0.30	0.00	0.00
[13,14)	0.30	0.40	0.20	0.30	0.10	0.10	0.00	0.00
[14,15)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
[15,16)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[16,17)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[17,18)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[18,19)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[19,20)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[20,21)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[21,22)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[22,23)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[23,24)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[24,25)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[25,26)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[26,27)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[27,28)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[28,29)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[29,30)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Día medio

Tabla 87. Día medio. M4004

Hora	78.0 m		78.0 m R		51.0 m		30.0 m	
	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media
0	605	5.71	605	5.74	605	4.99	605	4.16
1	605	5.63	605	5.67	605	4.98	605	4.18
2	605	5.62	605	5.65	605	4.98	605	4.16
3	605	5.53	605	5.57	605	4.91	605	4.12
4	605	5.45	605	5.49	605	4.85	605	4.07
5	605	5.31	605	5.36	605	4.77	605	4.04
6	605	5.24	605	5.28	605	4.72	605	4.02
7	605	5.26	605	5.31	605	4.75	605	4.03
8	605	5.54	605	5.57	605	5.00	605	4.23
9	605	6.43	605	6.42	605	5.85	605	5.09
10	605	7.28	605	7.27	605	6.72	605	5.92
11	604	7.71	604	7.71	604	7.17	604	6.36
12	604	7.84	604	7.83	604	7.30	604	6.50
13	604	7.70	604	7.70	604	7.20	604	6.43
14	604	7.47	604	7.47	604	6.97	604	6.23
15	604	7.00	604	7.00	604	6.51	604	5.82
16	604	6.45	604	6.46	604	5.96	604	5.29
17	604	5.90	604	5.91	604	5.36	604	4.68
18	603	5.32	603	5.34	603	4.68	603	3.92
19	603	5.01	603	5.03	603	4.28	603	3.46
20	603	5.03	603	5.05	603	4.31	603	3.49
21	603	5.20	603	5.23	603	4.47	603	3.66
22	603	5.37	603	5.40	603	4.65	603	3.84
23	603	5.58	603	5.61	603	4.83	603	4.01

Distribución direccional

Tabla 88. Distribución direccional. M4004

	Rumbo	Frec. (%)	V. (m/s)	Energía (kwh/m ²)	Sigv/v	Rafag.	Weibull	
							A	K
78.0 m	N	3.30	2.89	9.90	0.14	1.34	3.22	3.63
	NNE	4.60	3.64	26.89	0.14	1.36	4.04	3.67
	NE	20.00	6.16	571.47	0.14	1.36	6.87	3.34
	ENE	41.20	7.45	1886.96	0.14	1.33	-	-
	E	10.80	6.58	357.97	0.14	1.31	7.31	3.57
	ESE	1.80	4.22	18.60	0.14	1.34	4.74	3.02
	SE	0.50	3.41	2.74	0.20	1.46	3.83	3.01
	SSE	0.20	2.97	1.08	0.15	1.34	3.37	2.16
	S	0.10	2.47	0.33	0.18	1.32	2.79	2.13
	SSW	0.10	3.36	1.28	0.16	1.40	3.78	1.59
	SW	0.30	3.82	2.70	0.16	1.38	4.37	2.09
	WSW	0.30	3.85	2.83	0.11	1.25	4.38	2.24
	W	0.40	3.39	2.28	0.08	1.20	3.82	2.92
	WNW	0.90	3.35	4.49	0.08	1.18	3.76	3.04
	NW	3.30	3.63	20.93	0.06	1.13	4.07	2.99
	NNW	4.70	3.19	20.51	0.08	1.17	3.59	2.95
ND	7.20	4.12	110.80	0.13	1.30	-	-	
78.0 m R	N	3.30	3.03	11.45	0.11	1.27	3.37	3.59
	NNE	4.60	3.68	27.24	0.14	1.35	4.08	3.80
	NE	20.00	6.16	567.13	0.14	1.36	6.86	3.40
	ENE	41.20	7.44	1872.64	0.14	1.33	-	-
	E	10.80	6.59	358.19	0.13	1.31	7.32	3.62
	ESE	1.80	4.26	18.87	0.14	1.35	4.77	3.01
	SE	0.50	3.49	2.90	0.20	1.42	3.92	2.91
	SSE	0.20	3.09	1.23	0.14	1.31	3.54	2.10
	S	0.10	2.64	0.40	0.17	1.31	2.98	2.10
	SSW	0.10	3.48	1.38	0.15	1.36	3.88	1.57
	SW	0.30	3.86	2.60	0.17	1.40	4.37	2.13
	WSW	0.30	3.89	2.88	0.11	1.26	4.43	2.26
	W	0.40	3.45	2.42	0.08	1.19	3.91	2.89
	WNW	0.90	3.48	4.94	0.07	1.16	3.90	3.03
	NW	3.30	3.74	22.69	0.06	1.12	4.19	3.03
	NNW	4.70	3.38	23.76	0.07	1.15	3.79	3.05
ND	7.30	4.09	111.01	0.13	1.35	-	-	

	Rumbo	Frec. (%)	V. (m/s)	Energía (kwh/m ²)	Sigv/v	Rafag.	Weibull	
							A	K
51.0 m	N	3.30	2.58	7.18	0.15	1.40	2.87	3.73
	NNE	4.50	2.84	13.27	0.17	1.47	3.17	3.40
	NE	19.90	5.24	376.03	0.18	1.44	5.88	2.94
	ENE	41.20	6.64	1372.07	0.17	1.41	7.35	3.81
	E	10.80	6.12	289.05	0.16	1.37	6.80	3.58
	ESE	1.80	4.05	15.71	0.15	1.37	4.53	3.13
	SE	0.50	3.32	2.32	0.22	1.46	3.72	3.23
	SSE	0.20	2.90	0.88	0.17	1.38	3.29	2.31
	S	0.10	2.44	0.30	0.16	1.33	2.77	2.19
	SSW	0.10	3.26	1.00	0.18	1.47	3.69	1.65
	SW	0.30	3.71	2.33	0.17	1.40	4.22	2.25
	WSW	0.30	3.82	2.51	0.11	1.25	4.32	2.46
	W	0.40	3.51	2.42	0.06	1.16	3.93	3.15
	WNW	0.90	3.49	4.87	0.08	1.18	3.89	3.60
	NW	3.40	3.99	25.44	0.06	1.13	4.42	3.87
	NNW	4.80	3.78	31.72	0.07	1.15	4.22	3.41
ND	7.30	3.87	84.98	0.15	1.36	-	-	
30.0 m	N	3.40	3.04	11.29	0.29	1.90	3.37	3.89
	NNE	4.40	2.47	8.59	0.20	1.52	2.76	3.57
	NE	19.70	4.25	211.94	0.22	1.57	4.79	2.68
	ENE	41.00	5.63	854.77	0.21	1.52	6.25	3.62
	E	10.70	5.51	206.52	0.19	1.45	6.11	3.71
	ESE	1.80	3.86	12.74	0.18	1.45	4.31	3.39
	SE	0.50	3.12	1.89	0.25	1.61	3.49	3.32
	SSE	0.20	2.74	0.70	0.24	1.53	3.10	2.47
	S	0.10	2.27	0.24	0.19	1.40	2.58	2.31
	SSW	0.10	3.20	0.78	0.20	1.55	3.65	1.80
	SW	0.30	3.36	1.63	0.20	1.50	3.81	2.38
	WSW	0.30	3.36	1.59	0.21	1.50	3.83	2.68
	W	0.40	3.06	1.64	-	-	3.45	3.33
	WNW	0.90	3.08	3.28	0.08	1.10	3.42	3.90
	NW	3.40	3.45	15.46	-	-	-	-
	NNW	4.80	3.62	25.33	0.18	1.45	-	-
ND	7.90	3.23	55.77	0.19	1.47	-	-	

C.5. ESTACIÓN METEOROLÓGICA M0201

Velocidad media del viento

Tabla 89. Velocidad media del viento. M0201

Emplazamiento	M0201					
Periodo de datos	27/10/2014-16/10/2016					
	79.1 m	79.3 m R	66.2 m	66.2 m R	51.1 m	51.0 m R
Ausencia de datos	148 (0%)	148 (0%)	148 (0%)	148 (0%)	148 (0%)	148 (0%)
Datos descartados	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Datos recuperados	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Datos disponibles	103456 (100%)	103456 (100%)	103456 (100%)	103456 (100%)	103456 (100%)	103456 (100%)
	79.1 m	79.3 m R	66.2 m	66.2 m R	51.1 m	51.0 m R
Velocidad media (m/s)	8.22	8.28	7.95	8.03	7.56	7.58
Incertidumbre (m/s)	-	-	-	-	-	-
Ráfaga máxima (m/s)	29.50, ENE	29.50, ENE	29.50, ENE	29.50, ENE	29.50, ENE	30.50, ENE
Potencia Media (W/m ²) ($\rho=1.225 \text{ kg/m}^3$)	492	502	449	461	391	392
IT media ($V>=6 \text{ m/s}$)	0.12	0.12	0.14	0.13	0.15	0.15
IT máxima ($V>=6 \text{ m/s}$)	0.45	0.47	0.45	0.45	0.49	0.48
Rafagosidad media ($V>=6 \text{ m/s}$)	1.29	1.29	1.32	1.32	1.36	1.35
Rafagosidad máxima ($V>=6 \text{ m/s}$)	2.32	2.45	2.39	2.40	2.32	2.57
Weibull A(m/s),k	A=9.27, k=2.97	A=9.36, k=3.02	A=8.96, k=2.92	A=9.08, k=2.98	A=8.53, k=2.87	A=8.58, k=2.93
Perfil Vertical Medio [α]	-	-	0.20	0.14	0.20	0.19
Direcciones Predominantes	79.1 m	79.3 m R	66.2 m	66.2 m R	51.1 m	51.0 m R
Dirección	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Frecuencia (%)	54.13	54.07	54.12	54.05	54.12	54.04
Velocidad media (m/s)	8.12	8.19	7.78	7.88	7.32	7.36
Dirección	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE
Frecuencia (%)	32.03	31.98	32.02	31.96	32.01	31.94
Velocidad media (m/s)	9.40	9.49	9.21	9.31	8.90	8.93

Perfil vertical del viento

Tabla 90. Perfil vertical medio del viento. M0201

	79.1 m - 66.2 m	79.1 m - 66.2 m R	79.1 m - 51.1 m	79.1 m - 51.0 m R
N	0.26	0.23	0.24	0.24
NNE	0.23	0.21	0.21	0.20
NE	0.26	0.18	0.25	0.23
ENE	0.11	0.05	0.12	0.11
E	0.11	0.00	0.12	0.08
ESE	0.11	0.18	0.13	0.19
SE	0.15	0.43	0.17	0.35
SSE	0.17	0.09	0.20	0.23
S	0.12	0.01	0.15	0.15
SSW	0.18	0.06	0.18	0.15
SW	0.16	0.04	0.17	0.14
WSW	0.14	0.04	0.14	0.16
W	0.21	0.16	0.22	0.27
WNW	0.11	-0.27	0.06	-0.06
NW	0.06	-0.16	0.05	-0.02
NNW	0.06	0.14	0.02	0.07
MED	0.20	0.14	0.20	0.19

Densidad de probabilidad y curva de duración

Tabla 91. Función densidad de probabilidad y curva de duración. M0201

V (m/s)	79.1 m		79.3 m R		66.2 m		66.2 m R		51.1 m		51.0 m R	
	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)
[0,1)	0.50	100.00	1.00	100.00	0.50	100.00	1.00	100.00	0.50	100.00	0.90	100.00
[1,2)	1.70	99.50	1.30	99.00	1.70	99.50	1.40	99.00	1.80	99.50	1.50	99.10
[2,3)	2.00	97.80	1.90	97.70	2.20	97.70	1.90	97.60	2.50	97.70	2.30	97.60
[3,4)	3.30	95.80	3.10	95.80	3.70	95.60	3.50	95.60	4.60	95.20	4.40	95.20
[4,5)	5.40	92.50	5.10	92.70	6.30	91.90	5.90	92.20	7.80	90.70	7.50	90.90
[5,6)	8.60	87.20	8.40	87.60	10.00	85.60	9.50	86.30	11.80	82.90	11.60	83.40
[6,7)	12.50	78.50	12.20	79.20	13.80	75.60	13.40	76.80	15.00	71.10	15.00	71.70
[7,8)	15.00	66.00	15.10	67.10	15.40	61.90	15.40	63.30	15.20	56.10	15.50	56.70
[8,9)	14.00	51.00	14.30	51.90	13.30	46.40	13.80	47.90	12.70	40.90	13.00	41.20
[9,10)	11.20	37.00	11.40	37.60	10.30	33.10	10.70	34.10	9.20	28.10	9.30	28.20
[10,11)	8.20	25.80	8.30	26.20	7.50	22.80	7.70	23.50	6.50	18.90	6.50	18.80
[11,12)	6.10	17.60	6.10	17.90	5.40	15.30	5.60	15.80	4.60	12.40	4.50	12.30
[12,13)	4.10	11.50	4.20	11.80	3.50	9.90	3.60	10.20	2.90	7.80	2.90	7.80
[13,14)	2.80	7.40	2.90	7.60	2.60	6.40	2.60	6.60	2.10	4.90	2.10	4.90
[14,15)	1.90	4.60	2.00	4.80	1.60	3.80	1.80	4.00	1.20	2.80	1.20	2.80
[15,16)	1.20	2.60	1.20	2.80	1.00	2.20	1.00	2.30	0.70	1.50	0.70	1.50
[16,17)	0.70	1.40	0.70	1.60	0.60	1.20	0.60	1.20	0.40	0.80	0.40	0.80
[17,18)	0.40	0.70	0.40	0.80	0.40	0.60	0.40	0.60	0.20	0.30	0.20	0.30
[18,19)	0.20	0.30	0.30	0.40	0.20	0.20	0.20	0.30	0.10	0.10	0.10	0.10
[19,20)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
[20,21)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[21,22)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[22,23)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[23,24)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[24,25)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[25,26)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[26,27)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[27,28)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[28,29)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[29,30)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Día medio

Tabla 92. Día medio. M0201

Hora	79.1 m		79.3 m R		66.2 m		66.2 m R		51.1 m		51.0 m R	
	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media
0	718	8.58	718	8.63	718	8.24	718	8.30	718	7.76	718	7.77
1	718	8.69	718	8.74	718	8.35	718	8.41	718	7.87	718	7.87
2	718	8.68	718	8.72	718	8.34	718	8.40	718	7.87	718	7.87
3	718	8.53	718	8.58	718	8.18	718	8.25	718	7.7	718	7.7
4	718	8.54	718	8.58	718	8.18	718	8.25	718	7.7	718	7.7
5	718	8.50	718	8.54	718	8.12	718	8.19	718	7.63	718	7.64
6	718	8.43	718	8.46	718	8.05	718	8.11	718	7.56	718	7.57
7	718	8.38	718	8.42	718	8.04	718	8.10	718	7.58	718	7.59
8	718	8.56	718	8.61	718	8.29	718	8.37	718	7.91	718	7.93
9	718	8.86	718	8.93	718	8.63	718	8.73	718	8.3	718	8.33
10	718	9.00	718	9.08	718	8.78	718	8.89	718	8.47	718	8.51
11	718	8.97	718	9.05	718	8.77	718	8.88	718	8.5	718	8.53
12	718	8.84	718	8.92	718	8.66	718	8.76	718	8.4	718	8.44
13	719	8.60	719	8.69	719	8.43	719	8.54	719	8.19	719	8.23
14	719	8.19	719	8.27	719	8.03	719	8.13	719	7.8	719	7.84
15	719	7.66	719	7.74	719	7.51	719	7.61	719	7.29	719	7.33
16	719	7.31	719	7.38	719	7.15	719	7.24	719	6.92	719	6.95
17	719	7.05	719	7.10	719	6.86	719	6.94	719	6.58	719	6.6
18	719	6.98	719	7.02	719	6.73	719	6.80	719	6.37	719	6.37
19	719	7.14	719	7.17	719	6.83	719	6.90	719	6.42	719	6.42
20	719	7.43	719	7.47	719	7.10	719	7.17	719	6.66	719	6.67
21	719	7.82	719	7.86	719	7.48	719	7.54	719	7.02	719	7.03
22	719	8.19	719	8.23	719	7.85	719	7.92	719	7.38	719	7.39
23	719	8.48	719	8.52	719	8.13	719	8.20	719	7.66	719	7.67

Distribución direccional

Tabla 93. Distribución direccional. M0201

	Rumbo	Frec. (%)	V. (m/s)	Energía (kwh/m ²)	Sigv/v	Rafag.	Weibull	
							A	K
79.1 m	N	0.90	7.19	61.95	0.15	1.35	8.18	2.26
	NNE	4.40	6.35	173.07	0.15	1.36	7.12	2.99
	NE	54.10	8.12	4011.17	0.14	1.33	9.00	3.71
	ENE	32.00	9.40	4043.71	0.09	1.22	10.53	2.97
	E	2.20	5.60	97.91	0.10	1.23	6.30	1.70
	ESE	0.50	3.60	6.79	0.12	1.28	4.10	1.73
	SE	0.30	3.92	5.50	0.14	1.31	4.48	1.58
	SSE	0.20	3.76	2.59	0.12	1.27	4.40	1.66
	S	0.20	3.99	3.71	0.10	1.24	4.53	1.54
	SSW	0.10	4.26	2.78	0.16	1.35	4.85	1.69
	SW	0.20	4.50	3.75	0.16	1.39	5.15	1.74
	WSW	0.30	4.70	5.24	0.12	1.30	5.38	2.39
	W	0.60	5.59	18.85	0.09	1.22	6.37	2.27
	WNW	0.30	3.59	3.52	0.10	1.25	4.12	1.82
	NW	0.20	2.89	1.69	0.12	1.30	-	-
	NNW	0.20	2.29	0.65	0.12	1.26	2.69	1.67
ND	3.30	6.80	184.56	0.14	1.33	-	-	
79.3 m R	N	0.90	7.35	63.07	0.14	1.35	8.33	2.32
	NNE	4.30	6.41	174.73	0.15	1.35	7.18	3.05
	NE	54.10	8.19	4083.03	0.13	1.33	9.07	3.76
	ENE	32.00	9.49	4132.13	0.09	1.23	10.63	3.01
	E	2.10	5.73	100.17	0.10	1.24	6.47	1.74
	ESE	0.50	3.74	6.42	0.13	1.31	4.24	1.83
	SE	0.30	3.93	4.87	0.16	1.37	4.48	1.64
	SSE	0.20	4.13	2.67	0.12	1.26	4.73	1.73
	S	0.20	4.17	3.96	0.10	1.25	4.76	1.57
	SSW	0.10	4.60	2.97	0.15	1.34	5.24	1.79
	SW	0.20	4.85	3.86	0.15	1.39	5.60	1.91
	WSW	0.30	4.86	5.25	0.12	1.28	5.51	2.50
	W	0.60	5.70	18.84	0.09	1.21	6.48	2.35
	WNW	0.30	3.89	3.90	0.10	1.24	4.46	1.93
	NW	0.20	3.19	1.79	0.12	1.28	3.65	1.52
	NNW	0.10	2.58	0.60	0.12	1.30	2.95	1.76
ND	3.70	6.09	187.22	0.13	1.33	-	-	

	Rumbo	Frec. (%)	V. (m/s)	Energía (kwh/m ²)	Sigv/v	Rafag.	Weibull	
							A	K
66.2 m	N	0.90	6.83	54.47	0.16	1.39	7.77	2.24
	NNE	4.40	6.09	153.49	0.17	1.39	6.84	3.00
	NE	54.10	7.78	3563.90	0.16	1.37	8.63	3.62
	ENE	32.00	9.21	3801.42	0.11	1.24	10.32	2.98
	E	2.20	5.48	88.94	0.12	1.26	6.19	1.74
	ESE	0.50	3.56	6.27	0.13	1.32	4.05	1.76
	SE	0.30	3.90	4.95	0.15	1.35	4.41	1.62
	SSE	0.20	3.80	2.32	0.14	1.28	4.36	1.72
	S	0.20	3.92	3.53	0.11	1.25	4.49	1.57
	SSW	0.10	4.18	2.52	0.17	1.38	4.74	1.70
	SW	0.20	4.39	3.46	0.17	1.42	5.04	1.77
	WSW	0.30	4.60	4.82	0.13	1.32	5.22	2.34
	W	0.60	5.40	16.96	0.10	1.25	6.10	2.28
	WNW	0.30	3.52	3.31	0.11	1.28	4.03	1.89
	NW	0.20	2.87	1.61	0.14	1.30	3.32	1.61
	NNW	0.20	2.32	0.68	0.12	1.28	2.67	1.77
ND	3.30	6.56	164.31	0.15	1.37	-	-	
66.2 m R	N	0.90	7.02	55.76	0.15	1.38	7.99	2.35
	NNE	4.30	6.16	154.77	0.16	1.38	6.90	3.06
	NE	54.10	7.88	3673.87	0.15	1.36	8.74	3.68
	ENE	32.00	9.31	3887.69	0.11	1.25	10.43	3.03
	E	2.10	5.63	91.77	0.11	1.27	6.38	1.79
	ESE	0.50	3.70	6.08	0.14	1.35	4.24	1.89
	SE	0.30	3.86	4.27	0.17	1.40	4.38	1.70
	SSE	0.10	4.09	2.41	0.14	1.29	4.60	1.78
	S	0.20	4.19	3.68	0.11	1.25	4.70	1.62
	SSW	0.10	4.52	2.64	0.16	1.38	5.18	1.85
	SW	0.20	4.75	3.60	0.16	1.40	5.37	1.87
	WSW	0.30	4.78	5.03	0.12	1.29	5.40	2.43
	W	0.60	5.48	17.18	0.10	1.24	6.24	2.36
	WNW	0.30	3.84	3.75	0.10	1.24	4.41	2.01
	NW	0.20	3.18	1.75	0.12	1.26	3.62	1.62
	NNW	0.10	2.47	0.62	0.12	1.26	2.88	1.83
ND	3.80	5.88	169.52	0.15	1.35	-	-	

	Rumbo	Frec. (%)	V. (m/s)	Energía (kwh/m ²)	Sigv/v	Rafag.	Weibull	
							A	K
51.1 m	N	0.90	6.44	45.85	0.17	1.43	7.31	2.25
	NNE	4.40	5.79	132.45	0.17	1.43	6.50	3.01
	NE	54.10	7.32	3015.02	0.17	1.42	8.13	3.52
	ENE	32.00	8.90	3416.67	0.12	1.28	9.97	3.01
	E	2.10	5.30	76.34	0.14	1.31	5.99	1.80
	ESE	0.50	3.51	5.73	0.15	1.37	4.02	1.86
	SE	0.30	3.77	4.38	0.17	1.40	4.30	1.69
	SSE	0.20	3.68	1.90	0.16	1.37	4.24	1.80
	S	0.20	3.85	3.11	0.14	1.30	4.35	1.61
	SSW	0.10	4.06	2.29	0.19	1.44	4.64	1.77
	SW	0.20	4.23	2.92	0.18	1.44	4.84	1.78
	WSW	0.30	4.31	4.32	0.14	1.33	4.94	2.24
	W	0.60	5.08	13.94	0.11	1.29	5.76	2.36
	WNW	0.30	3.56	3.02	0.11	1.31	4.03	2.10
	NW	0.20	2.87	1.51	0.13	1.34	3.31	1.77
	NNW	0.20	2.38	0.66	0.14	1.27	2.75	1.98
	ND	3.30	6.26	141.22	0.17	1.41	-	-
51.0 m R	N	0.90	6.52	45.89	0.17	1.42	7.42	2.30
	NNE	4.30	5.83	132.88	0.17	1.41	6.53	3.05
	NE	54.00	7.36	3027.98	0.16	1.40	8.17	3.59
	ENE	31.90	8.93	3421.02	0.12	1.28	10.00	3.06
	E	2.10	5.44	78.57	0.13	1.30	6.17	1.86
	ESE	0.50	3.57	5.19	0.16	1.39	4.11	2.02
	SE	0.30	3.65	3.49	0.19	1.46	4.17	1.79
	SSE	0.10	3.81	1.88	0.16	1.35	4.38	1.92
	S	0.20	3.96	3.13	0.13	1.30	4.52	1.68
	SSW	0.10	4.24	2.38	0.18	1.42	4.83	1.84
	SW	0.20	4.42	3.06	0.17	1.42	5.11	1.89
	WSW	0.30	4.38	4.11	0.13	1.31	5.04	2.41
	W	0.60	5.01	13.25	0.11	1.27	5.67	2.41
	WNW	0.30	3.75	3.39	0.10	1.26	4.27	2.19
	NW	0.20	3.13	1.65	0.12	1.26	3.56	1.80
	NNW	0.20	2.46	0.61	0.14	1.31	2.84	1.99
	ND	3.70	5.63	141.73	0.16	1.39	-	-

C.6. ESTACIÓN METEOROLÓGICA M1299

Velocidad media del viento

Tabla 94. Velocidad media del viento. M1299

Emplazamiento	M1299					
Periodo de datos	06/08/2012-07/11/2015					
	77.5 m	77.5 m R	60.0 m	60.0 m R	40.0 m	40.0 m R
Ausencia de datos	7436 (4%)	7436 (4%)	7436 (4%)	7436 (4%)	7436 (4%)	7436 (4%)
Datos descartados	11096 (6%)	9533 (6%)	2130 (1%)	2141 (1%)	2208 (1%)	2121 (1%)
Datos recuperados	8992 (5%)	7429 (4%)	26 (0%)	37 (0%)	104 (0%)	17 (0%)
Datos disponibles	161568 (94%)	161568 (94%)	161568 (94%)	161568 (94%)	161568 (94%)	161568 (94%)
	77.5 m	77.5 m R	60.0 m	60.0 m R	40.0 m	40.0 m R
Velocidad media (m/s)	9.56	9.72	9.41	9.60	9.20	9.35
Incertidumbre (m/s)	-	-	-	-	-	-
Ráfaga máxima (m/s)	38.20, ENE	38.00, ENE	38.10, ENE	38.00, ENE	39.20, ENE	38.20, ENE
Potencia Media (W/m ²) ($\rho=1.225$ kg/m ³)	737	773	701	742	660	691
IT media ($V>=6$ m/s)	0.11	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12
IT máxima ($V>=6$ m/s)	0.59	0.58	0.59	0.61	0.64	0.66
Rafagosidad media ($V>=6$ m/s)	1.26	1.26	1.27	1.27	1.30	1.30
Rafagosidad máxima ($V>=6$ m/s)	2.45	2.31	2.52	2.49	2.48	2.44
Weibull A(m/s),k	A=10.75, k=3.2	A=10.95, k=3.23	A=10.56, k=3.18	A=10.8, k=3.25	A=10.34, k=3.15	A=10.53, k=3.2
Perfil Vertical Medio [α]	-	-	0.06	-0.02	0.06	0.03
Direcciones Predominantes	77.5 m	77.5 m R	60.0 m	60.0 m R	40.0 m	40.0 m R
Dirección	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE
Frecuencia (%)	66.50	66.46	66.52	66.47	66.51	66.47
Velocidad media (m/s)	10.29	10.46	10.12	10.33	9.92	10.06
Dirección	E	E	E	E	E	E
Frecuencia (%)	19.99	19.96	20.00	19.96	20.00	19.96
Velocidad media (m/s)	8.93	9.11	8.81	9.00	8.61	8.83

Perfil vertical del viento

Tabla 95. Perfil vertical medio del viento. M1299

	77.5 m -60.0 m	77.5 m -60.0 m R	77.5 m -40.0 m	77.5 m -40.0 m R
N	-0.10	0.00	-0.16	-0.11
NNE	0.08	0.01	0.09	0.07
NE	0.09	0.00	0.09	0.07
ENE	0.07	-0.02	0.06	0.04
E	0.04	-0.04	0.05	0.01
ESE	0.04	-0.05	0.05	0.01
SE	0.09	-0.02	0.08	0.04
SSE	0.05	-0.09	0.05	0.00
S	0.12	-0.38	0.08	-0.11
SSW	0.16	-0.05	0.13	0.04
SW	0.16	0.09	0.17	0.13
WSW	0.25	0.10	0.27	0.20
W	0.15	0.04	0.18	0.15
WNW	0.13	0.04	0.15	0.11
NW	0.02	-0.02	0.04	0.01
NNW	-0.01	-0.06	-0.02	-0.03
MED	0.06	-0.02	0.06	0.03

Densidad de probabilidad y curva de duración

Tabla 96. Función densidad de probabilidad y curva de duración. M1299

V (m/s)	77.5 m		77.5 m R		60.0 m		60.0 m R		40.0 m		40.0 m R	
	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)	Frec. (%)	C.Dur (%)
[0,1)	0.70	100.00	0.90	100.00	0.40	100.00	0.80	100.00	0.50	100.00	0.80	100.00
[1,2)	1.30	99.30	1.30	99.10	1.50	99.60	1.30	99.20	1.50	99.50	1.30	99.20
[2,3)	1.80	98.00	1.60	97.80	1.90	98.00	1.60	97.90	2.00	98.00	1.80	97.90
[3,4)	2.30	96.10	2.20	96.20	2.30	96.10	2.20	96.20	2.50	96.00	2.40	96.10
[4,5)	3.00	93.90	2.80	94.00	3.10	93.80	2.90	94.00	3.50	93.40	3.30	93.70
[5,6)	4.40	90.90	4.00	91.20	4.60	90.60	4.30	91.10	5.30	89.90	5.00	90.40
[6,7)	6.70	86.50	6.30	87.20	7.20	86.00	6.60	86.80	7.80	84.60	7.20	85.30
[7,8)	9.30	79.80	8.80	80.90	9.80	78.80	9.20	80.30	10.20	76.90	9.80	78.10
[8,9)	11.80	70.50	11.40	72.10	12.20	69.10	11.70	71.00	12.40	66.60	12.10	68.30
[9,10)	13.00	58.70	12.80	60.70	13.20	56.90	13.00	59.30	13.00	54.20	13.00	56.10
[10,11)	12.30	45.70	12.40	47.80	12.20	43.70	12.40	46.30	11.90	41.20	12.10	43.10
[11,12)	10.30	33.50	10.70	35.50	10.10	31.50	10.50	33.90	9.80	29.30	10.00	31.00
[12,13)	8.30	23.10	8.50	24.80	8.00	21.40	8.30	23.40	7.60	19.50	7.90	21.10
[13,14)	6.00	14.80	6.40	16.30	5.60	13.40	6.20	15.10	5.10	11.90	5.60	13.20
[14,15)	3.80	8.80	4.20	9.90	3.40	7.70	3.80	8.90	3.10	6.70	3.40	7.60
[15,16)	2.20	5.00	2.50	5.80	2.00	4.30	2.30	5.10	1.60	3.60	1.90	4.20
[16,17)	1.20	2.80	1.40	3.20	1.00	2.30	1.20	2.80	1.00	2.00	1.00	2.30
[17,18)	0.70	1.60	0.80	1.80	0.60	1.30	0.70	1.60	0.50	1.00	0.60	1.20
[18,19)	0.40	0.90	0.50	1.00	0.30	0.70	0.40	0.80	0.30	0.50	0.30	0.60
[19,20)	0.20	0.40	0.30	0.50	0.20	0.30	0.20	0.40	0.10	0.20	0.20	0.30
[20,21)	0.10	0.20	0.10	0.30	0.10	0.20	0.10	0.20	0.00	0.10	0.10	0.10
[21,22)	0.00	0.10	0.10	0.10	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.10
[22,23)	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
[23,24)	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[24,25)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[25,26)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[26,27)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[27,28)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[28,29)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[29,30)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Día medio

Tabla 97. Día medio. M1299

Hora	77.5 m		77.5 m R		60.0 m		60.0 m R		40.0 m		40.0 m R	
	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media	Num. Horas	V. Media
0	1124	9.83	1124	9.98	1124	9.61	1124	9.78	1124	9.3	1124	9.43
1	1124	9.79	1124	9.94	1124	9.57	1124	9.75	1124	9.27	1124	9.4
2	1124	9.82	1124	9.97	1124	9.60	1124	9.78	1124	9.3	1124	9.42
3	1124	9.78	1124	9.92	1124	9.56	1124	9.74	1124	9.27	1124	9.38
4	1124	9.84	1124	9.98	1124	9.62	1124	9.80	1124	9.33	1124	9.43
5	1122	9.84	1122	9.97	1122	9.62	1122	9.80	1122	9.33	1122	9.43
6	1121	9.86	1121	10.00	1121	9.64	1121	9.82	1121	9.36	1121	9.45
7	1121	9.84	1121	9.98	1121	9.63	1121	9.82	1121	9.39	1121	9.48
8	1122	9.89	1122	10.05	1122	9.75	1122	9.95	1122	9.58	1122	9.71
9	1123	10.23	1123	10.41	1123	10.13	1123	10.35	1123	10.02	1123	10.18
10	1124	10.48	1124	10.67	1124	10.41	1124	10.62	1124	10.32	1124	10.51
11	1123	10.53	1123	10.73	1123	10.48	1123	10.69	1123	10.4	1123	10.6
12	1122	10.37	1122	10.57	1122	10.33	1122	10.54	1122	10.25	1122	10.46
13	1122	10.08	1122	10.27	1122	10.04	1122	10.25	1122	9.98	1122	10.18
14	1121	9.60	1121	9.78	1121	9.56	1121	9.76	1121	9.48	1121	9.68
15	1120	9.03	1120	9.20	1120	8.99	1120	9.18	1120	8.9	1120	9.1
16	1121	8.57	1121	8.73	1121	8.51	1121	8.69	1121	8.41	1121	8.58
17	1121	8.26	1121	8.40	1121	8.16	1121	8.34	1121	8.02	1121	8.18
18	1121	8.22	1121	8.35	1121	8.07	1121	8.24	1121	7.86	1121	8
19	1121	8.44	1121	8.57	1121	8.25	1121	8.42	1121	7.99	1121	8.11
20	1121	8.77	1121	8.90	1121	8.57	1121	8.74	1121	8.29	1121	8.41
21	1121	9.16	1121	9.30	1121	8.95	1121	9.12	1121	8.65	1121	8.78
22	1121	9.49	1121	9.64	1121	9.27	1121	9.45	1121	8.98	1121	9.1
23	1120	9.74	1120	9.89	1120	9.51	1120	9.69	1120	9.21	1120	9.34

Distribución direccional

Tabla 98. Distribución direccional. M1299

	Rumbo	Frec. (%)	V. (m/s)	Energía (kwh/m ²)	Sigv/v	Rafag.	Weibull	
							A	K
77.5 m	N	0.10	2.70	1.10	0.17	1.40	-	-
	NNE	1.40	9.34	286.39	0.10	1.26	10.50	2.84
	NE	6.00	8.78	962.06	0.10	1.25	9.83	3.09
	ENE	66.50	10.29	15310.79	0.11	1.25	11.38	3.81
	E	20.00	8.93	3319.49	0.11	1.27	9.99	3.10
	ESE	1.60	4.96	73.17	0.10	1.26	5.60	1.84
	SE	0.60	4.86	28.15	0.12	1.27	5.48	1.67
	SSE	0.30	3.58	5.19	0.11	1.28	4.06	1.80
	S	0.20	3.28	3.10	0.18	1.45	3.83	1.78
	SSW	0.20	3.85	4.81	0.16	1.41	4.36	1.62
	SW	0.20	4.13	6.68	0.14	1.38	4.66	1.53
	WSW	0.30	4.96	14.60	0.14	1.37	5.60	1.65
	W	0.50	5.39	27.47	0.09	1.23	6.15	1.95
	WNW	0.70	5.57	32.95	0.07	1.19	6.31	2.20
	NW	0.20	4.77	9.92	0.10	1.26	5.40	1.77
	NNW	0.10	5.29	10.37	0.10	1.27	-	-
ND	1.00	2.86	42.06	0.11	1.26	-	-	
77.5 m R	N	0.10	2.79	1.02	0.17	1.43	3.19	1.50
	NNE	1.40	9.48	290.98	0.10	1.26	10.63	2.93
	NE	6.00	8.90	991.95	0.10	1.25	9.95	3.12
	ENE	66.50	10.46	16065.94	0.10	1.25	11.57	3.83
	E	20.00	9.11	3502.68	0.11	1.27	10.19	3.12
	ESE	1.60	5.06	75.63	0.10	1.26	5.73	1.87
	SE	0.60	4.99	29.01	0.11	1.29	5.67	1.72
	SSE	0.30	3.76	5.67	0.11	1.28	4.28	1.84
	S	0.20	3.69	3.76	0.15	1.39	4.25	1.83
	SSW	0.20	3.99	5.29	0.15	1.40	4.50	1.59
	SW	0.20	4.35	6.98	0.14	1.36	4.91	1.55
	WSW	0.30	5.06	15.55	0.14	1.37	5.80	1.66
	W	0.50	5.44	27.51	0.09	1.23	6.20	1.96
	WNW	0.70	5.63	33.79	0.07	1.19	6.39	2.20
	NW	0.20	4.85	10.09	0.10	1.26	5.46	1.77
	NNW	0.10	5.47	10.58	0.10	1.27	-	-
ND	1.20	2.58	44.38	0.10	1.28	-	-	

	Rumbo	Frec. (%)	V. (m/s)	Energía (kwh/m ²)	Sigv/v	Rafag.	Weibull	
							A	K
60.0 m	N	0.10	2.70	1.16	0.16	1.37	-	-
	NNE	1.40	9.09	271.36	0.11	1.28	10.25	2.76
	NE	6.10	8.56	894.83	0.11	1.27	9.59	3.06
	ENE	66.50	10.12	14598.57	0.11	1.27	11.20	3.79
	E	20.00	8.81	3149.49	0.12	1.29	9.85	3.15
	ESE	1.60	4.85	68.31	0.11	1.28	5.49	1.86
	SE	0.60	4.62	25.54	0.12	1.30	5.30	1.68
	SSE	0.30	3.44	4.90	0.13	1.32	3.95	1.83
	S	0.20	3.13	2.72	0.18	1.47	3.64	1.83
	SSW	0.20	3.58	4.20	0.17	1.42	4.07	1.59
	SW	0.20	3.90	5.95	0.15	1.40	4.46	1.55
	WSW	0.30	4.59	12.05	0.18	1.43	5.23	1.68
	W	0.50	5.09	24.04	0.11	1.26	5.80	1.94
	WNW	0.70	5.31	29.30	0.08	1.21	6.04	2.27
	NW	0.30	4.64	9.17	0.11	1.27	5.27	1.88
	NNW	0.10	5.11	9.26	0.11	1.27	-	-
ND	0.80	3.62	39.88	0.11	1.27	-	-	
60.0 m R	N	0.10	2.74	1.06	0.16	1.39	-	-
	NNE	1.40	9.36	287.16	0.11	1.27	10.54	2.87
	NE	6.00	8.78	954.57	0.10	1.26	9.83	3.12
	ENE	66.50	10.33	15443.63	0.11	1.26	11.42	3.84
	E	20.00	9.00	3334.36	0.11	1.28	10.06	3.20
	ESE	1.60	5.03	71.63	0.11	1.28	5.71	1.94
	SE	0.60	4.93	27.47	0.12	1.29	5.63	1.76
	SSE	0.30	3.74	5.30	0.12	1.30	4.26	1.96
	S	0.20	3.74	3.52	0.15	1.37	4.29	1.93
	SSW	0.20	4.02	4.83	0.15	1.40	4.55	1.71
	SW	0.20	4.29	6.22	0.15	1.37	4.86	1.65
	WSW	0.30	4.88	13.31	0.16	1.41	5.55	1.71
	W	0.50	5.34	25.87	0.11	1.26	6.07	1.99
	WNW	0.70	5.49	31.00	0.08	1.21	6.22	2.29
	NW	0.30	4.77	9.38	0.11	1.27	5.43	1.93
	NNW	0.10	5.35	9.88	0.11	1.28	-	-
ND	1.20	2.65	42.62	0.11	1.27	-	-	

	Rumbo	Frec. (%)	V. (m/s)	Energía (kwh/m ²)	Sigv/v	Rafag.	Weibull	
							A	K
40.0 m	N	0.10	2.88	1.23	0.16	1.37	3.23	1.61
	NNE	1.50	8.76	250.42	0.12	1.30	9.90	2.69
	NE	6.00	8.27	815.52	0.12	1.29	9.27	3.03
	ENE	66.50	9.92	13835.76	0.12	1.29	10.99	3.73
	E	20.00	8.61	2933.28	0.14	1.33	9.62	3.18
	ESE	1.60	4.74	61.66	0.13	1.32	5.38	1.91
	SE	0.60	4.57	22.90	0.14	1.33	5.21	1.73
	SSE	0.30	3.42	4.42	0.15	1.38	3.93	1.94
	S	0.20	3.13	2.25	0.19	1.52	3.67	2.01
	SSW	0.20	3.47	3.71	0.18	1.47	3.94	1.64
	SW	0.20	3.71	4.88	0.17	1.44	4.27	1.63
	WSW	0.30	4.20	8.41	0.21	1.54	4.77	1.82
	W	0.60	4.75	18.69	0.15	1.35	5.40	2.06
	WNW	0.70	4.98	22.66	0.11	1.27	5.65	2.52
	NW	0.30	4.61	7.75	0.13	1.32	5.22	2.17
	NNW	0.10	5.06	8.00	0.13	1.31	-	-
ND	0.80	3.43	37.41	0.12	1.30	-	-	
40.0 m R	N	0.10	2.81	1.14	0.17	1.40	3.16	1.53
	NNE	1.40	9.00	261.08	0.11	1.30	10.11	2.76
	NE	6.00	8.43	854.77	0.11	1.30	9.45	3.06
	ENE	66.50	10.06	14416.86	0.11	1.29	11.14	3.74
	E	20.00	8.83	3143.33	0.13	1.33	9.87	3.22
	ESE	1.60	4.94	65.72	0.13	1.32	5.62	1.98
	SE	0.60	4.86	24.36	0.13	1.33	5.56	1.84
	SSE	0.30	3.74	4.67	0.14	1.36	4.27	2.15
	S	0.20	3.69	3.13	0.17	1.43	4.24	2.05
	SSW	0.20	3.86	4.25	0.17	1.43	4.39	1.74
	SW	0.20	4.06	5.27	0.16	1.41	4.62	1.71
	WSW	0.30	4.47	9.63	0.20	1.51	5.11	1.85
	W	0.50	4.95	19.47	0.14	1.34	5.65	2.14
	WNW	0.70	5.18	24.33	0.11	1.25	5.86	2.57
	NW	0.30	4.73	8.07	0.13	1.32	5.38	2.21
	NNW	0.10	5.33	8.26	0.12	1.31	5.99	1.52
ND	1.20	2.55	38.96	0.12	1.29	-	-	

ANEXO D. MAPAS DE LAS DISTINTAS TAS CAPAS DEL ATLAS

D.1. VELOCIDAD MEDIA ANUAL DEL VIENTO A 150 m

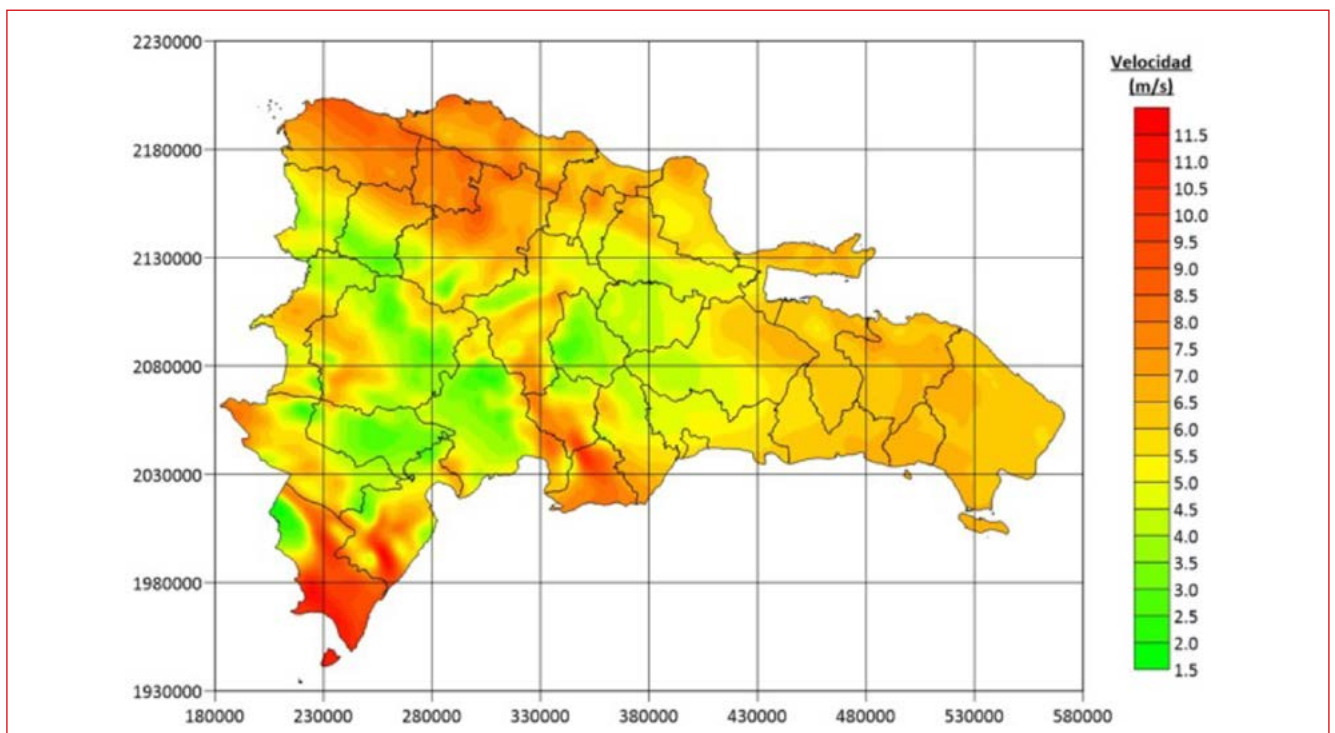


Figura 52. Velocidad media anual del viento a 150 m de altura.

D.2. VELOCIDAD MEDIA ANUAL DEL VIENTO A 120 m

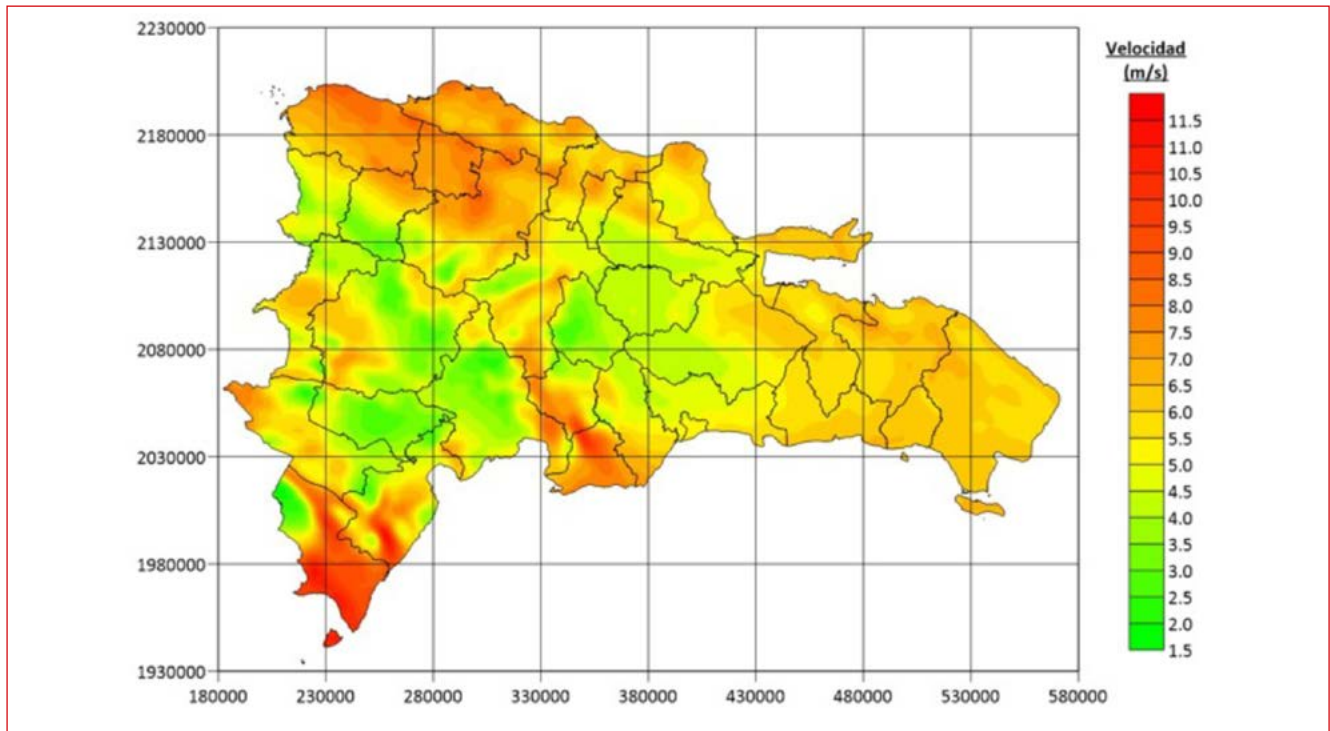


Figura 53. Velocidad media anual del viento a 120 m de altura.

D.3. VELOCIDAD MEDIA ANUAL DEL VIENTO A 100 m

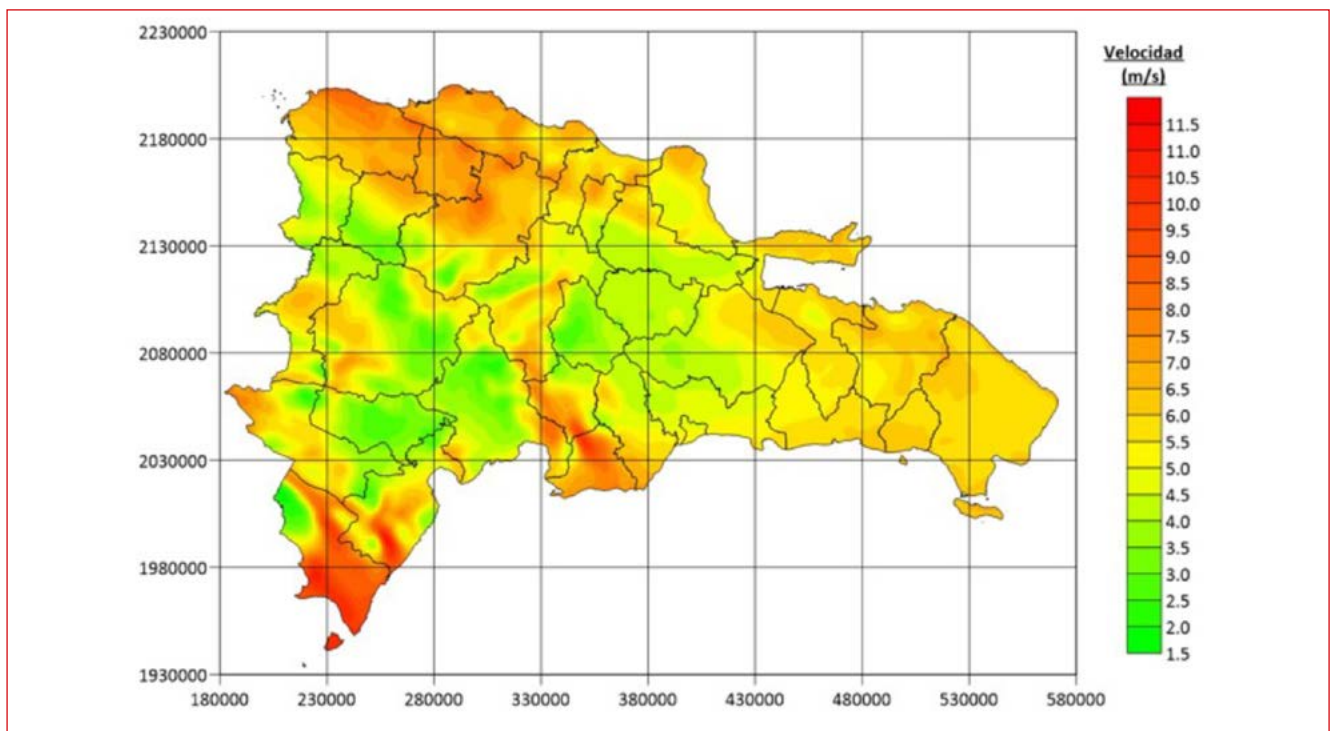


Figura 54. Velocidad media anual del viento a 100 m de altura.

D.4. VELOCIDAD MEDIA ANUAL DEL VIENTO A 80 m

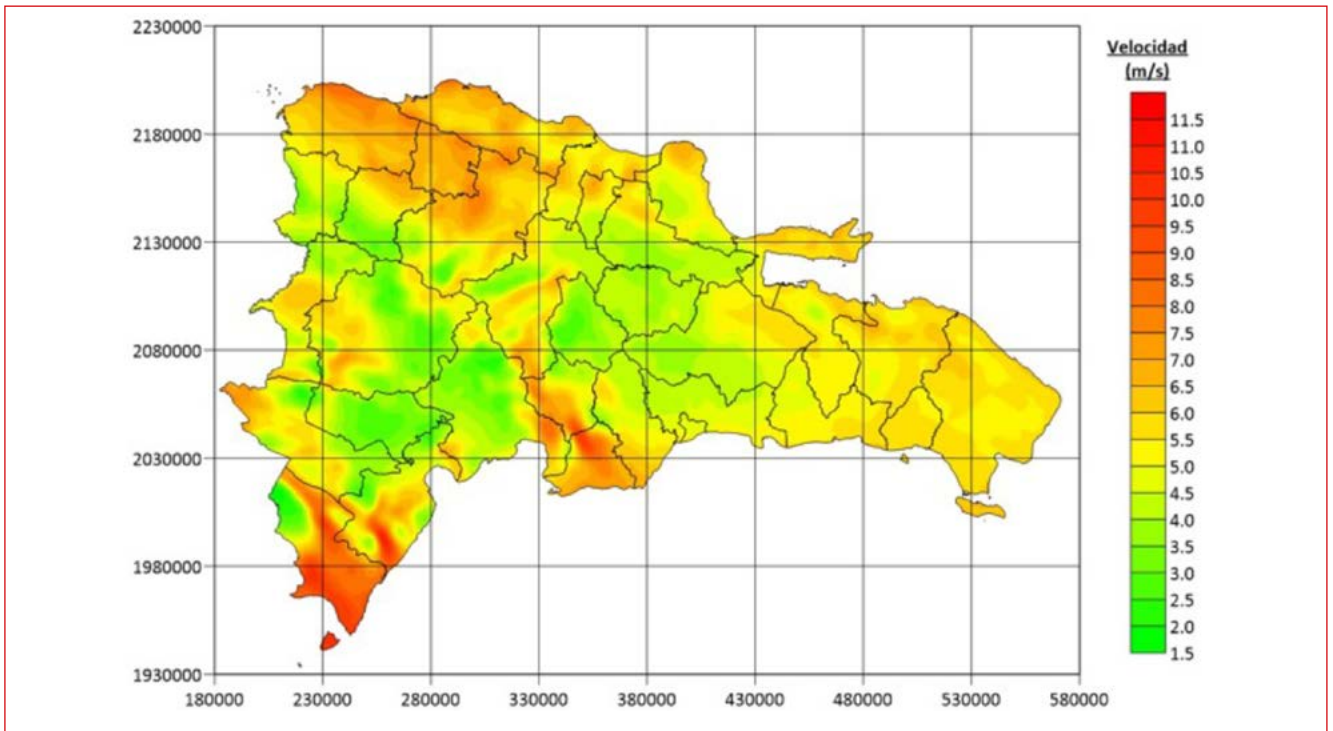


Figura 55. Velocidad media anual del viento a 80 m de altura.

D.5. VELOCIDAD MEDIA ANUAL DEL VIENTO A 50 m

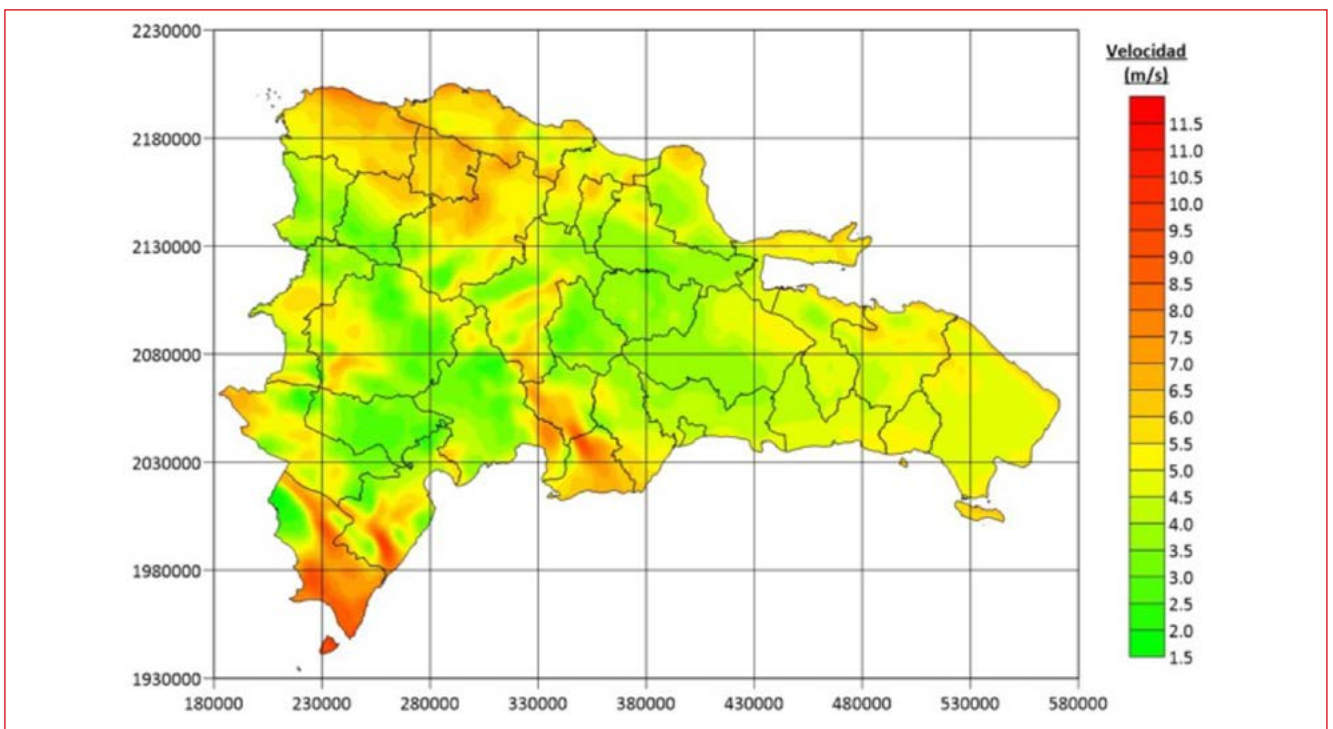


Figura 56. Velocidad media anual del viento a 50 m de altura.

D.6. PARÁMETRO A-WEIBULL MEDIO ANUAL A 150 m

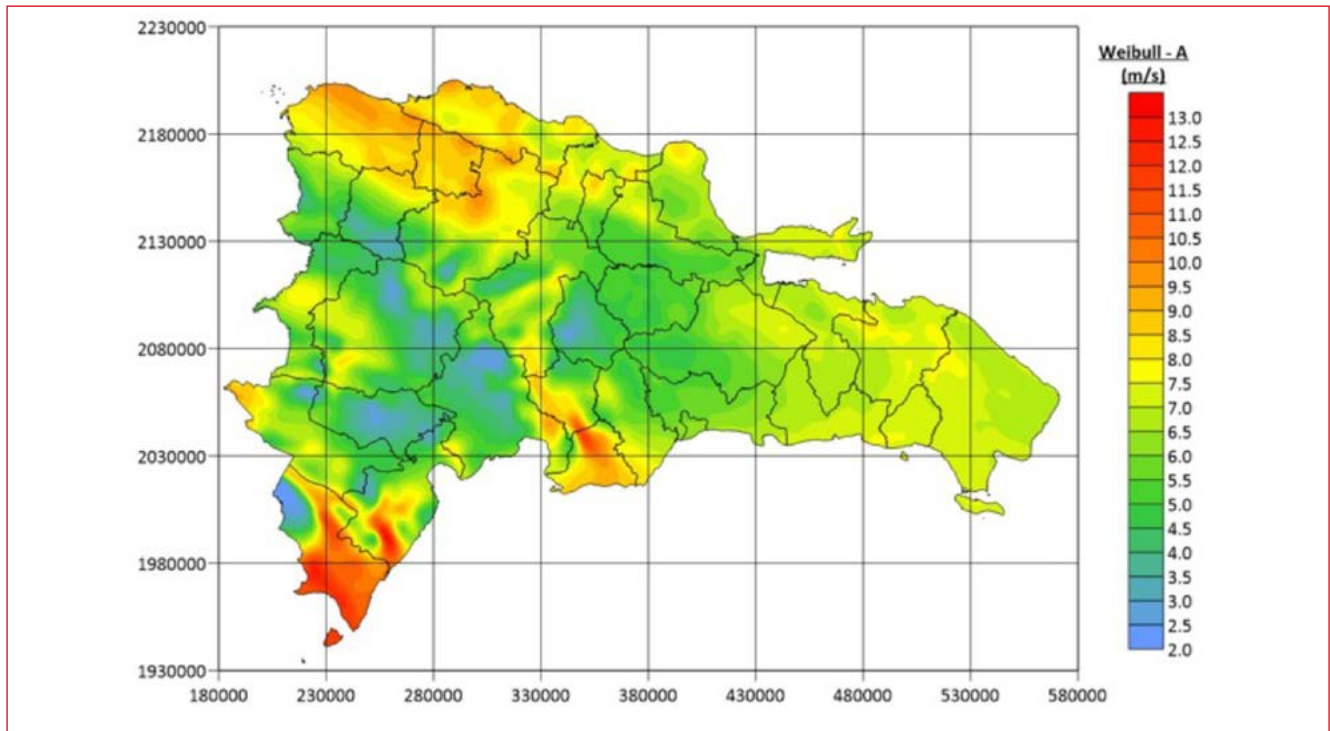


Figura 57. Parámetro A-Weibull medio anual a 150 m de altura.

D.7. PARÁMETRO A-WEIBULL MEDIO ANUAL A 120 m

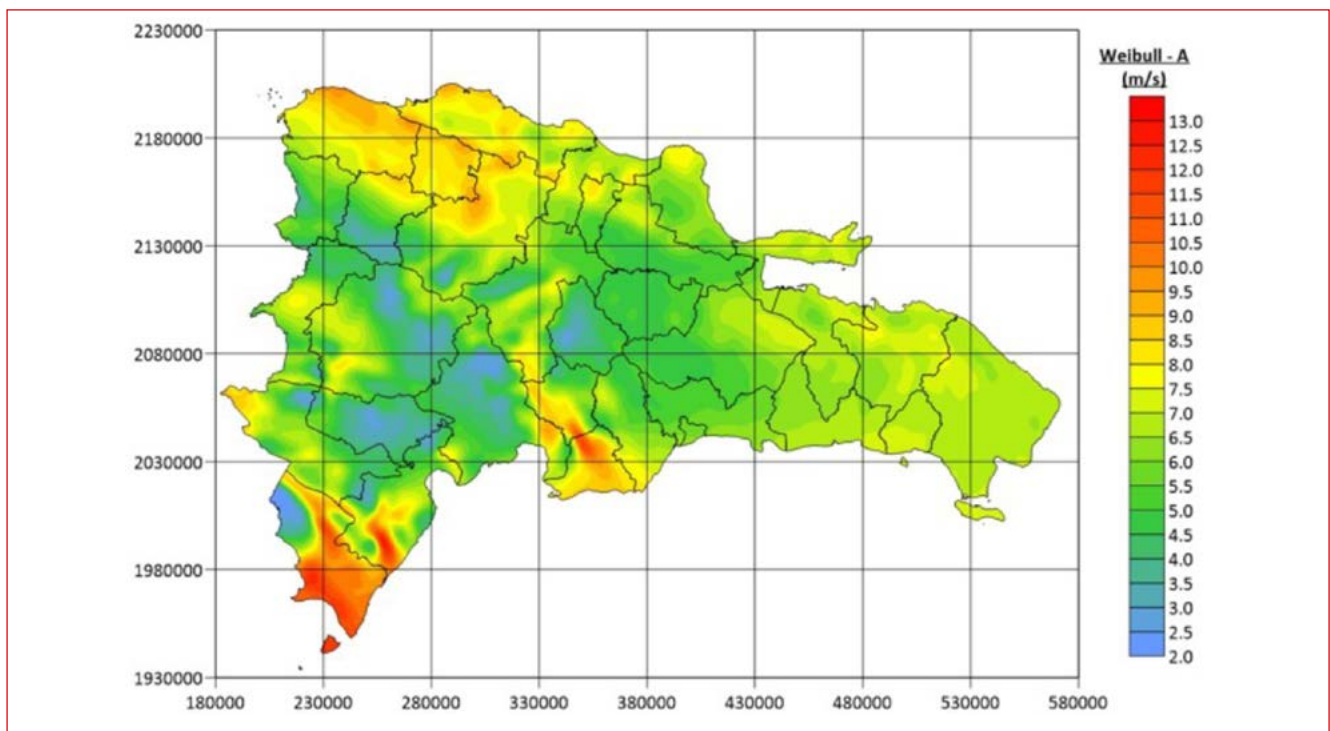


Figura 58. Parámetro A-Weibull medio anual a 120 m de altura.

D.8. PARÁMETRO A-WEIBULL MEDIO ANUAL A 100 m

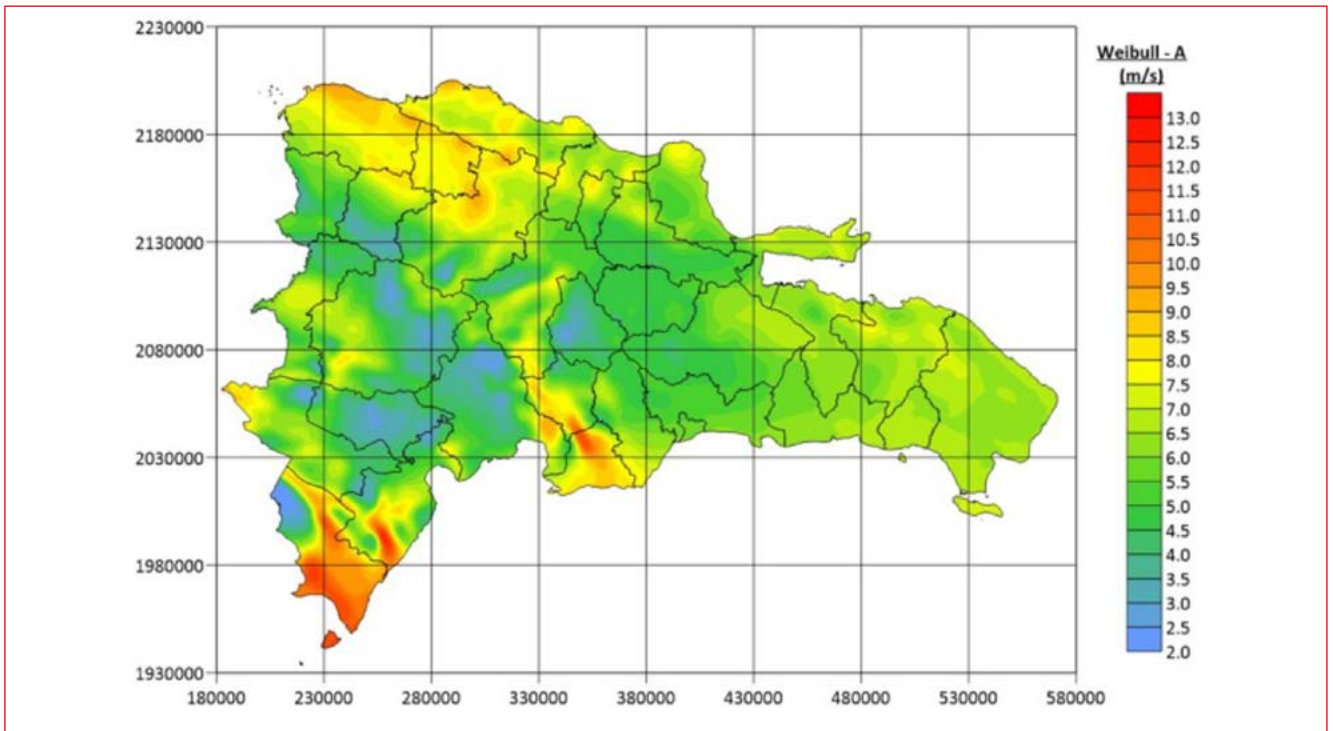


Figura 59. Parámetro A-Weibull medio anual a 100 m de altura.

D.9. PARÁMETRO A-WEIBULL MEDIO ANUAL A 80 m

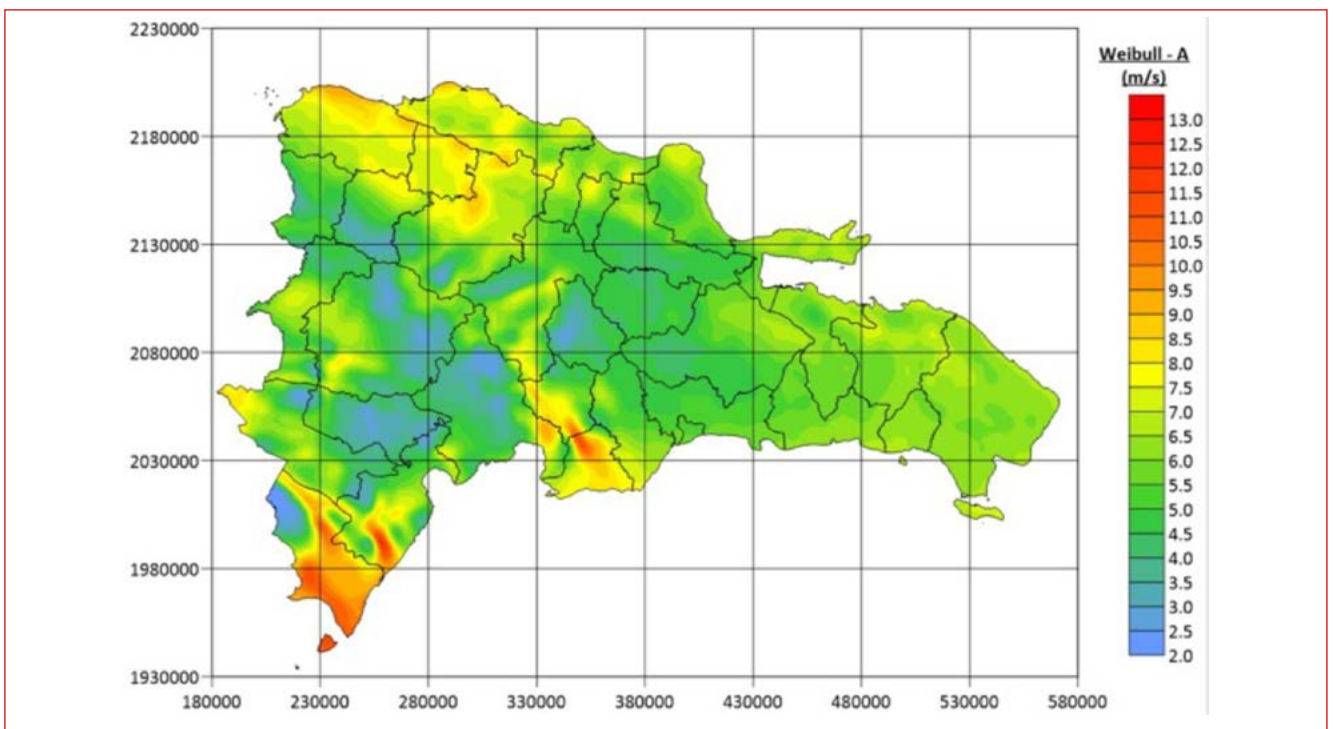


Figura 60. Parámetro A-Weibull medio anual a 80 m de altura.

D.10. PARÁMETRO A-WEIBULL MEDIO ANUAL A 50 m

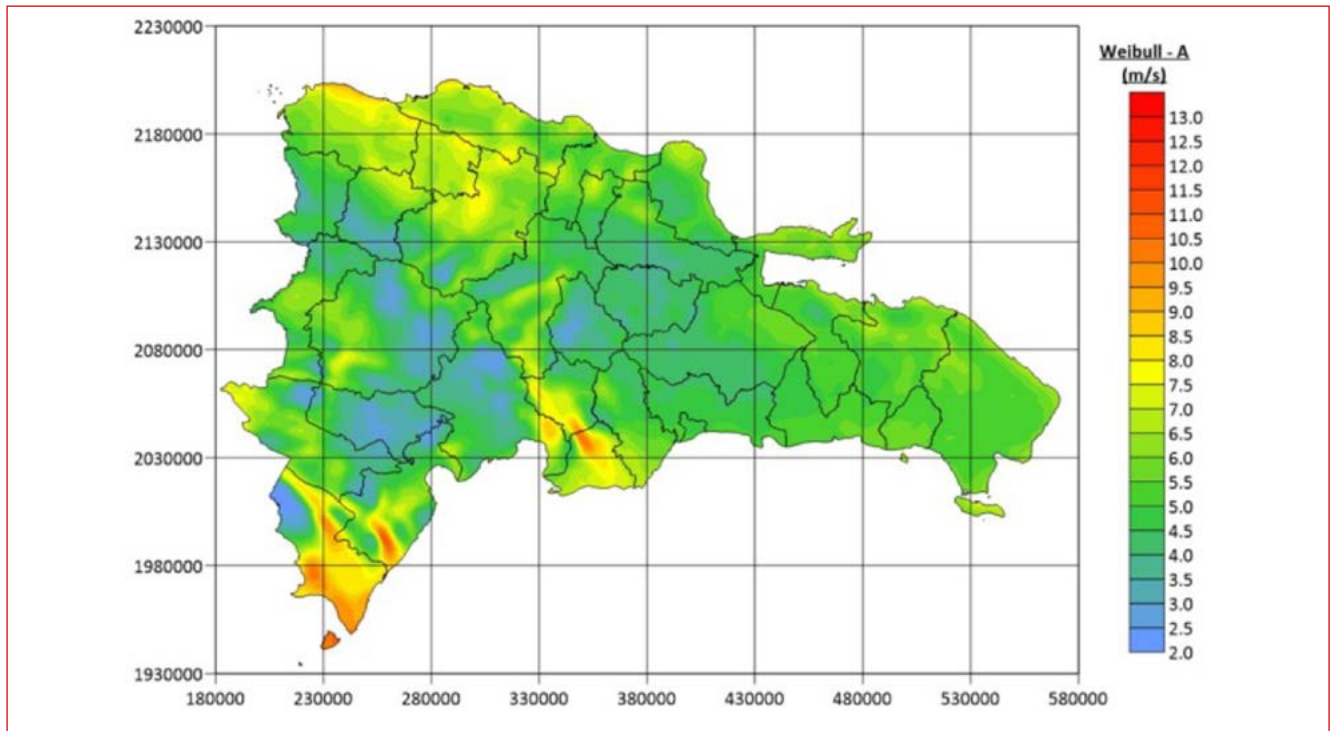


Figura 61. Parámetro A-Weibull medio anual a 50 m de altura.

D.11. PARÁMETRO K-WEIBULL MEDIO ANUAL A 150 m

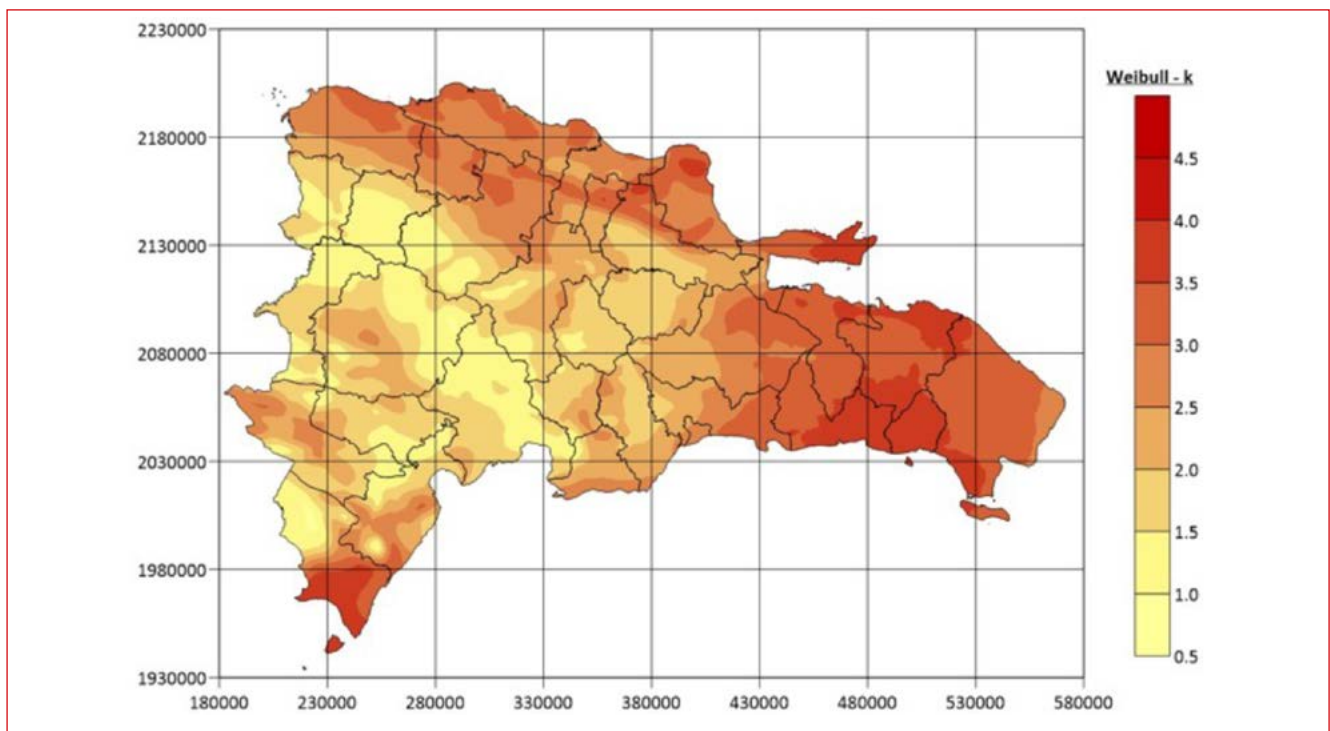


Figura 62. Parámetro k-Weibull medio anual a 150 m de altura

D.12. PARÁMETRO K-WEIBULL MEDIO ANUAL A 120 m

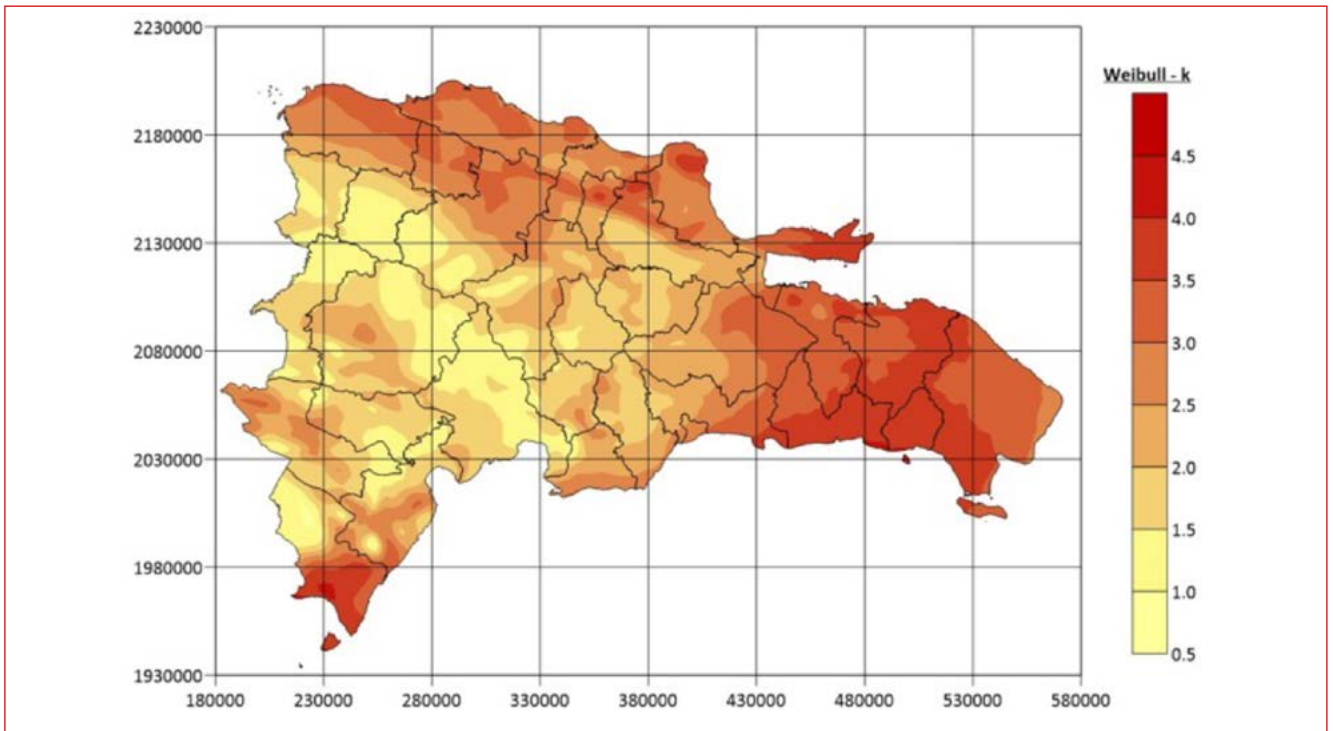


Figura 63. Parámetro k-Weibull medio anual a 120 m de altura.

D.13. PARÁMETRO K-WEIBULL MEDIO ANUAL A 100 m

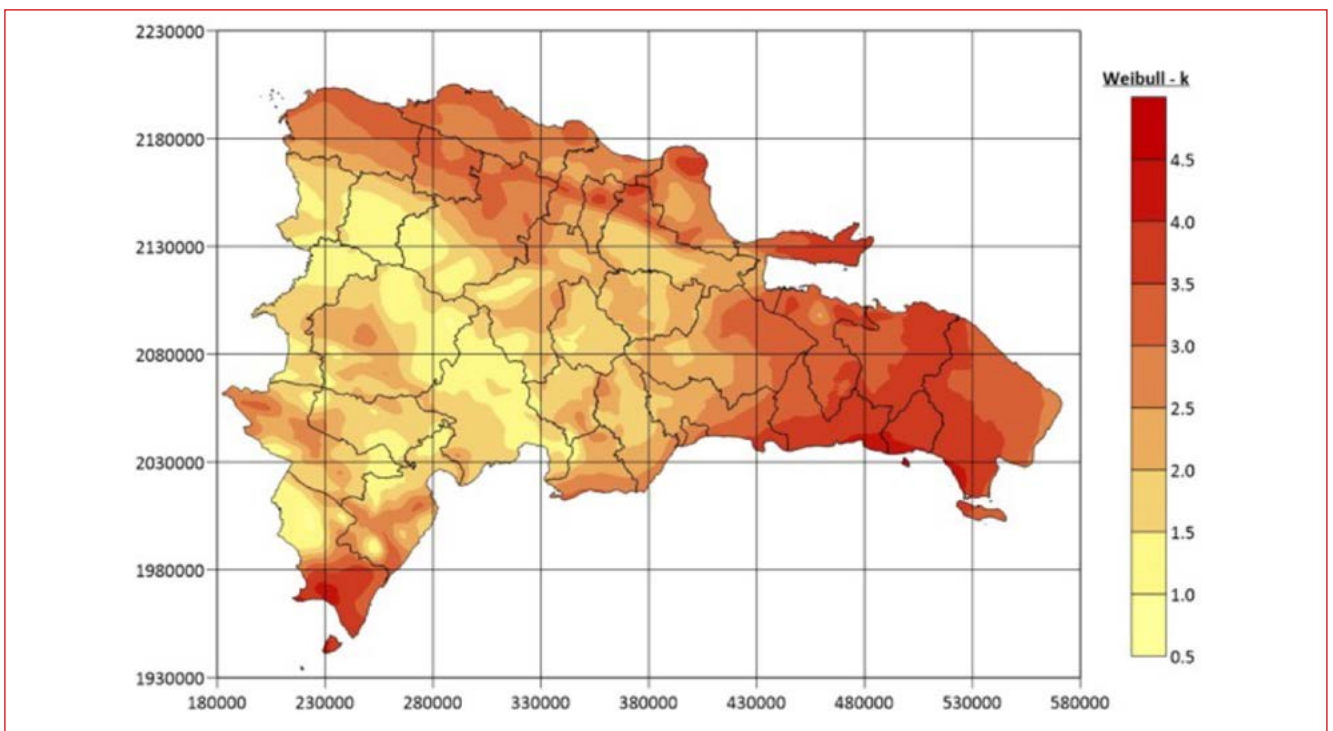


Figura 64. Parámetro k-Weibull medio anual a 100 m de altura.

D.14. PARÁMETRO K-WEIBULL MEDIO ANUAL A 80 m

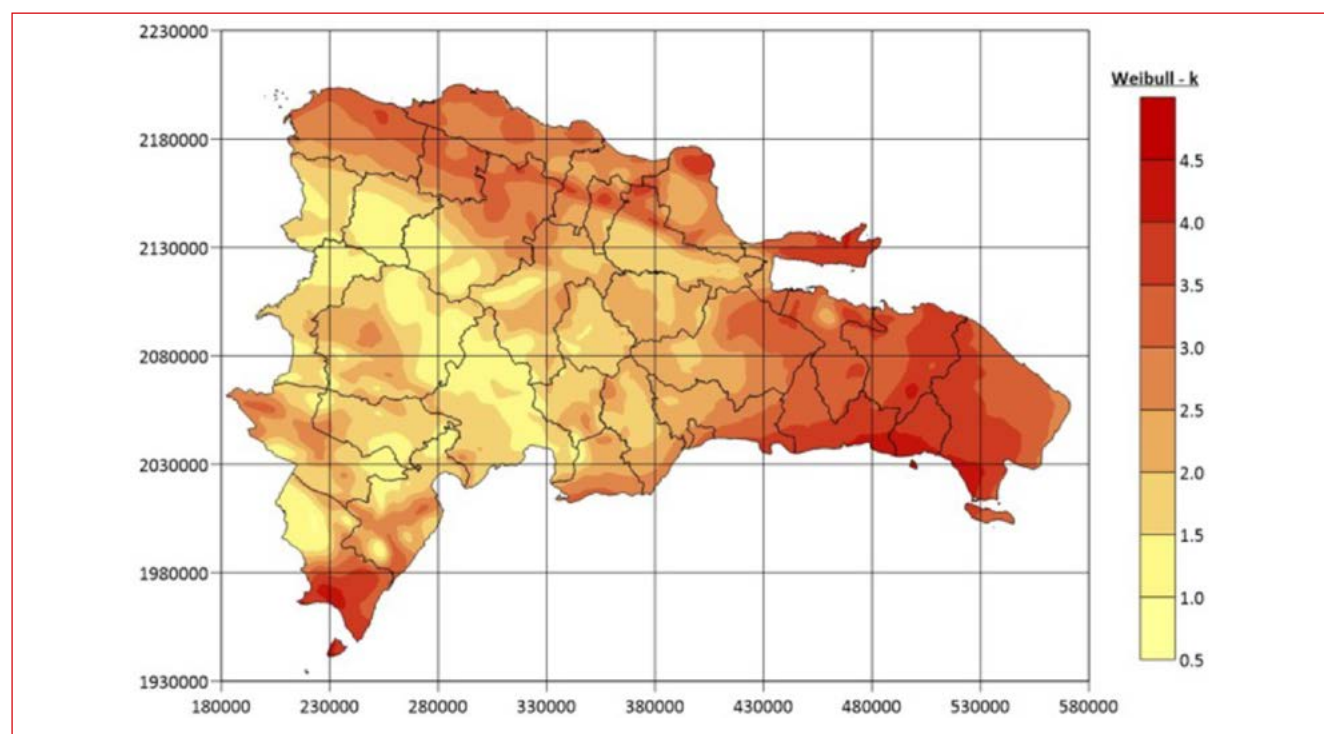


Figura 65. Parámetro k-Weibull medio anual a 80 m de altura.

D.15. PARÁMETRO K-WEIBULL MEDIO ANUAL A 50 m

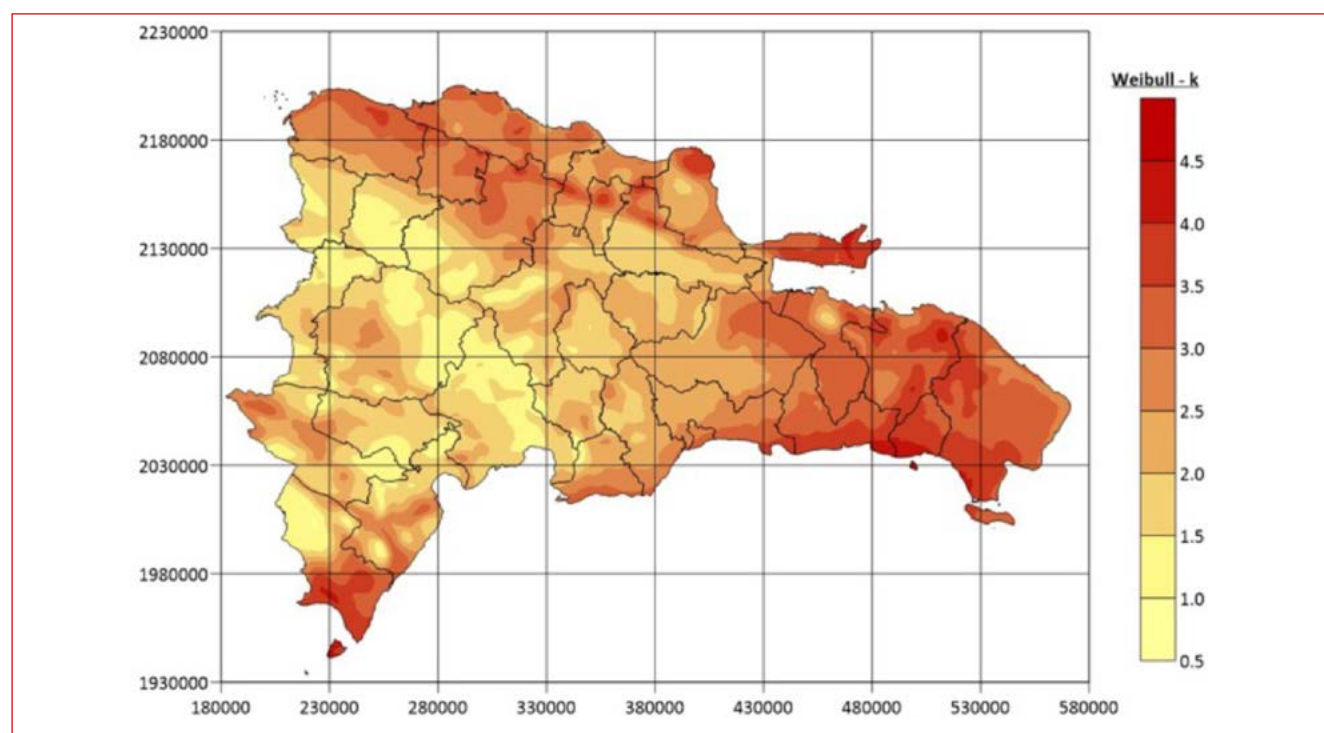


Figura 66. Parámetro k-Weibull medio anual a 50 m de altura.

D.16. DENSIDAD DEL AIRE MEDIA ANUAL A 150 m

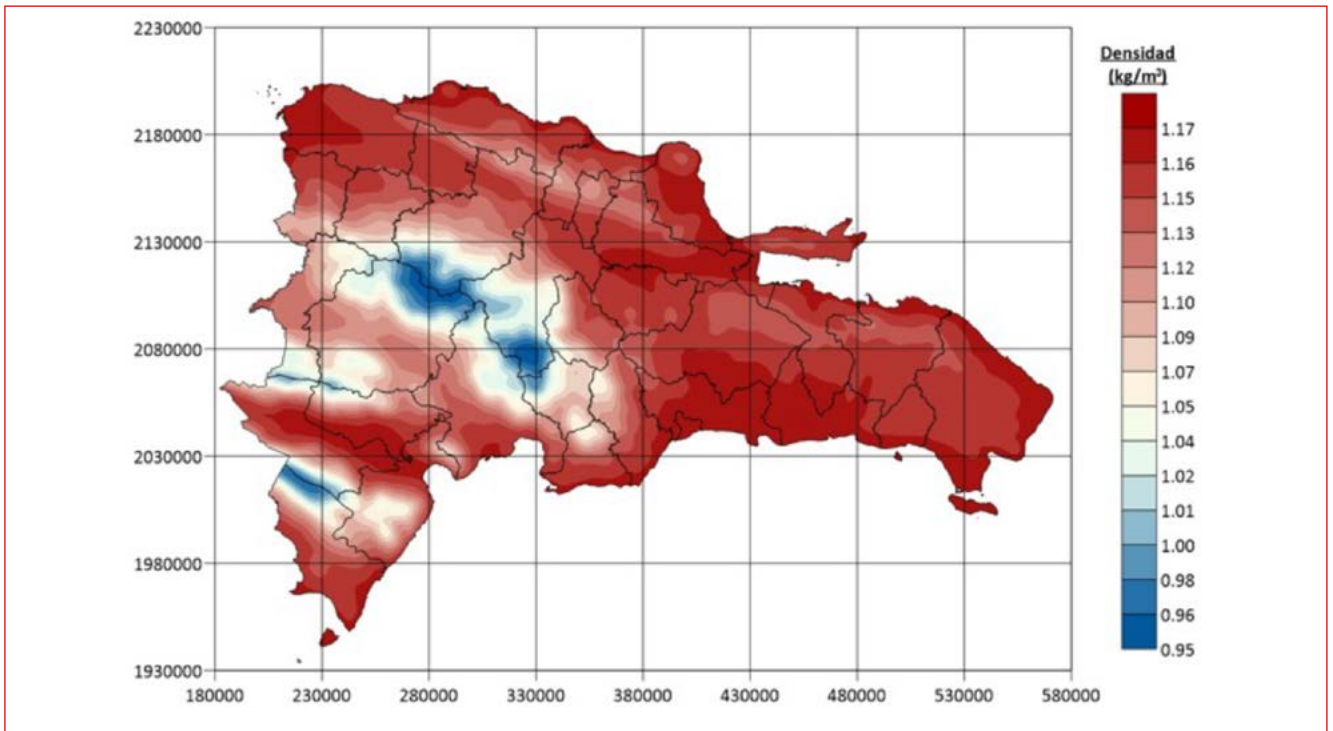


Figura 67. Densidad del aire media anual a 150 m de altura.

D.17. DENSIDAD DEL AIRE MEDIA ANUAL A 120 m

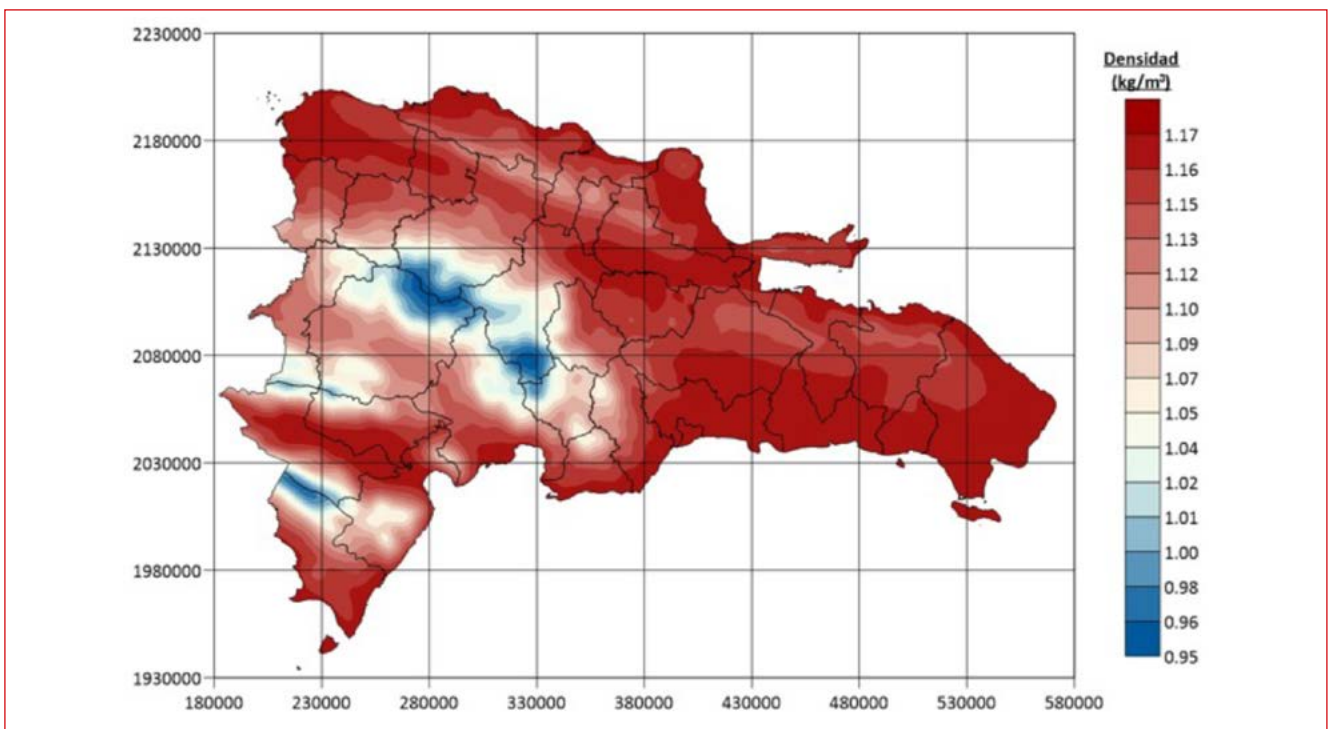


Figura 68. Densidad del aire media anual a 120 m de altura.

D.18. DENSIDAD DEL AIRE MEDIA ANUAL A 100 m

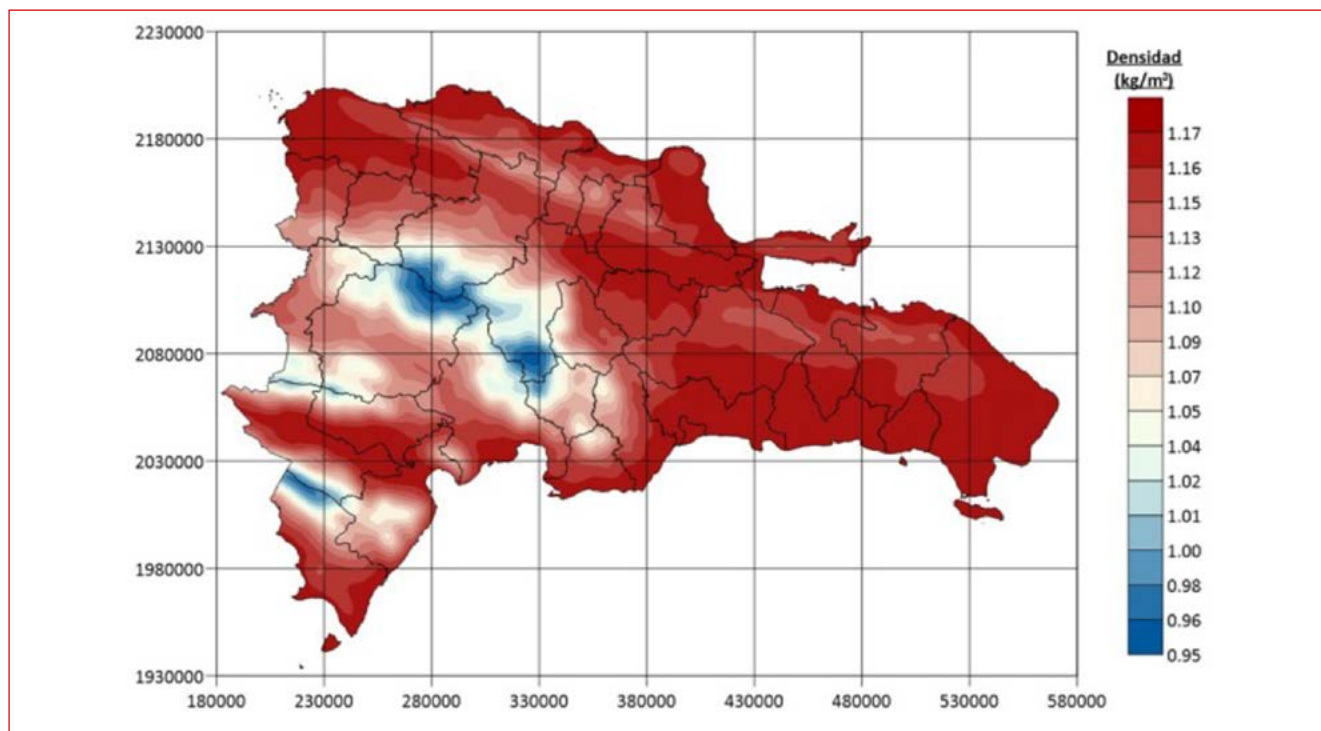


Figura 69. Densidad del aire media anual a 100 m de altura.

D.19. DENSIDAD DEL AIRE MEDIA ANUAL A 80 m

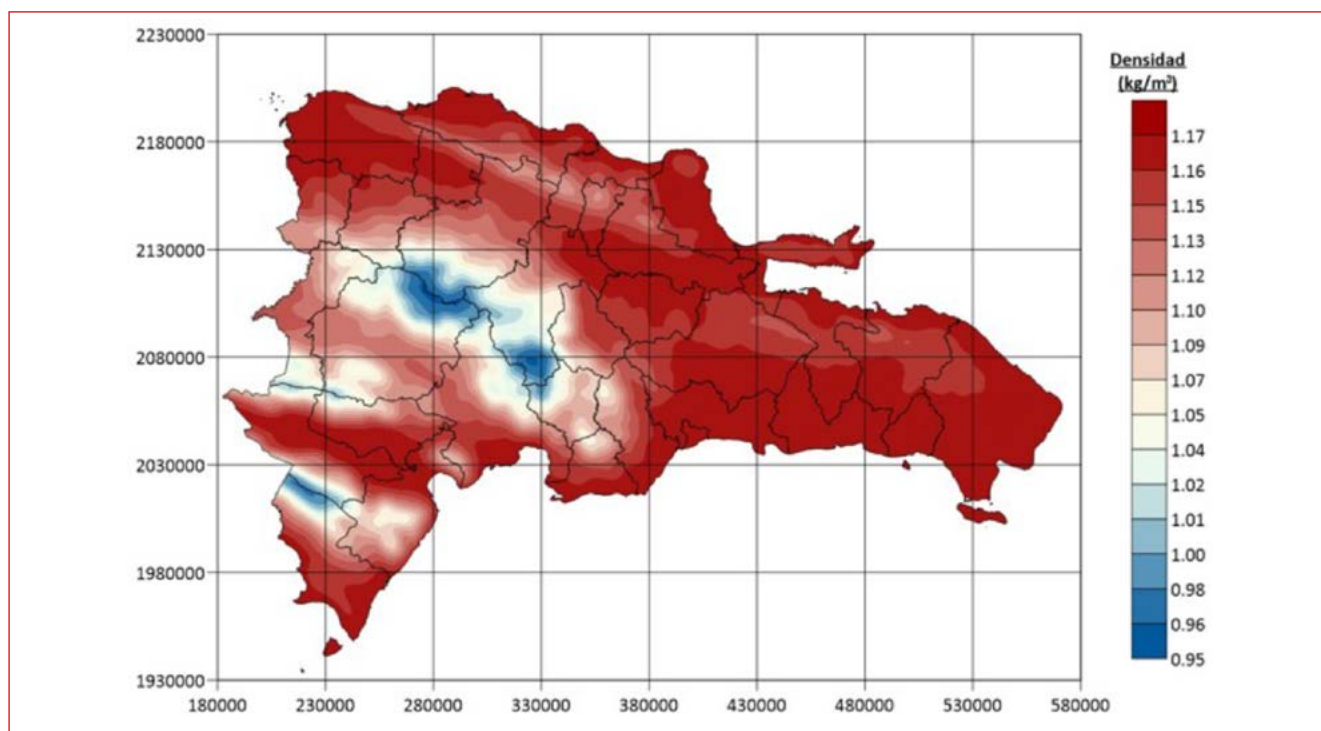


Figura 70. Densidad del aire media anual a 80 m de altura.

D.20. DENSIDAD DEL AIRE MEDIA ANUAL A 50 m

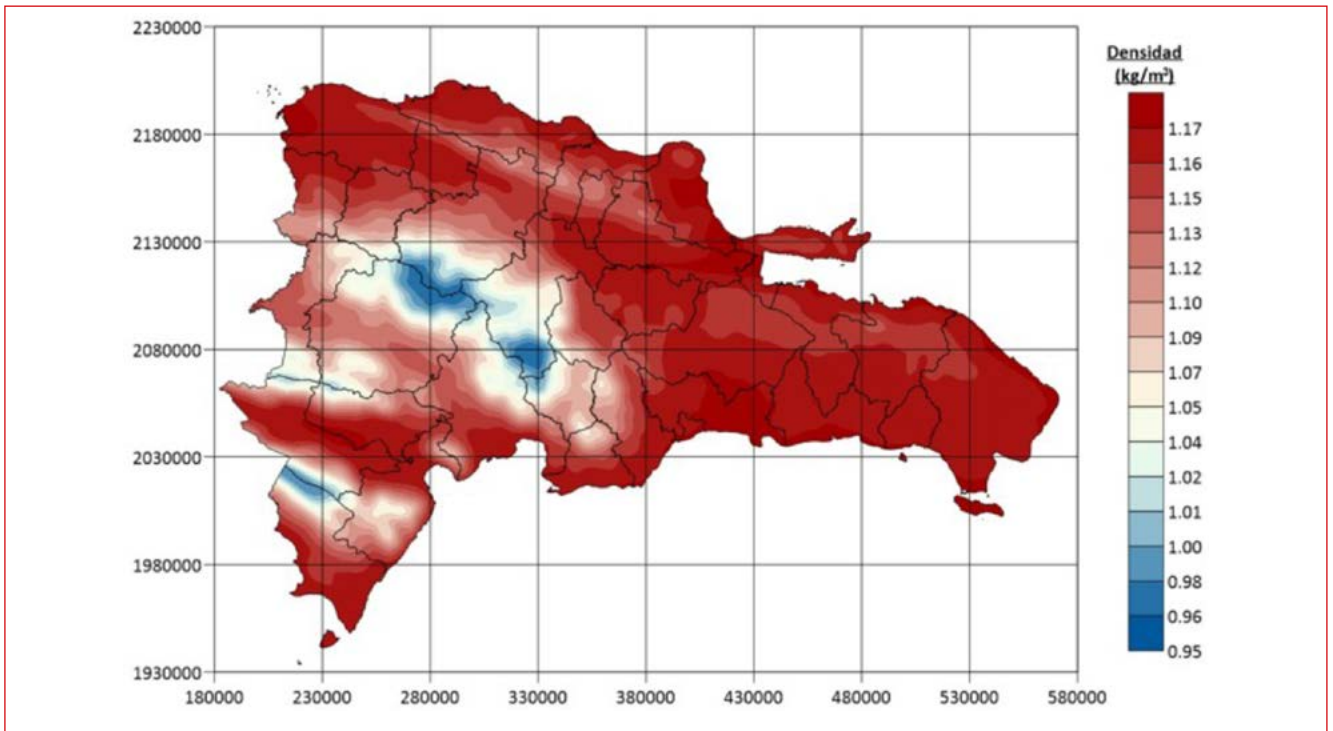


Figura 71. Densidad del aire media anual a 50 m de altura.

D.21. IRRADIANCIA HORIZONTAL GLOBAL MEDIA ANUAL - GHI

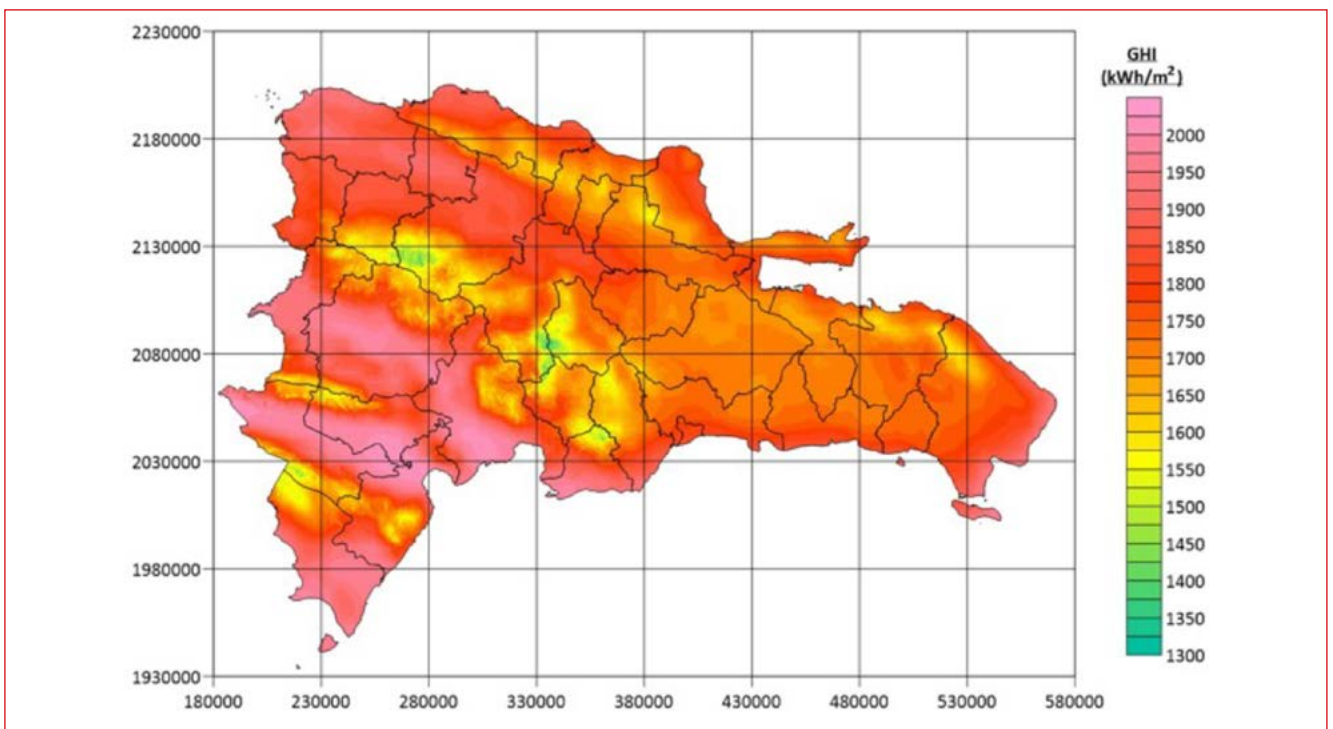


Figura 72. Irradiancia Horizontal Global media anual - GHI.

D.22. IRRADIANCIA NORMAL DIRECTA MEDIA ANUAL - DNI

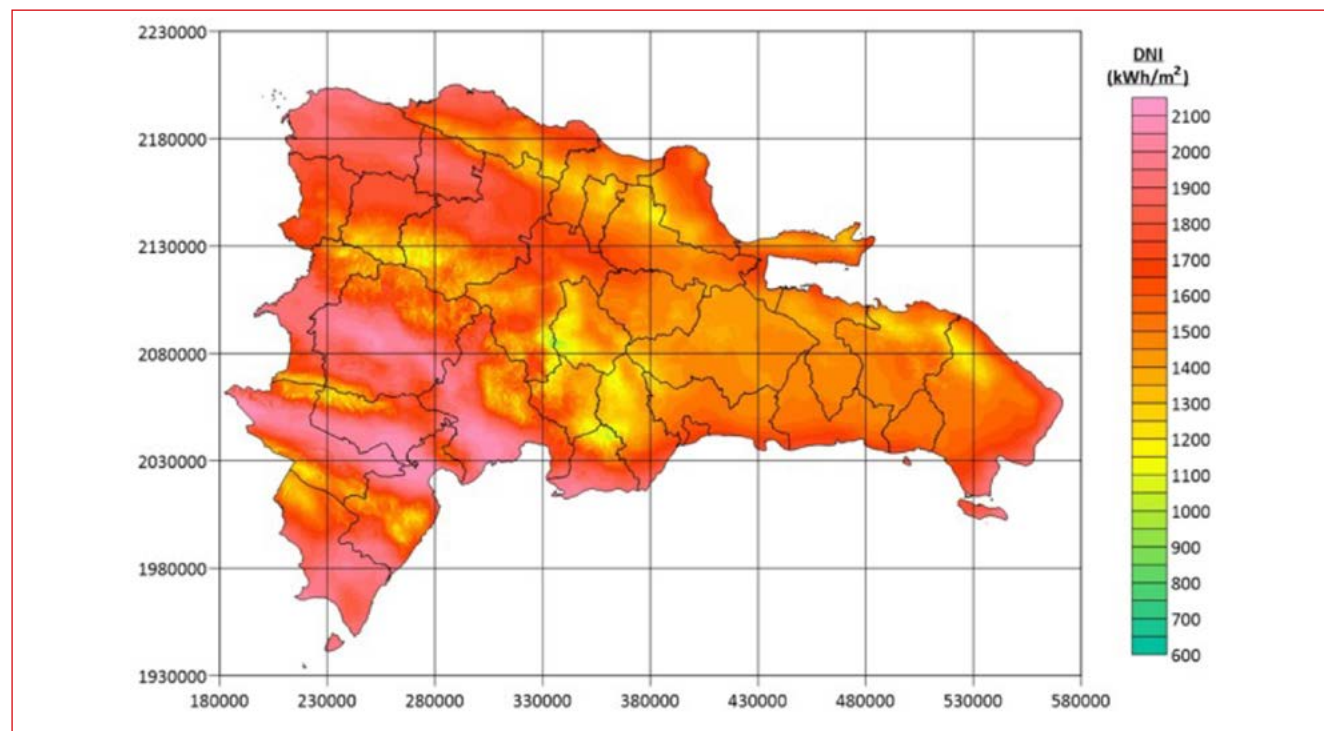


Figura 73. Irradiancia Normal Directa media anual - DNI.

D.23. IRRADIANCIA HORIZONTAL DIFUSA MEDIA ANUAL - DHI

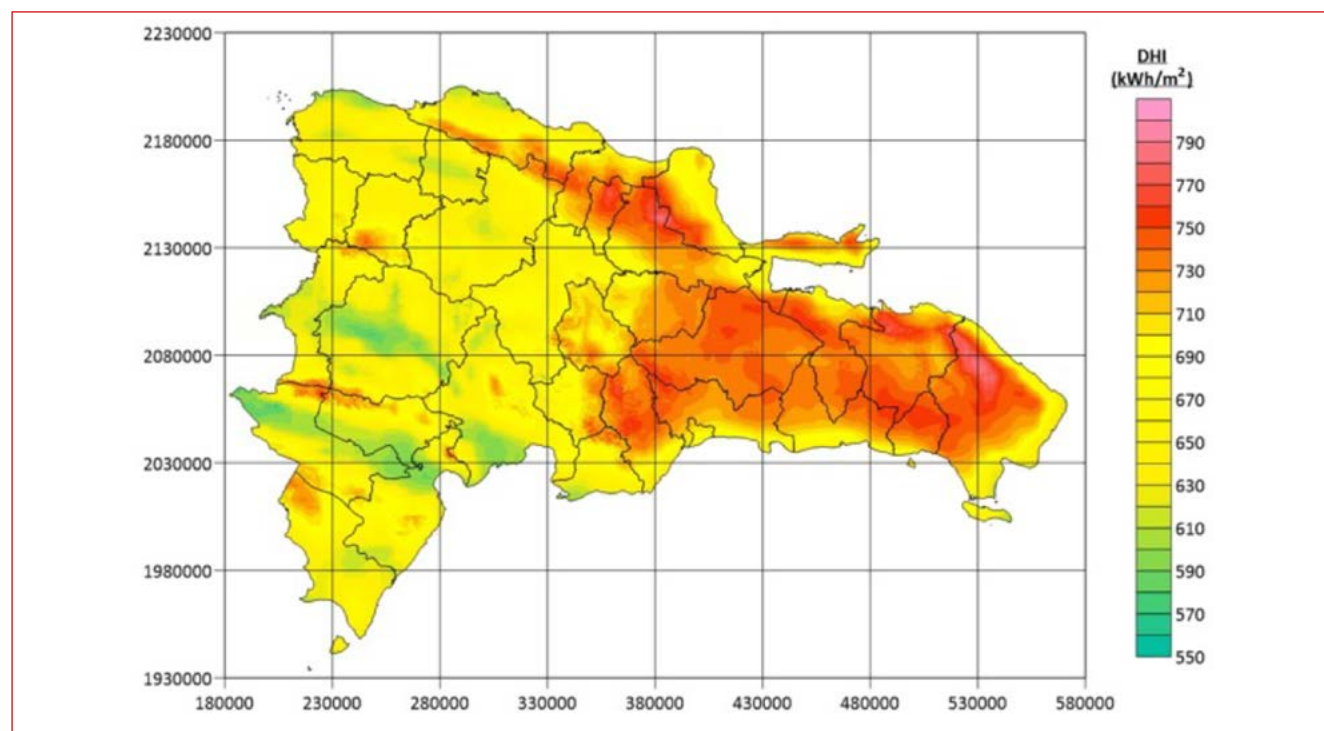


Figura 74. Irradiancia Horizontal Difusa media anual - DHI.

D.24. TEMPERATURA MEDIA ANUAL A 2 m

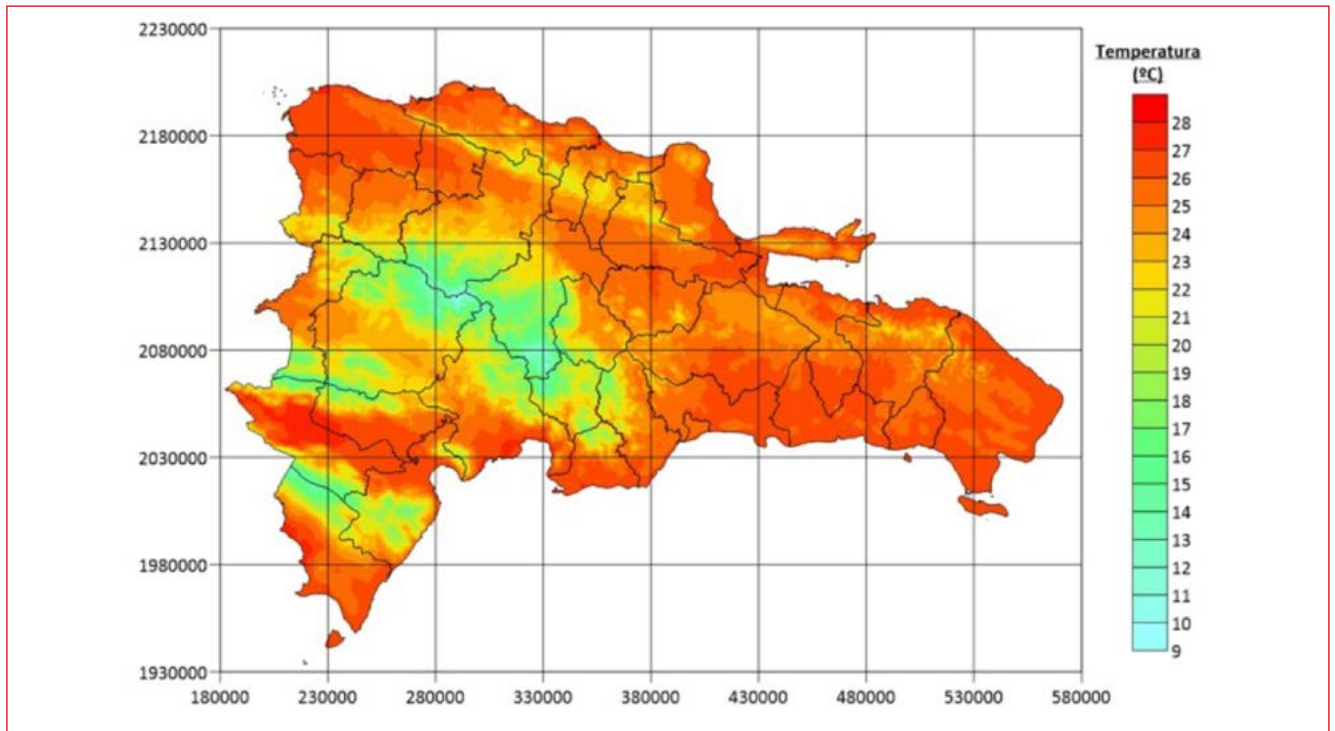


Figura 75. Temperatura media anual a 2 m de altura.



Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Registered offices
Bonn and Eschborn

Friedrich-Ebert-Allee 32 + 36
53113 Bonn, Germany
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1 - 5
65760 Eschborn, Germany
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15

E info@giz.de
I www.giz.de