

# Anexo 2

## Medición, procesamiento de la información y red de estaciones que miden viento en Colombia

Modelar el campo del viento en superficie es complejo, ya que este tiene variaciones diurnas y locales, embebidas dentro de una dinámica de mayor escala. No obstante, una verificación del comportamiento de esta variable meteorológica está acompañada de las mediciones realizadas a través de anemógrafos, instrumentación que hace parte de las estaciones meteorológicas, los cuales miden y grafican continuamente las características vectoriales del viento como son la dirección y la velocidad. También se describen los resultados de los procesos de evaluación, verificación y captura de la información nacional que fue tenida en cuenta para la elaboración del Atlas.

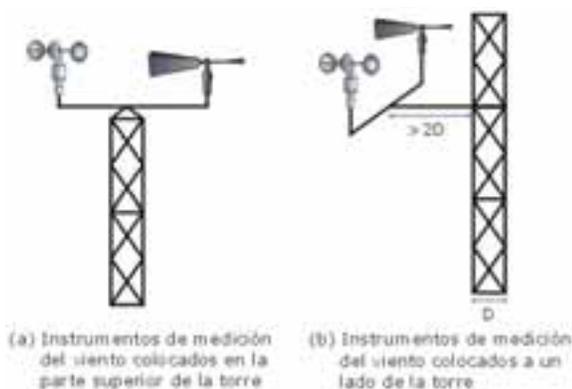
### 2.1 CRITERIO PARA LA MEDICIÓN DEL VIENTO

Por definición el viento es el movimiento natural del aire. Se determina por la dirección o

punto del horizonte desde donde sopla, y por su velocidad, de la cual depende su mayor o menor fuerza. Si bien el viento es una cantidad vectorial y se puede considerar una variable primaria por naturaleza, por lo general la velocidad (la magnitud del vector) y la dirección (orientación del vector) se tratan frecuentemente como variables independientes.

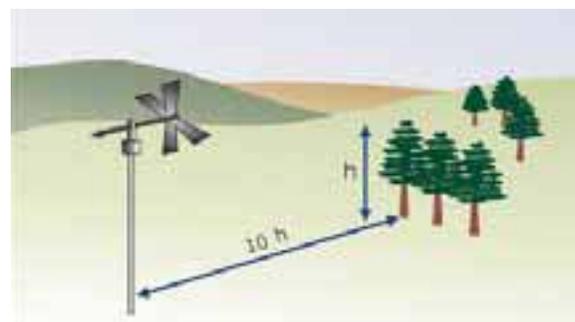
Con el fin de que las observaciones hechas en una red de estaciones puedan ser comparables entre sí se ha convenido internacionalmente que el viento en superficie corresponde al medido a una altura normalizada de 10 m sobre el suelo, en terreno descubierto. El sensor de viento debe instalarse sobre un elemento que no altere las condiciones del entorno, generalmente sobre una torre con estructura que permita un flujo de iguales condiciones físicas a las apreciadas en el entorno. (Ver Fig. 2-1). Se entiende por terreno descubierto aquel en que la distancia entre el

**Figura 2-1.** Ubicaciones recomendadas para ubicar los instrumentos de medición del viento



Fuente: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos – EPA

**Figura 2-2.** Criterios de Distancia para la ubicación de los instrumentos de medición del viento



Fuente: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos – EPA

instrumento y cualquier obstáculo es mayor o igual a 10 veces la altura del obstáculo, tal como se ilustra en Fig. 2-2.

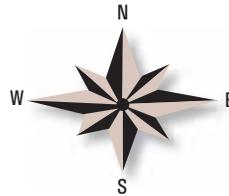
### 2.1.1 VELOCIDAD DEL VIENTO

La velocidad del viento determina el desplazamiento del aire en un tiempo determinado.

### 2.1.2 DIRECCIÓN DEL VIENTO

Por lo general, la dirección del viento se define como la orientación del vector del viento en la horizontal expresada en grados, contados a partir del norte geográfico, en el sentido de las manecillas del reloj. Para propósitos meteorológicos, la dirección del viento se define como la dirección desde la cual sopla el viento. Por ejemplo, un viento del oeste sopla del oeste, 270° a partir del norte; un viento del norte sopla desde una dirección de 360°. Las distintas direcciones del viento están referidas a la rosa de los vientos que señala los puntos cardinales y pueden presentarse en 4, 8, 12 y 16 rumbos. En las estaciones climatológicas se observa la dirección del viento refiriéndola a una rosa de 8 direcciones. (Ver Fig. 2-3).

Figura 2-3. Rosa de los vientos



Fuente: IDEAM

## 2.2 MEDICIÓN Y UNIDADES

Una observación de viento está caracterizada por la dirección y la velocidad. La velocidad, es decir, la distancia recorrida por una partícula de aire en la unidad de tiempo, se expresa en metros por segundo (m/s) o kilómetros por hora (km/h).

Un factor de conversión de las distintas unidades se expresa a continuación:

m/s	Nudos	Km/h	Millas/h	Pies/s
1	1.944	3.600	2.237	3.281

En ausencia de instrumentos o cuando el equipo disponible está averiado, la forma más sencilla de estimar la velocidad es observando directamente el efecto del viento en la superficie terrestre. Con este fin se utiliza la escala Beaufort (Tabla 2-1), la cual sirve para evaluar la velocidad del viento con base en las características observadas.

Tabla 2-1 Escala Beaufort para la fuerza del viento, con indicación de las velocidades equivalentes en metros por segundo

Escala	Velocidad Promedio en m/s	Características
0	0.1	Calma; el humo sube verticalmente.
1	0.9	Ventolina; la dirección se muestra por la dirección del humo. Las veletas no alcanzan a moverse.
2	2.4	Brisa muy débil; se siente el viento en la cara, las hojas de los árboles se mueven; las veletas giran lentamente.
3	4.4	Brisa débil; las hojas y las ramas pequeñas se mueven constantemente; el viento despliega las banderas.
4	6.7	Brisa moderada; se levantan el polvo y los papeles del suelo; se mueven las ramas pequeñas de los árboles.
5	9.4	Brisa fresca; los árboles pequeños se mueven; se forman olas en las aguas quietas.
6	12.3	Brisa fuerte; se mueven las ramas grandes de los árboles; los paraguas se mantienen con dificultad.
7	15.5	Viento fuerte; los árboles grandes se mueven; se camina con dificultad contra el viento.
8	19.0	Viento duro; se rompen las ramas de los árboles; no se puede caminar en contra del viento.
9	22.6	Viento muy duro; el viento arranca tejados y chimeneas; se caen arbustos; ocurren daños fuertes en las plantaciones.
10	26.4	Temporal huracanado; raro en los continentes; arranca los árboles y las viviendas sufren daños muy importantes.
11	30.5	Borrasca.
12	32.7	Huracán.

**Figura 2-4.** Anemómetro de cazoletas o cubetas.



Hay varios instrumentos para medir y registrar la dirección y velocidad del viento en superficie, en general conocidos como anemómetros y anemógrafos. El anemómetro utilizado con más frecuencia es el rotativo de cazoletas o cubetas (Ver Fig. 2-4), el cual normalmente consta de

tres cubetas cónicas o hemisféricas montadas simétricamente sobre un eje vertical de rotación en soportes a igual distancia y perpendiculares al eje vertical. La fuerza ejercida por el viento es mucho mayor en el interior que en el exterior de la cazoleta, lo que hace que estas giren.

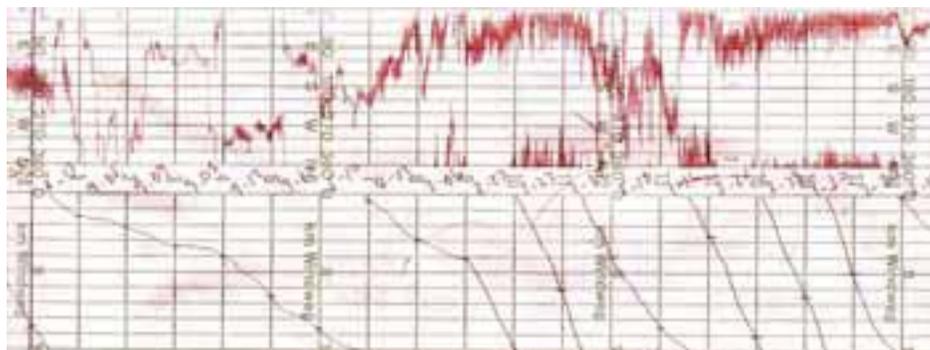
Los anemógrafos están provistos de dispositivos registradores, los cuales permiten conocer continuamente la dirección y velocidad del viento; la mayoría de los utilizados por el Ideam son mecánicos, entre los cuales uno de los más comunes es el anemógrafo mecánico tipo Woelfle (Ver Fig. 2-5), el cual consta de una veleta y un medidor de velocidad (anemómetro de cazoletas), conectados a unos rodillos que escriben sobre un papel encerado sin necesidad de tinta. En la parte derecha de la Fig. 2-5 se puede apreciar una gráfica producida con este tipo de anemógrafos.

Otro de los anemógrafos utilizados por el Ideam es el mecánico tipo universal, de marca Fuess. (Ver Fig. 2-6), con transmisión mecánica que registra con trazo fino la dirección, el recorrido y la velocidad instantánea del viento, tal como se aprecia a la derecha de la Fig. 2-6. El conjunto consta de un transmisor y del tambor o la faja de inscripción. La dirección y el recorrido se retransmiten mecánicamente al tambor de inscripción.

**Figura 2-5.** Anemógrafo tipo Woelfle y gráfica de registro continuo



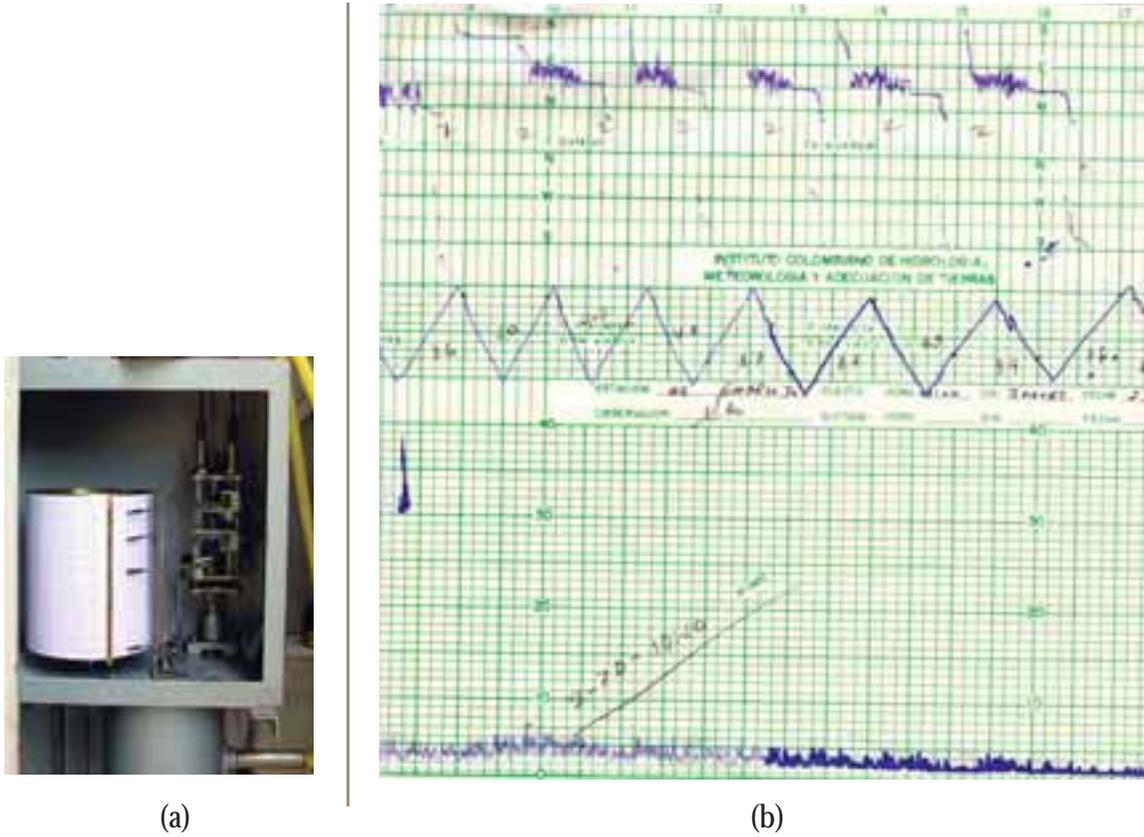
(a)



(b)

Fuente: IDEAM

**Figura 2-6.** Anemógrafo tipo Fuess y gráfica de registro continuo



Fuente: Ideam

**Medición del recorrido:** El recorrido del viento es la distancia recorrida por el viento durante un intervalo de tiempo. Se mide en kilómetros. Posee un mecanismo parecido a los contadores kilométricos de los automóviles que permite determinar el recorrido del viento en un intervalo de tiempo dado.

**Figura 2-7.** Veletas de viento



Fuente: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos – EPA

El instrumento más común para medir la dirección del viento es la Veleta de viento. (Ver Fig. 2-7). Este instrumento se fundamentó en las paletas que, expuestas al viento, se orientan según la dirección desde la cual este sopla. Pueden ser de formas y tamaños diferentes: algunas con dos platos juntos en sus aristas directas y dispersas en un ángulo (paletas separadas), otras con un solo platillo plano o una superficie aerodinámica vertical.

### 2.3 UTILIDAD DE LA VARIABLE

El viento ejerce una presión sobre cualquier superficie que se oponga en su recorrido, lo cual se traduce en una fuerza cuya magnitud aumenta en función de su velocidad. Esta fuerza puede levantar o mover objetos cuando su peso sea inferior a la fuerza que lleva asociada el viento. El mes de agosto, en el cual con gran frecuencia se registran los vientos de mayor velocidad en gran parte de la región Andina, ofrece, en consecuencia, las mayores posibilidades para elevar las cometas.

Hoy en día, la necesidad de hallar fuentes alternativas para la generación de energía que favorezcan el desarrollo sostenible sin poner en riesgo la calidad de vida de las generaciones futuras ha llevado al desarrollo de tecnologías que permiten el aprovechamiento energético del recurso climático y, en particular, de las propiedades dinámicas del aire, representadas en las características físicas del viento, tal como ocurre con los aerogeneradores que transforman la energía del viento –eólica– en eléctrica, o con los molinos de viento con fines múltiples.

En general, en el trópico y en Colombia los vientos locales tienen gran preponderancia en el aporte de humedad, en favorecer los movimientos verticales y en la formación de nubes convectivas, las cuales provocan chubascos o tormentas, particularmente en las tardes. Estas pueden estar acompañadas de vientos violentos de corta duración, cuyas velocidades en ocasiones pueden superar los 100 km/h. Estos pueden constituirse en eventos naturales de riesgo para la vida y bienes materiales.

El viento es también, junto con la temperatura y la humedad, un elemento meteorológico determinante de las condiciones de confort climático de las distintas regiones. Cuando los vientos aumentan en intensidad la sensación térmica tiende a ser más fresca que cuando son más débiles.

## 2.4. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE VIENTOS PARA EL ATLAS EÓLICO NACIONAL

Durante el desarrollo del proyecto para el desarrollo del Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia se procedió al procesamiento de información, homologación y validación de la información y de las series de tiempo de la base de datos. Para estos efectos se evaluaron 3.496 meses-gráficas y se capturaron 5.118 meses-gráficas a la base de datos que maneja la información meteorológica del Ideam, Sisdhim. A fin de lograr una información básica de la mejor calidad posible, como insumo fundamental para conformar las series climáticas de viento se revisaron y corrigieron los datos horarios registrados continuamente día a día, de tal forma que fuesen consistentes para evaluación de energía eólica. A partir de la información gráfica obtenida de los archivos del Ideam, en general se revisaron y verificaron 7.292 meses-gráficas de viento tal como se muestra en la Tabla 2-2. Estas labores se adelantaron con la contratación de 15 evaluadores y con el apoyo de las once áreas regionales del Ideam, a través del programa de Gestión de Datos de la Subdirección de Meteorología. De esa forma se trabajó la información correspondiente al periodo 1972-2004 de la red nacional de vientos operada por el Ideam.

**Tabla 2-2. Inventario de gráficas revisadas, evaluadas y capturadas**

Tipo de información	Revisión		Evaluación		Captura de información	
	No. meses proyectados revisar y verificar	No. meses revisados y verificados	No. meses proyectados evaluar	No. meses evaluados	No. meses proyectados capturar	No. meses capturados
Graficas anemógrafo Lambrecht	1.053	6.334	1.053	2.666	1.053	4.423
Rollos Fuess-Woelfle	831	958	831	830	831	695
Total meses	1.884	7.292	1.884	3.496	1.884	5.118

A efectos de lograr homogeneidad en los procesos de revisión, evaluación y captura de información, se realizó un taller de inducción sobre la evaluación de gráficas obtenidas con anemógrafos tipo Fuess mecánico y Lambrecht tipo Woelfle, por medio del cual se impartieron los criterios unificados de evaluación considerando ajustes por fallas en el desempeño de los instrumentos. En general, se hicieron correcciones en fechas, horas, ajustes en valores de dirección e intensidad del viento, lo cual permite asegurar una gran confiabilidad en la información base para el desarrollo del Atlas.

En relación con el proceso de homologación de la información, se revisaron las hojas de inspección de estaciones en el archivo técnico del Ideam con objeto de depurar la información gráfica de vientos que presentaba algunas incoherencias, procurando su corrección y teniendo en cuenta también el estado y funcionamiento de las estaciones medidoras de viento.

Con la cooperación de las áreas regionales del Ideam, en el marco de los procedimientos de auditoría de la red meteorológica nacional, además de la evaluación, verificación y captura de información de viento de la red nacional de vientos operada por el Instituto, se realizaron actividades que incluían la georreferenciación de estaciones anemográficas e información sobre la representatividad en la medición del viento y sobre el estado de su funcionamiento.

Para efectos del análisis del estado de la información, según estándares internacionales, se seleccionó el documento Guidelines on Climate Metadata and Homogenization, WCDMP, No. 53, de la Organización Meteorológica Mundial-OMM, Suiza, diciembre de 2003, como instrumento guía para determinar y orientar la obtención de información suplementaria acerca de las observaciones de vientos según los procedimientos sugeridos por la OMM. Con base en esas instrucciones, se toma en consideración que los datos dependen de los instrumentos, su exposición, procedimientos de grabación y muchos otros factores. Teniendo en cuenta que estas pautas de la OMM fueron logradas con la intervención de los principales expertos mundiales en el tema, se toman como una recomendación a seguir en el futuro para

poder obtener la información completa sobre los procedimientos y condiciones en que fueron obtenidos los datos de viento de la red de observación nacional. De esa forma se asegurará la disponibilidad de información detallada para el análisis de la calidad de las series climáticas y el mejor uso e interpretación de los datos de vientos nacionales. En estos metadatos se deben incluir detalles e historia de las condiciones locales en el entorno de la estación, instrumentos usados en la medición, procedimientos de operación, algoritmos para cálculos de los datos y otros factores pertinentes a la interpretación de los datos. En general deberán tomarse en cuenta los identificadores de estación, los datos geográficos y condiciones del medio ambiente local, el uso de la tierra, la exposición del instrumento, tipo de instrumento, prácticas de observación, procedimientos para recuperación de datos y homogeneización de las series de datos.

#### 2.4.1 EVALUACIÓN GRÁFICAS

Las estaciones empleadas para el estudio del Atlas Eólico Nacional contienen esencialmente dos tipos de instrumentos. Las de tipo Fuess mecánico contienen el registro diario de tres elementos en función del tiempo. El trazo superior corresponde a la dirección; el intermedio al recorrido del viento, útil para evaluar el viento medio en la hora, y el inferior a la velocidad instantánea. Mientras que las de tipo Lambrecht-Woelfle contienen los dos primeros trazos. El avance horizontal corresponde al tiempo. En las gráficas están impresas las horas en números enteros del 0 a 23.

**Ajustes generales.** Como norma general, se toma un valor representativo para la hora cuando el registro corresponda a un período de al menos media hora.

**El tiempo.** Para realizar este ajuste se deben contrastar las horas de puesta y retiro de la gráfica contra las horas preimpresas. Pueden presentarse distintas situaciones:

Las horas anotadas para la puesta y retiro coinciden con las leídas en la gráfica. En este caso se considera ajustada la gráfica por tiempo.

Las horas anotadas para la puesta y retiro no coinciden con las leídas en la gráfica. En este caso

se debe ajustar la escala de tiempo de la gráfica, de tal forma que el recorrido del trazo total corresponda con las nuevas horas establecidas para reemplazar a las preimpresas en el papel de la gráfica. De esa forma, se tendrá que el inicio del trazo corresponderá a la hora de puesta de la gráfica y el final del trazo a la hora de su retiro. La nueva longitud de cada hora en la escala horizontal se reducirá o ampliará proporcionalmente de acuerdo con la relación entre las longitudes del trazo y del intervalo de tiempo leído en los números preimpresos de la gráfica.

#### 2.4.2 ESTACIONES BÁSICAS PARA LA MEDICIÓN DEL VIENTO

En relación con la conformación de la base de datos para la elaboración del Atlas de Viento y Energía para Colombia, se realizó un procedimiento sistematizado para contrastar los inventarios de la información disponible en las bases de datos Oracle y Sisdhim, habiéndose encontrado registros correspondientes a 418 estaciones meteorológicas. A partir de esta información básica se revisaron registros repetidos y códigos distintos para una misma estación. Así se realizó la revisión de 234 códigos, correspondientes a las estaciones que en cualquier época ha tenido dentro de sus inventarios el Ideam. A partir del mismo se seleccionaron 194 estaciones de las cuales 17 no tenían soporte gráfico. A partir de estas 177 estaciones se hizo complementación a la base de datos a fin de seleccionar una red básica para la complementación de datos de viento a partir de la información gráfica de anemómetros disponible en el Ideam.

#### 2.4.3 RED DE ESTACIONES PARA ATLAS EÓLICO NACIONAL

De estas y con base en el análisis de inventarios de información gráfica que comprende 19.633 meses se depuró el catálogo nacional de vientos, eliminando registros duplicados, registros de códigos erróneos, períodos sin datos, el cual sirvió de base para la producción del Atlas. La revisión de la información de vientos en superficie existente para cada uno de los códigos contenidos en la Base de Datos Sisdhim permitió definir que de las 101 seleccionadas para el proyecto hasta el año 2000, se dispone de 13.208 meses capturados en la base de datos

para las estaciones en operación y 1.542 meses de aquellas en suspenso.

Adicionalmente, se realizó una visita a una estación de referencia en la medición de viento con el objeto de contrastar las mediciones efectuadas por medio de los nuevos sensores acústicos de alta precisión y las obtenidas con los instrumentos convencionales que han producido la información usada para la elaboración del Atlas de Viento y de Energía Eólica de Colombia. Los resultados de esta misión mostraron diferencias en las mediciones simultáneas bajo idénticas condiciones físicas comprendidas dentro de un rango de  $\pm 1$  m/s.

Con base en análisis estadísticos pertinentes a la calidad de la información y a los modelamientos de las series de datos, complementación de información, detección y ajuste de errores en los datos, se logró la complementación de las series mensuales de datos de viento.

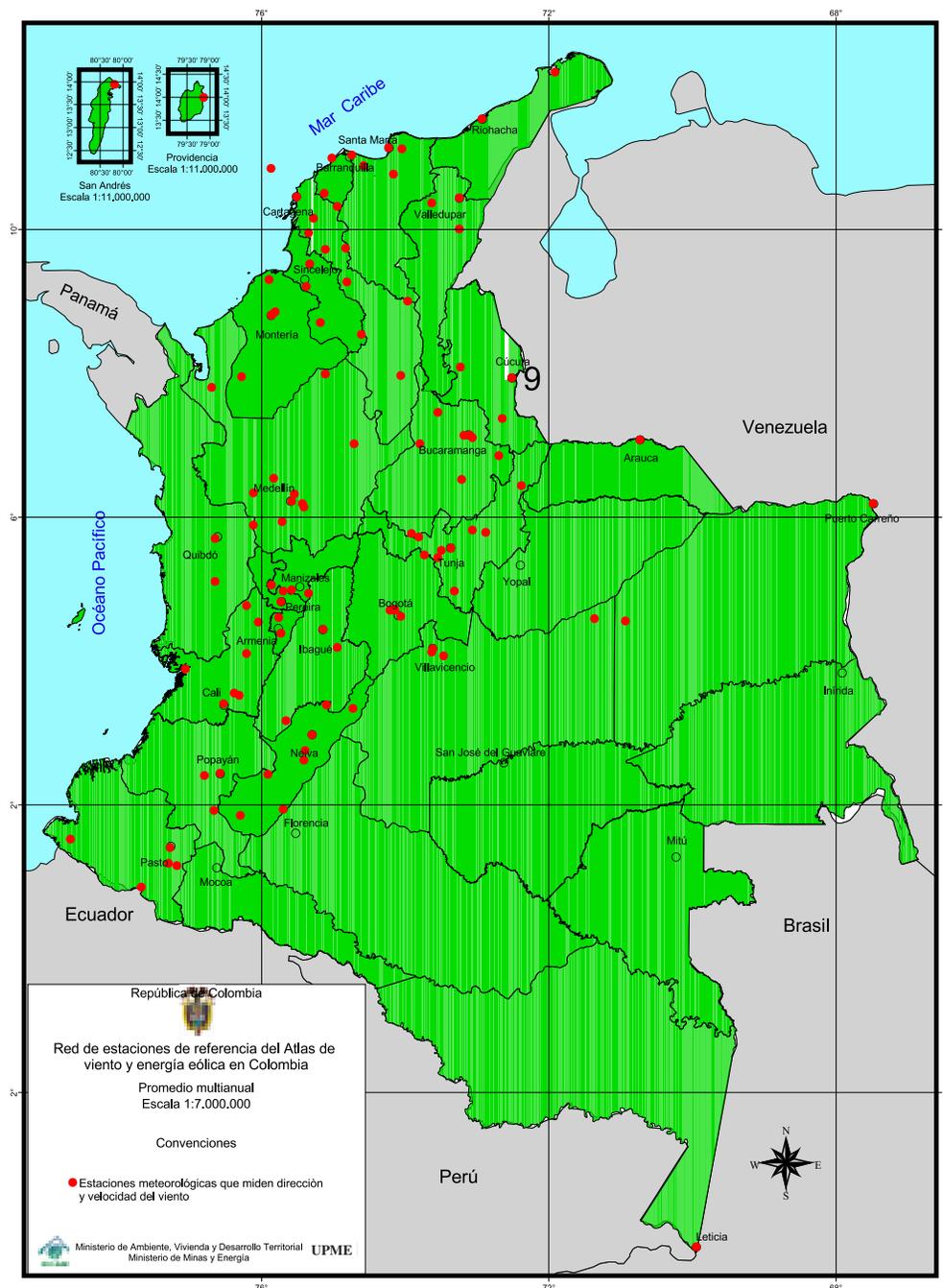
A través de las labores de evaluación, captura y revisión de información, complementadas con las gestiones realizadas con los países vecinos y con instituciones nacionales, se logró conformar una red básica de vientos para emplear en el desarrollo del Atlas Eólico Nacional para el análisis espacial y temporal. En la consolidación de información para el proyecto, el Ideam realizó amplias gestiones, entre las que cabe destacar aquellas a través de las cuales se adquirió, mediante acuerdos con Cenicafé, gráficas y rollos anemográficos. Siguiendo los procedimientos sistematizados para la conformación de la base de datos Oracle a partir de la base original Sisdhim, se ha dispuesto de una red que reúne la información de 101 estaciones del Ideam, 9 estaciones de Cenicafé y una de la CAR. La información correspondiente a la localización de las estaciones seleccionadas para los análisis del Atlas está consignada en la Tabla 2-3, la cual corresponde a la distribución que se muestra en la Fig. 2-8. A través de las gestiones realizadas con los países vecinos, el Ideam logró también la disponibilidad de datos de viento para 3 estaciones meteorológicas aportados por el Servicio Meteorológico del Perú para el área cercana con la frontera a Colombia. Sin embargo, por la extensión de la serie

datos entre el año 1980 y 2004 solo se tomó en consideración los datos para la estación de Tamishiyacu en 4°00' de latitud sur con 73°09' de longitud oeste. Esta red se complementa con los datos en retícula obtenidos del Centro Nacional de Investigaciones Atmosféricas de Estados Unidos, NCAR, a partir de los cuales el Ideam obtuvo dos grillas con información de vientos y resoluciones de 1° y 2.5° de latitud intercaladas en un área ampliada que comprende

el territorio nacional entre 67 y 84°W desde 5°S hasta 15°N.

Además de los datos internacionales del programa Reanálisis, el Ideam, a fin de alcanzar un análisis coherente y consistente con estudios internacionales, también elaboró con el apoyo del Servicio Meteorológico del Japón, un análisis de campos de vientos para el territorio nacional con el modelo global atmosférico que usa operativamente ese país.

**Figura 2-8. Localización de las estaciones pertenecientes a la red de referencia seleccionada para el Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia.**



Fuente: Ideam

**Tabla 2-3. Catálogo de estaciones seleccionadas para el Atlas de Viento y Energía Eólica.**  
Red de referencia

No.	NOMBRE ESTACIÓN	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD
1	APTO. VÁSQUEZ COBO	AMAZONAS	LETICIA	04°09'S	69°57'W
2	URRAO	ANTIOQUIA	URRAO	06°20'N	76°07'W
3	APTO. LOS CEDROS	ANTIOQUIA	APARTADÓ	07°48'N	76°42'W
4	APTO. JOSÉ Ma. CÓRDOVA	ANTIOQUIA	RIONEGRO	06°11'N	75°26'W
5	APTO. OTU	ANTIOQUIA	REMEDIOS	07°01'N	74°43'W
6	HACIENDA COTOVE	ANTIOQUIA	ANTIOQUIA	06°32'N	75°50'W
7	APTO. OLAYA HERRERA	ANTIOQUIA	MEDELLÍN	06°13'N	75°35'W
8	TULIO OSPINA	ANTIOQUIA	BELLO	06°19'N	75°33'W
9	LA SELVA	ANTIOQUIA	RIONEGRO	06°08'N	75°25'W
10	CACAOTERAS DEL DIQUE	ANTIOQUIA	CAUCASIA	07°59'N	75°07'W
11	EL ROSARIO	ANTIOQUIA	VENECIA	05°56'N	75°43'W
12	APTO. ARAUCA	ARAUCA	ARAUCA	07°04'N	70°44'W
13	REPELÓN	ATLÁNTICO	REPELÓN	10°30'N	75°08'W
14	APTO. ERNESTO CORTISSOZ	ATLÁNTICO	SOLEDAD	10°53'N	74°35'W
15	LAS FLORES	ATLÁNTICO	BARRANQUILLA	11°02'N	74°45'W
16	GRANJA STA. LUCÍA	ATLÁNTICO	SANTA LUCÍA	10°19'N	74°57'W
17	VELÓDROMO 1° DE MAYO	BOGOTÁ	BOGOTÁ	04°37'N	74°04'W
18	APTO. EL DORADO P 1-2	BOGOTÁ	BOGOTÁ	04°43'N	74°09'W
19	RADIOSONDA EL DORADO	BOGOTÁ	BOGOTÁ	04°42'N	74°09'W
20	ALTO SABOYÁ	BOGOTÁ	BOGOTÁ	05°43'N	73°49'W
21	APTO. RAFAEL NÚÑEZ	BOLÍVAR	CARTAGENA	10°27'N	75°31'W
22	MONTERREY FORESTAL	BOLÍVAR	ZAMBRANO	09°44'N	74°50'W
23	CARMEN DE BOLÍVAR	BOLÍVAR	EL CARMEN DE BOLÍVAR	09°43'N	75°07'W
24	SINCERÍN	BOLÍVAR	ARJONA	10°09'N	75°17'W
25	NUEVA FLORIDA	BOLÍVAR	MARÍA LA BAJA	09°57'N	75°21'W
26	STA. ROSA DE SIMITÍ	BOLÍVAR	SIMITÍ	07°58'N	74°04'W
27	ISLAS DEL ROSARIO	BOLÍVAR	CARTAGENA	10°11'N	75°45'W
28	APTO. BARACOA	BOLÍVAR	MAGANGUÉ	09°16'N	74°49'W
29	VILLA CARMEN	BOYACÁ	SAMACÁ	05°32'N	73°30'W
30	SURBATA BONZA	BOYACÁ	DUITAMA	05°49'N	73°04'W
31	U P T C	BOYACÁ	TUNJA	05°34'N	73°22'W
32	BELENCITO	BOYACÁ	NOBSA	05°47'N	72°53'W
33	INST. AGR. MACANAL	BOYACÁ	MACANAL	04°58'N	73°19'W
34	SIERRA NEVADA COCUY	BOYACÁ	GÜICÁN	06°26'N	72°23'W
35	GACHANECA	BOYACÁ	SAMACÁ	05°26'N	73°33'W
36	LAS BRISAS	CALDAS	VILLAMARÍA	04°56'N	75°21'W
37	CENICAFÉ	CALDAS	CHINCHINÁ	04°59'N	75°35'W
38	NARANJAL	CALDAS	CHINCHINÁ	04°58'N	75°42'W
39	APTO. GMO. LEÓN VALENCIA	CAUCA	POPAYÁN	02°26'N	76°35'W
40	VALENCIA	CAUCA	SAN SEBASTIÁN	01°55'N	76°40'W
41	MANUEL MEJÍA	CAUCA	EL TAMBO	02°24'N	76°48'W
42	MOTILONIA CODAZZI	CESAR	AGUSTÍN CODAZZI	10°00'N	73°15'W
43	APTO. ALFONSO LÓPEZ	CESAR	VALLEDUPAR	10°26'N	73°15'W
44	PUEBLO BELLO	CESAR	VALLEDUPAR	10°22'N	73°38'W
45	TURIPANA	CÓRDOBA	CERETÉ	08°51'N	75°49'W

No.	NOMBRE ESTACIÓN	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD
46	UNIV. DE CÓRDOBA	CÓRDOBA	MONTERÍA	08°48'N	75°52'W
47	APTO. LOS GARZONES	CÓRDOBA	MONTERÍA	08°49'N	75°51'W
48	PUERTO NUEVO	CÓRDOBA	TIERRALTA	07°57'N	76°17'W
49	LA DOCTRINA	CÓRDOBA	LORICA	09°18'N	75°54'W
50	ISLA DEL SANTUARIO	CUNDINAMARCA	FÚQUENE	05°28'N	73°44'W
51	TIBAITATÁ	CUNDINAMARCA	MOSQUERA	04°42'N	74°13'W
52	LA MANSA	CHOCÓ	EL CARMEN	05°53'N	76°07'W
53	APTO. EL CARANO	CHOCÓ	QUIBDÓ	05°42'N	76°39'W
54	APTO. CONDOTO	CHOCÓ	CONDOTO	05°06'N	76°39'W
55	PARQUE ARQ. SAN AGUSTÍN	HUILA	SAN AGUSTÍN	01°51'N	76°18'W
56	RESINA	HUILA	GUADALUPE	01°56'N	75°42'W
57	ESC. AGR. LA PLATA	HUILA	LA PLATA	02°25'N	75°55'W
58	HIDROBETANIA	HUILA	PALERMO	02°45'N	75°24'W
59	LOS ROSALES	HUILA	CAMPOALEGRE	02°37'N	75°25'W
60	APTO. BENITO SALAS	HUILA	NEIVA	02°58'N	75°18'W
61	SAN ALFONSO	HUILA	VILLAVIEJA	03°23'N	75°06'W
62	LA LEGIOSA	HUILA	COLOMBIA	03°20'N	74°44'W
63	APTO. ALM. PADILLA	LA GUAJIRA	RIOHACHA	11°32'N	72°56'W
64	PUERTO BOLÍVAR	LA GUAJIRA	URIBIA	12°11'N	71°55'W
65	APTO. SIMÓN BOLIVAR	MAGDALENA	SANTA MARTA	11°08'N	74°14'W
66	SAN LORENZO	MAGDALENA	SANTA MARTA	11°07'N	74°03'W
67	PRADO SEVILLA	MAGDALENA	CIÉNAGA	10°46'N	74°10'W
68	APTO. LAS FLORES	MAGDALENA	EL BANCO	09°00'N	73°58'W
69	CARIMAGUA	META	PUERTO GAITÁN	04°35'N	71°22'W
70	LA LIBERTAD	META	VILLAVICENCIO	04°04'N	73°28'W
71	APTO. VANGUARDIA	META	VILLAVICENCIO	04°10'N	73°37'W
72	UNIV. LOS LLANOS	META	VILLAVICENCIO	04°07'N	73°38'W
73	EL ENCANO	NARIÑO	PASTO	01°09'N	77°11'W
74	OBONUCO	NARIÑO	PASTO	01°11'N	77°18'W
75	APTO. ANTONIO NARIÑO	NARIÑO	PASTO	01°24'N	77°17'W
76	APTO. SAN LUIS	NARIÑO	IPIALES	00°51'N	77°41'W
77	GRANJA EL MIRA	NARIÑO	TUMACO	01°31'N	78°40'W
78	APTO. CAMILO DAZA	NTE. DE SANTANDER	CÚCUTA	07°56'N	72°31'W
79	ISER PAMPLONA	NTE. DE SANTANDER	PAMPLONA	07°22'N	72°39'W
80	ÁBREGO CENTRO ADMO.	NTE. DE SANTANDER	ÁBREGO	08°05'N	73°14'W
81	PARAGUACITO	QUINDÍO	BUENA VISTA	04°23'N	75°44'W
82	MARACAY	QUINDÍO	QUIMBAYA	04°36'N	75°46'W
83	APTO. MATECAÑA	RISARALDA	PEREIRA	04°49'N	75°44'W
84	LA CAMELIA	RISARALDA	SANTUARIO	05°03'N	75°52'W
85	APTO. SESQUICENTENARIO	SAN ANDRÉS	SAN ANDRÉS	12°35'N	81°43'W
86	APTO. EL EMBRUJO	SAN ANDRÉS	PROVIDENCIA	13°22'N	81°21'W
87	ALBANIA	SANTANDER	ALBANIA	05°46'N	73°55'W
88	APTO. YARIGUÍES	SANTANDER	BARRANCABERMEJA	07°01'N	73°48'W
89	VILLA LEIVA	SANTANDER	SABANA DE TORRES	07°27'N	73°33'W
90	UNIV. IND. SANTANDER	SANTANDER	BUCARAMANGA	07°08'N	73°06'W
91	APTO. PALONEGRO	SANTANDER	LEBRIJA	07°08'N	73°11'W
92	EL CUCHARO	SANTANDER	PINCHOTE	06°31'N	73°13'W
93	GRANJA TINAGA	SANTANDER	CERRITO	06°51'N	72°42'W

No.	NOMBRE ESTACIÓN	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD
94	SAN ANTONIO	SANTANDER	FLORIDABLANCA	07°06'N	73°04'W
95	MAJAGUAL	SUCRE	MAJAGUAL	08°32'N	74°37'W
96	APTO. LA FLORIDA	SUCRE	SAN MARCOS	08°42'N	75°11'W
97	UNIV. DE SUCRE	SUCRE	SAMPUÉS	09°12'N	75°23'W
99	PRIMATES	SUCRE	COLOSÓ	09°31'N	75°20'W
100	NATAIMA	TOLIMA	ESPINAL	04°11'N	74°57'W
101	APTO. PERALES	TOLIMA	IBAGUÉ	04°26'N	75°09'W
102	APTO. PLANADAS	TOLIMA	PLANADAS	03°10'N	75°40'W
103	UNIVERSIDAD DEL VALLE	VALLE	CALI	03°24'N	76°32'W
104	PALMIRA ICA	VALLE	PALMIRA	03°31'N	76°19'W
105	APTO. ALFONSO BONILLA	VALLE	PALMIRA	03°33'N	76°23'W
106	APTO. FARFÁN	VALLE	TULUÁ	04°06'N	76°13'W
107	CENTRO ADMO. LA UNIÓN	VALLE	LA UNIÓN	04°32'N	76°03'W
108	COLPUERTOS	VALLE	BUENAVENTURA	03°53'N	77°04'W
109	ALBÁN	VALLE	EL CAIRO	04°46'N	76°13'W
110	APTO. PUERTO CARREÑO	VICHADA	PUERTO CARREÑO	06°11'N	67°29'W
111	LAS GAVIOTAS	VICHADA	SAN JOSÉ DE OCUNE	04°33'N	70°56'W

## BIBLIOGRAFÍA

1. W. J. Gibbs. *Definiendo el clima. Revista oficial de la Organización Meteorológica Mundial*, OMM, volumen 36, No. 4, octubre de 1987.
2. Gutzler, D., & R. A. Madden, 1989: *Seasonal variations in the spatial structure of intraseasonal tropical wind fluctuations*. J. Atmos. Sci., 46, 641-660.
3. Hendon, H. H., 1995: *Length of day changes associated with the Madden-Julian Oscillation*. J. Atmos. Sci., 52, 2.373-2.383.
4. Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, et al, 1996: *The NCEP/NCAR 40-year Reanalysis Project*. Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-471.
5. Kousky, V. E. & M. T. Kayano, 1993: *Real-time monitoring of intraseasonal oscillations. Proc. Eighteenth Annual Climate Diagnostics Workshop*, 1-5 November 1993, Boulder-Co.
6. León G. & Zea J., 1997: *Software de adaptación para la interpretación de datos de los Modelos sinópticos globales medios multianuales*. Proyecto Reanálisis NCAR (National Center for Atmospheric Research) - Clsinop. Bogotá, D. C., Colombia.
7. Madden, R.A. & P. R. Julian, 1971: *Detection of a 40-50 day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific*. J. Atmos. Sci., 28, 702-708.
8. Marquardt, C. & Naujokat B, 1997: *An update of the equatorial QBO and its variability*. First SPARC General Assembly. WCRP-99, WMO/TD N° 814.
9. Organización Meteorológica Mundial, *Guía de Prácticas Climatológicas*, OMM No. 100, Ginebra, Suiza, 1990.
10. Organización Meteorológica Mundial. Guidelines on climate metadata and homogeneity. WCDMP-No. 53, WMO-TD No.1186, Ginebra, Suiza, 2003.

11. Poveda, G. *La corriente de chorro superficial del oeste "del Chocó": Climatología y variabilidad durante las fases del ESO*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Fac. de Minas, Medellín.
12. Reed, R., Campbell, W., Rasmussen, L. & D. G. Rogers, 1961: *Evidence of a downward-propagating annual wind reversal in the equatorial stratosphere*. J. Geophys. Res., 66,813-818.
13. Reed, R. & D. G. Rogers, 1962: *Circulation of the tropical atmosphere in the years 1954-1960*. J. Atmos. Sci., 19, 127-135.
14. Walters, K. R., A. G. Korik & M. J. Vojtesak, 1989: *The Caribbean Basin. A Climatological Study*. USAFTAC/TN-89/003.
15. ww2010.atmos.uiuc.edu
16. Zea, J., 2003. *Caracterización climática del área norte del Chocó y la zona de Urabá*. Ideam, (documento interno).