

Caracterización de la variabilidad climática natural de la rapidez y el rumbo del viento sobre la isla de Cuba.

Autores: Rosendo Álvarez Morales, Lourdes Álvarez Escudero, Laura Aenlle Ferro, Dulce O. Pérez Betancourt.
Centro de Física de la Atmósfera. Instituto de Meteorología; e-mail: rosendo@met.inf.cu

Resumen

Se analizan las frecuencias y las tendencias del viento para 14 estaciones meteorológicas a lo largo y ancho de la Isla de Cuba. Estos cálculos se realizan apoyados en la base de datos GRANMET (1 238 080 datos) y en una nueva metodología desarrollada por Álvarez et. al (2000) para el cálculo de la tendencia. Se concluye que: los valores de los rangos de la tendencia de la rapidez del viento oscilan entre valores muy grandes (desde 0.0544 hasta 0.0031), si normalizamos los valores hallados para la tendencia se puede señalar que eliminando la estación San Juan y Martínez la norma se compacta como una función oscilante a lo largo de Cuba para la rapidez del viento, promediando sobre 12 estaciones tenemos una tendencia neta para Cuba 0.0002 m/s respecto a la rapidez del viento. Se dan otras conclusiones.

Introducción.

El viento es una de las variables más estudiadas en meteorología ya que puede realizar tareas beneficiosas y perjudiciales. Las beneficiosas están relacionadas con el refrescamiento del ambiente, y las perjudiciales con los vientos fuertes que acompañan a las tormentas y huracanes y los nulos que provocan la alta concentración de contaminantes alrededor de una fuente emisora. También los vientos son el principal agente en el transporte de contaminantes en la atmósfera.

Se han realizado numerosos estudios del viento en Cuba. Así, Álvarez (1983) elaboró un modelo a partir de una tabla de doble entrada que realizaba la conversión del vector viento en un escalar calculado en forma de matriz y que llamó «carta característica», método que después se generalizó a cualquier par de variables.

Más tarde Álvarez, R. (1984) definió lo que se entendería por permanencia del viento y realizó a partir de esto análisis de permanencia y más tarde de oscilaciones contiguas de la rapidez y el rumbo del viento (Álvarez, L. (1996). Soltura et. al (1995) elaboraron, a partir de datos de 10 años en las estaciones, el Atlas Eólico – Energético de Cuba y así se han elaborado otros muchos trabajos acerca de esta variable.

Sin embargo, hasta donde conocen los autores solo se han realizado estudios de la tendencia del viento en Finlandia, donde se construyó el mapa de tendencias del viento para Europa, pero sin calcular su variabilidad.

En el presente artículo se realizó un análisis de la tendencia del viento y su variabilidad a lo largo de Cuba con vistas a su aplicación en los problemas de confort humano y animal, el transporte de contaminantes y las afectaciones o beneficios que este pueda causar en la agricultura. Se analizó el comportamiento de la rapidez y el rumbo para cada estación por separado y a posteriori a lo largo de la Isla.

Materiales y métodos.

Para acometer el presente trabajo se contó con la información proveniente de 14 estaciones meteorológicas (Fig. 1), de las cuales 12 trabajaron durante 24 horas (8 observaciones) y 2 durante 12 horas (5 observaciones), todas con observaciones trihorarias de las series 1970 – 2001 contenidas en la base de datos GRANMET (1 238 080 observaciones) (Álvarez, L. et. al 2003). Esta data fue procesada en frecuencias y calculada su tendencia por la metodología elaborada por Álvarez R. (2000) y a posteriori calculada la variabilidad natural por la metodología que se explica en el trabajo.

En el presente artículo se muestra el cálculo de la variabilidad en tres estaciones seleccionadas pudiéndose ver el análisis completo en el Resultado «Caracterización de la variabilidad climática sobre la Isla de Cuba y su aplicación al pronóstico, la agricultura y la ganadería» (Álvarez, 2004).

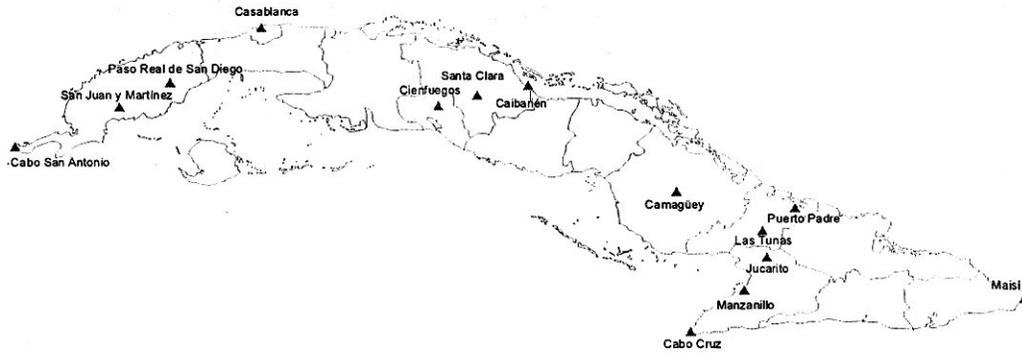


Fig. 1 Distribución espacial de las estaciones asentadas en la base.

Desarrollo

A modo de ejemplo presentaremos los resultados obtenidos para tres estaciones meteorológicas: Cabo San Antonio en el extremo occidental, Santa Clara en la región central y Punta de Maisí en el extremo oriental.

Rapidez del viento.

Análisis de la frecuencia y tendencia de la rapidez del viento.

A continuación analizaremos el comportamiento de la frecuencia y la tendencia en 3 estaciones de nuestro país.

Cabo San Antonio.

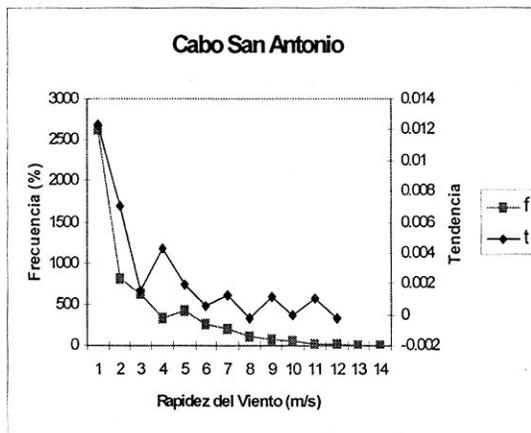


Fig. 2. Comportamiento de la frecuencia y la tendencia de la Rapidez del Viento para la estación meteorológica de Cabo San Antonio.

En esta estación (Figura 2) el máximo de frecuencias (moda) se ubica en 1 m/s con un valor bastante mayor que en el resto de las clases. Presenta una distribución del tipo J, aunque aparece un pequeño máximo secundario en 5 m/s. La tendencia presenta

valores positivos en todas las clases excepto en 8 m/s, aunque a partir de 6 m/s los valores son pequeños. Debemos notar que de acuerdo con la tendencia los valores 1 m/s, 2 m/s y 4 m/s deben aumentar con mayor rapidez que el resto. O sea, los valores bajos de la rapidez del viento tenderán a aumentar con mayor rapidez que el resto de los valores. Puede suponerse que los incrementos se realizarán a costa de las calmas.

Santa Clara.

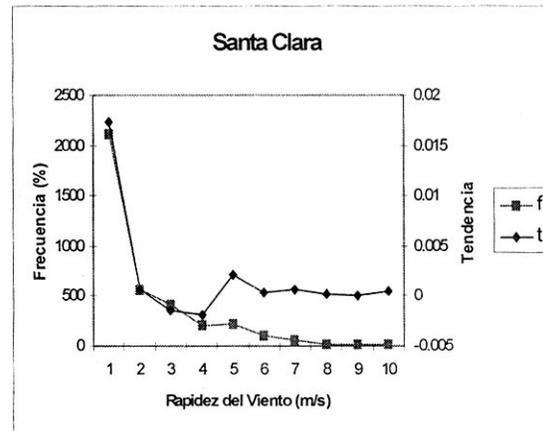


Fig. 3. Comportamiento de la frecuencia y la tendencia de la Rapidez del Viento para la estación meteorológica de Santa Clara.

Como en el caso anterior en esta estación (Figura 3) la frecuencia de 1 m/s se presenta como la mayor con valores bastante distantes de los demás en una distribución en forma de J. En 5 m/s aparece un máximo secundario de frecuencias mientras a partir de 7 m/s los valores son pequeños. La tendencia presenta altos valores positivos en 1 m/s con un máximo secundario en 5 m/s. Aquí el mínimo negativo se ubica en 4 m/s acompañado de 3 m/s. A partir de 6 m/s la tendencia presenta valores positivos muy pequeños. Aquí tendremos que los valores muy bajos de la rapidez crecerán a expensas de los valores de 3, 4 m/s.

Maisí.

La curva de frecuencias en esta estación (Figura 4) presenta forma irregular (la mayor irregularidad de todas) con 3 máximos bastante altos en 1 m/s (absoluto) y 3 y 5 m/s (relativos). La diferencia entre los valores de frecuencia 1 m/s \approx 6 m/s y 7 m/s \approx 11 m/s es pronunciada. La tendencia presenta excepcionalmente valores negativos en 1 m/s. Aquí sólo se presentan valores positivos de la tendencia en 2, 3, 5, 6 m/s con los restantes negativos, con mínimos en 4 m/s y 8 m/s. Aquí los vientos tenderán a aumentar su rapidez entre 1 y 6 m/s con excepción de 4 m/s.

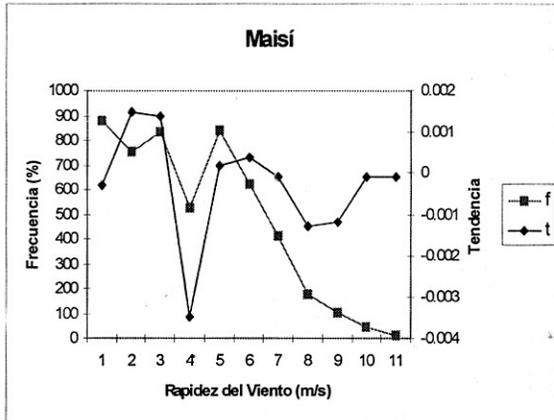


Fig. 4. Comportamiento de la frecuencia y la tendencia de la Rapidez del Viento para la estación meteorológica de Maisí.

Rango de la tendencia de la rapidez del viento.

Para conocer cuanto varía la tendencia a lo largo de la Isla observemos la Figura 5. En ella podemos ver que aunque se alcanzan valores relativamente grandes, hay estaciones que presentan un cambio pequeño como son Las Tunas y Maisí seguidas de

Camagüey, Puerto Padre y Paso Real. Analizando la Figura 5 como un todo podemos apreciar que el rango de la tendencia es más amplio en el occidente de la Isla, se estrecha un poco al centro (Caibarién, Camagüey) y alcanza sus valores mínimos en la región extremo oriental.

Podemos pensar que esta amplitud del rango en la región occidental está relacionada con la entrada en la misma de frentes fríos con vientos muy variables y que los mismos casi nunca llegan a afectar la región extremo oriental, manteniendo en ella un régimen más estacionario.

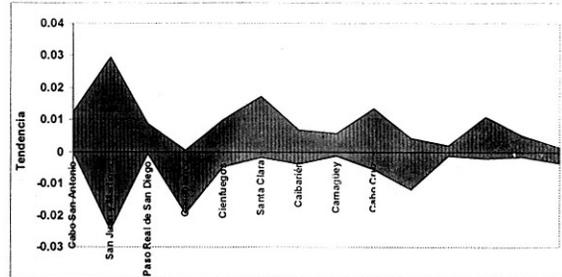


Fig. 5 Rango de la tendencia de la Rapidez del Viento a lo largo de la Isla de Cuba.

Norma de la tendencia de la rapidez del viento.

Dado que los valores del rango de la tendencia para la rapidez del viento oscilan entre valores muy grandes (entre 0.0544 y 0.0031) se decidió normalizar el espacio con base 0.0031%. Esta normalización a lo largo de Cuba de la tendencia de la rapidez del viento puede verse en la Figura 6. En ella notamos que su mayor valor se presenta en la estación de San Juan y Martínez, repitiendo los máximos en Casablanca, Santa Clara, Cabo Cruz y Jucarito, y su mínimo en Las Tunas repitiéndose en Paso Real de San Diego, Cienfuegos y Camagüey.

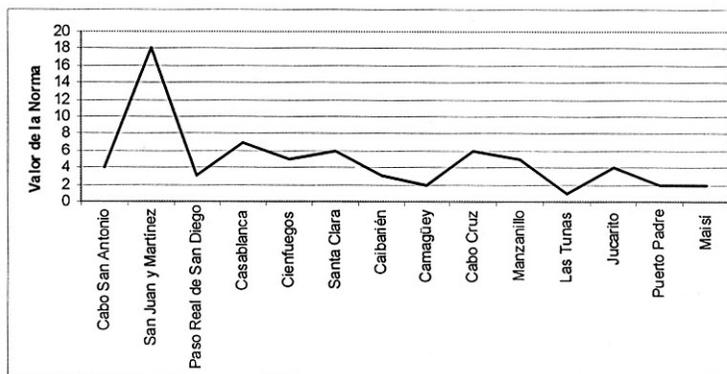


Fig. 6 Normalización de la tendencia para las 14 estaciones analizadas.

Podemos señalar que eliminando San Juan y Martínez la norma se comporta como una función oscilante a lo largo de Cuba, para la rapidez del viento.

Tendencia Neta de la rapidez del viento.

Si resumimos los valores de la tendencia en cada estación sumando algebraicamente los valores de todas las clases y hallando su promedio tendremos la tendencia neta en la estación de la rapidez del viento. La Figura 7 nos muestra el cambio de esta tendencia neta desde occidente hacia el oriente de la Isla de Cuba. En ella podemos ver que se presenta positiva

en 7 estaciones: Cabo San Antonio, San Juan y Martínez, Paso Real de San Diego, Santa Clara, Camagüey, Jucarito y Puerto Padre, mientras que se presenta negativa en las otras 7 estaciones: Casablanca, Cienfuegos, Caibarién, Cabo Cruz, Manzanillo, Las Tunas y Maisí. De las 7 positivas dos son costeras, mientras de las 7 negativas 6 son costeras. Promediando sobre las 14 estaciones tendremos una tendencia neta para Cuba de -0.0001% y si eliminamos las estaciones de Manzanillo y Jucarito del proceso obtendremos una tendencia neta para Cuba de 0.0002% respecto a la rapidez del viento.

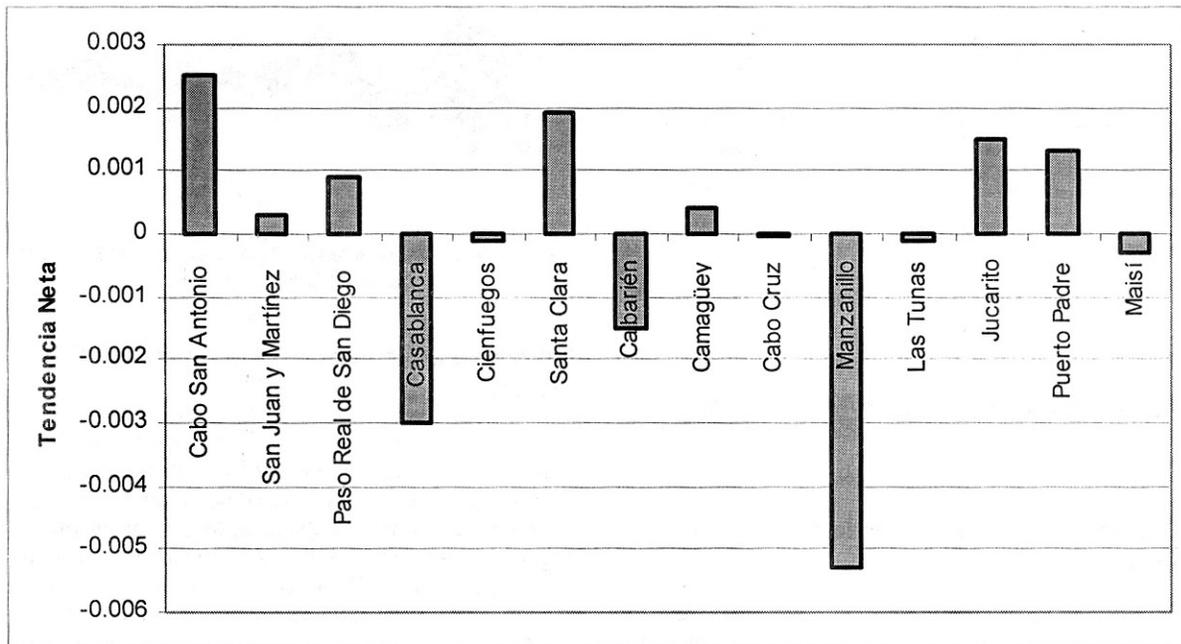


Fig. 7. Cambio de la tendencia de la Rapidez del Viento a lo largo de la Isla de Cuba.

Variabilidad de la rapidez del viento.

En la determinación de la variabilidad de la rapidez del viento, al no tener antecedentes, utilizamos la siguiente metodología:

- I) Se calcula la cantidad de metros por segundo (m/s) que aporta cada valor de la rapidez (cada clase) de acuerdo con su repetibilidad.
- II) Se calcula el aporte de la variabilidad natural a cada valor de la rapidez multiplicandola por el valor de la tendencia para esa rapidez.

III) Se determinan los aportes positivos y negativos y se suma algebraicamente obteniéndose la contribución neta.

IV) Se totaliza el cambio para todos los valores de rapidez con representación estadística hasta la centésima de por ciento en la serie 1970 – 2001.

V) Se promedia el cambio por año para cada estación.

VI) Se promedia la variabilidad para la Isla de Cuba.

Tabla 1. Valores de la variabilidad natural de la rapidez del viento en las estaciones analizadas.

Estación	Contribución Positiva	Contribución Negativa	Contribución Neta	Cambio desde 1970 hasta 2002 (m/s)	Cambio por año de la rapidez del viento (m/s)
Cabo San Antonio	59.534	-0.206	59.328	4.238	0.14
San Juan y Martínez	74.397	-115.011	-40.614	-4.51	-0.15
Paso Real de San Diego	29.723	-2.256	27.467	2.497	0.08
Casablanca	0.682	-74.868	-74.186	-6.182	-0.2
Santa Clara	23.327	-16.203	7.124	0.712	0.02
Cienfuegos	40.126	-3.33	36.796	3.68	0.12
Caibarién	8.595	-42.778	-34.183	-3.8	-0.12
Camagüey	13.218	-2.9	10.318	1.03	0.03
Puerto Padre	36.291	-22.043	14.248	1.096	0.04
Jucarito *	7.792	-27.608	-19.816	-1.98	-0.06
Manzanillo *	5.563	-5.489	-0.074	-0.007	-0.0002
Cabo Cruz	37.496	-2.781	34.715	3.47	0.11
Las Tunas	25.533	-2.909	22.624	1.89	0.06
Punta Maisí	9.916	-9.054	0.862	0.08	0.003
TOTAL	372.193	-327.436	44.609	2.214	0.073
MEDIA	26.585	-23.388	3.186	0.158	0.005

* Significa que esas estaciones sólo tienen información de 12 horas

Los resultados de este análisis pueden verse en la Tabla 1 que indica una variabilidad natural promedio para Cuba de +0.005 m/s por año para la distribución de frecuencias de la rapidez del viento.

Si por razones de seguridad eliminamos del cálculo las estaciones de Manzanillo y Jucarito que tienen sus series incompletas llegamos a una variabilidad natural de +0.002 m/s por año para la distribución de frecuencias. Este desprecio implica que hemos reducido los valores bajos de la rapidez del viento que normalmente ocurren entre las 2200 y las 0400 horas.

Rumbo del Viento.

Análisis de la frecuencia y tendencia del rumbo del viento.

Cabo San Antonio.

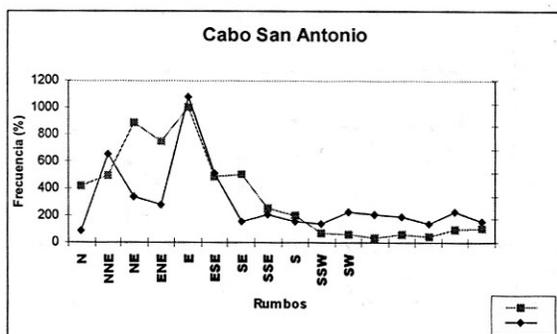


Fig. 8. Comportamiento de la frecuencia y la tendencia del Rumbo del Viento para la estación meteorológica de Cabo San Antonio.

En la Figura 8 podemos ver que los rumbos más frecuentes se agrupan en el primero y segundo cuadrantes, (entre el N y el S) con máximos de ocurrencia en el NE y el E donde ocurre el máximo absoluto. La tendencia tiene una distribución similar con valores positivos en el NNE y el E y un poco menores aunque positivo en el NE. Ya a partir del SE la tendencia toma valores pequeños oscilando alrededor de cero.

Santa Clara.

La distribución de frecuencias presenta una distribución cuasi – gaussiana asimétrica con la moda en el rumbo E (Figura 9) y valores pequeños desde el SSE hasta el NNW. La tendencia siempre es positiva indicativo de una disminución de las calmas (rumbo nulo), con máximos en el NE (absoluto) y el E (relativo). Es de destacar que salvo la ubicación del máximo absoluto la distribución de la tendencia es similar a la distribución de frecuencias para la estación.

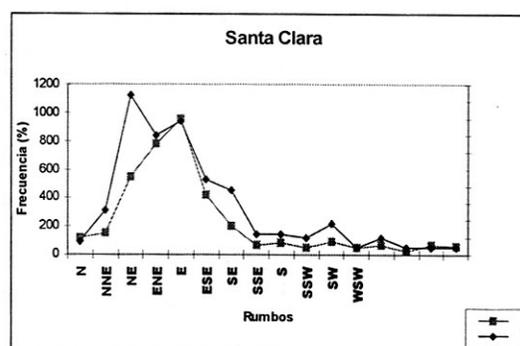
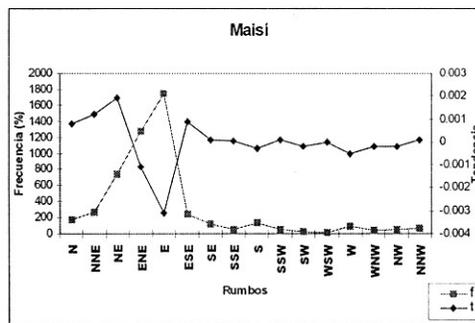


Fig. 9 Comportamiento de la frecuencia y la tendencia del Rumbo del Viento para la estación meteorológica de Santa Clara.

Maisí.

Aquí se presenta también una forma de distribución del tipo cuassi – gaussiana asimétrica (Figura 10) con su máximo en el rumbo E valor que cae rápidamente hacia ambos lados con valores altos en el ENE y el NE y valores bajos a partir del SSE y hasta el NNW aunque presenta un valor algo mayor en el rumbo S. La tendencia presenta dos máximos positivos en el NE y el ESE y un mínimo negativo en el E. A partir del SE y hasta el NNW los valores de tendencia son muy pequeños.



Signo de la tendencia para cada rumbo y estación.

Fig. 10. Comportamiento de la frecuencia y la tendencia del Rumbo del Viento para la estación meteorológica de Maisí.

	Rumbos																				
	N	E	E	S	S	W	W	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	N	N	N	
	N	E	E	E	E	E	E	S	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	
	N	E	E	E	E	E	E	S	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Cabo San Antonio	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	+	-					
San Juan y Martínez	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-					
Paso Real de San Diego	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Casablanca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-				
Cienfuegos	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-					
Santa Clara	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Caibarién	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Camagüey	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+					
Cabo Cruz	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Manzanillo	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+					
Las Tunas	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-					
Jucarito	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+					
Puerto Padre	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-			
Maisí	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-					

Fig. 11 Mosaico representativo de los signos de la tendencia de los rumbos del viento en las 14 estaciones estudiadas.

Con el fin de conocer la tendencia a aumentar o disminuir para cada rumbo y cada estación se elaboró la Figura 11 como una tabla de doble entrada con los rumbos en la línea y las estaciones en la columna, representando por el símbolo «+» las coincidencias positivas, o sea, aumento de tendencia neta positiva en la estación, y con el signo «-» disminución de la tendencia neta en la estación. Esta es una representación esquemática de la distribución de signos de la tendencia donde para diferenciar se han sombreado los valores de la tendencia positivos. En ella podemos ver que en las primeras tres estaciones mayorean los casos positivos, a continuación una estación con casi la totalidad negativa, dos con mayoría positiva (una de ellas para todos los rumbos), otra línea mayormente negativa, una línea 50% positiva, dos mayormente positivas, una 50% positiva, dos mayormente positivas y la final 50% positiva.

Aunque claramente las opciones positivas son mayores que las negativas, eso no implica que la tendencia resultante sobre Cuba para los rumbos del viento sea positiva, ya que aquí solo hemos considerado el signo y no la magnitud.

Variabilidad Natural del rumbo del viento.

En el caso del rumbo del viento, debido a su característica, no podemos aplicar la metodología utilizada para la rapidez. Por esto se decidió cambiar la forma de atacar el problema y en lugar de promediar por estaciones se decidió elaborar una tabla de doble entrada con las estaciones por línea y los rumbos por columnas. De esta manera, al calcular la tendencia neta del rumbo obtendremos su variabilidad para todas las estaciones analizadas.

La Tabla 2 nos muestra la de doble entrada donde se van totalizando los valores de la tendencia neta para cada rumbo. Como podemos ver hay incrementos en el NE y el ENE (máximo) y también en el ESE, SE y SSE; también ocurren incrementos en el W y el NNW. Los rumbos que disminuyen su presencia a lo largo de Cuba son: el N, el NNE, el E, el S, SSW, SW y el WSW. Tomando el primer cuadrante del NE al E, el 2º del ESE al S, el 3º del SSW al W y el 4º del WSW al N tendremos que habrá aumentos en los rumbos del 1º y 2º cuadrantes, disminución en los del 3º cuadrante y aumento en los del 4º cuadrante.

Tabla 2. Variabilidad de los rumbos por estaciones.

Est.	Rumbos															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
CSA	-0.05	0.28	0.1	0.06	0.53	0.2	-0.01	0.02	-0.01	-0.02	0.03	0.02	0.01	-0.02	0.03	-0.01
SJM	0.74	0.23	0.03	-0.23	-0.05	-0.21	-0.1	-0.09	0.03	0.001	0.03	-0.002	-0.01	-0.01	0.01	-0.11
PRE	0.13	-0.01	-0.08	0.07	0.05	-0.09	0.01	-0.06	0.01	-0.02	0.01	0.02	0.004	0.004	0.12	0.08
CAS	-0.22	-0.15	-0.13	-0.34	-0.58	-0.24	-0.14	-0.13	-0.12	-0.06	-0.02	-0.001	0.01	-0.01	-0.002	-0.06
CFG	0.3	0.14	-0.47	0.1	0.07	0.02	-0.01	-0.06	-0.27	0.05	0.05	0.05	0.01	-0.007	-0.01	-0.02
SCL	0.04	0.13	0.47	0.35	0.39	0.22	0.19	0.06	0.06	0.05	0.09	0.02	0.05	0.02	0.02	0.02
CAB	0.03	-0.02	-0.39	-0.11	-0.03	0.08	-0.16	-0.15	-0.07	-0.08	-0.07	-0.12	-0.01	-0.002	-0.01	-0.01
CAM	-0.14	-0.05	-0.08	-0.001	0.39	0.03	-0.04	0.03	-0.01	-0.004	-0.02	0.02	0.03	0.003	-0.01	-0.03
CCZ	-2.47	-2.5	1.07	0.42	0.49	1.08	0.89	0.44	0.17	0.03	0.01	0.02	0.07	0.02	0.04	0.03
MAN	0.3	0.14	-0.07	-0.02	0.11	0.06	0.03	-0.01	0.04	-0.05	-0.14	-0.12	0.09	-0.04	0.08	0.12
LTU	-0.02	-0.18	-0.62	0.25	0.92	0.09	-0.01	0.01	0.004	-0.002	-0.03	0.03	0.03	0.04	-0.01	-0.04
VDY	-0.01	0.06	0.58	0.07	-0.46	-0.33	-0.07	0.02	0.03	0.01	0.01	-0.01	0.07	0.001	-0.03	0.05
P PA	-0.05	0.04	-0.63	0.51	-1.66	0.15	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	-0.02	-0.02
MAI	0.08	0.12	0.19	-0.11	-0.31	0.09	0.01	0.003	-0.03	0.01	-0.02	0	-0.05	-0.02	-0.02	0.01
Total	-0.01	-0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-9.5	-12.6	11.6	7.2	-1	0.8	0.4	0.9	-1	-0.7	-0.4	-0.4	2.5	0.5	1.4	0.07
	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Conclusiones.

· Los valores de los rangos de la tendencia de la rapidez del viento oscilan entre valores muy grandes (entre 0.0544 y 0.0031).

· Si normalizamos los valores hallados para la tendencia se puede señalar que eliminando la estación de San Juan y Martínez la norma se comporta como una función oscilante a lo largo de Cuba, para la rapidez del viento.

· Promediando sobre 12 estaciones que cuentan con observaciones nocturnas tendremos una tendencia neta para Cuba de 0.0002% respecto a la rapidez del viento.

· El rango de la tendencia de la rapidez del viento es mas amplio en el occidente de la Isla, se estrecha un poco en el centro y alcanza sus valores mínimos en la región extremo oriental.

· Los rumbos del viento presentan gran dispersión en los valores de la tendencia. Así en las tres primeras estaciones (de occidente hacia el oriente) mayorean los casos positivos, a continuación una estación con casi la totalidad de los rumbos con tendencia negativa, dos mas con mayoría positiva (una de ellas para todos los rumbos), otra mayormente negativa, una 50% positiva, dos mayormente positivas, una 50% positiva, 2 mayormente positivas y la final 50% positiva.

· La variabilidad natural de la rapidez del viento para Cuba es de 0.005 m/s por año para su distribución de frecuencias. Con mas seguridad, eliminando 2 estaciones que trabajan 12 horas es de +0.002 m/s por año.

· Dada la característica circular del rumbo del viento no puede determinarse un valor promedio para la Isla, quedando explicado en el texto como determinar la variabilidad para cada rumbo y para cada estación meteorológica.

Bibliografía.

· **Álvarez, R.** 1983: Nuevo método de empleo de los datos de viento para su aplicación a los problemas de la contaminación del aire. Ciencias de la tierra y el Espacio. 139- 241 pp.

· **Álvarez, R.** 1984: Nueva metodología para el estudio de los cambios en la dirección del viento. Ciencias de la Tierra y el Espacio, 8: 81-92.

· **Álvarez L.; R. Álvarez,** 1996: Aplicación del método de oscilaciones por observaciones contiguas al estudio del viento. En Memorias VII Congreso Argentino Latinoamericano e Ibérico de Meteorología. Buenos Aires, Argentina, septiembre 1996, pp. 395 - 396.

· **Álvarez, R.** 2000: Nueva metodología para el estudio de la variabilidad climática. Revista Cubana de Meteorología. Vol. 7, Nº. 1 pp. 55 – 61.

· **Álvarez L., R. Álvarez, L. Aenlle, I. Borrajero, R. Báez** 2003: Base de datos GranMet. Memorias del X Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología, II Simposium Internacional de Ciclones Tropicales «Benito Viñes in Memoriam» y II Congreso Cubano de Meteorología. Ciudad de la Habana, del 3 al 7 de marzo del 2003, publicación electrónica, I S B N 9 5 9 - 2 7 0 - 0 1 (E:\Paginas\Articulos\Cubanos(PDF)\Lourdes_Alvarez2.pdf).

· (Álvarez, 2003) «Caracterización de la variabilidad climática sobre la Isla de Cuba y su aplicación al pronóstico, la agricultura y la ganadería». Informe de Resultado. INSMET.

· **Soltura, R.** 1995: Atlas eólico de Cuba. Informe Científico del Instituto de Meteorología. ACC. 200 pp.

Abstract.

Frequency and trends of wind speed in 14 meteorological stations along and wide of Cuba Island are given. Calculations were made with GRANMET meteorological data base (1 238 080 wind speed and direction data). A new methodology was developed for trend calculation. It is concluded that: trends rank of wind speed oscilated between 0.0544 until 0.0031, if we normalized trends values found we can point out that eliminated San Juan y Martínez station the norm behave as an oscilating funtion along Cuba for wind speed, taken mean on 12 stations we have that for Cuba the net trend of wind speed is 0.0002 m/s. Another conclusions are also given.