

Estudio de la estabilidad atmosférica en algunas regiones de la provincia de Cienfuegos

Autores: ROSENDO ALVAREZ MORALES, M. LUCIANO AMARO ARGÚEZ, LAURA AENLLE FERRO, CARIDAD IRAOLA, E. ODALYS RAMOS BILTRES*.

Centro de Física de la Atmósfera, Instituto de Meteorología. E-mail: rosendo@met.inf.cu

*Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones

Resumen.

El presente trabajo propone la aplicación de una metodología desarrollada por Pasquill para determinar la estabilidad atmosférica a partir de datos medidos en estaciones de superficie. Se calculan los índices de estabilidad para tres estaciones meteorológicas que triangulan la zona de Juraguá en la Provincia Cienfuegos, Cuba. Se calculan las frecuencias de ocurrencia de los tres índices de estabilidad: inestable, neutro y estable y se establece la marcha diaria mas probable para cada una de las estaciones. De la misma manera se establece la marcha anual. Se analizan cada una de las categorías, así como el valor de los índices de estabilidad en dependencia del rumbo del viento y de los meses del año. Se concluye que sólo la tercera parte de los días del año hay condiciones favorables para la dispersión de contaminantes y que es aconsejable pronosticar esta dispersión para cada mes del año en la zona. También se concluye que no es aconsejable utilizar la solución Gaussiana de la ecuación de difusión debido a su fuerte dependencia del índice de estabilidad.

Introducción

El presente trabajo expone los resultados obtenidos durante la evaluación del comportamiento de la estabilidad atmosférica en tres estaciones meteorológicas de la provincia de Cienfuegos en el periodo comprendido desde 1989 hasta 1993.

Es conocido que el estudio del comportamiento de la estabilidad atmosférica, resulta un parámetro básico para conocer las características de la dispersión de contaminantes en una región determinada (Radiological Assesment (1983)).

La estabilidad de la atmósfera ha sido estudiada en varios lugares del territorio cubano a partir de observaciones de gradientes de temperatura hasta 2.0 metros de altura (López, ****) y a partir de observaciones aerológicas (Alvarez, et. al ****). En tal sentido en el informe aparecen datos correspondientes a la estabilidad de la atmósfera, obtenidos en estudios realizados mediante observaciones horarias en las estaciones meteorológicas de Juraguá, Cienfuegos y Aguada de Pasajeros, todas pertenecientes a la provincia de Cienfuegos.

A continuación aparecen algunas informaciones referentes a las estaciones meteorológicas.

Nombre estación	Tipo	Latitud	Longitud	Altitud
Juraguá	Especial	22° 01' N	80° 05' W	10.0 m
Cienfuegos	Sinóptica	22° 08' N	80° 27' W	42.0 m
Aguada de Pasajeros	Climatológica	22° 23' N	80° 51' W	27,4 m

Materiales y métodos

La información fue procesada en correspondencia con unos de los métodos propuestos por Pasquill, utilizando como procedimiento de cálculo el Programa CLIMA, diseñado para el procesamiento de parámetros meteorológicos de superficie, (Ruth A. et al (1994)).

El método utilizado se fundamenta en la desviación estándar de la dirección horizontal del viento ($\sigma\theta$), por ser la fluctuación de su dirección un indica-

dor que refleja directamente el grado de turbulencia atmosférica. Además, debido a que el viento constituye el parámetro meteorológico básico para determinar las características de la dispersión atmosférica, se utilizan para esto los datos de las mediciones horarias del viento [Proyecto Técnico de Seguridad, Amaro et. al (1995)]. El método empleado permite obtener 7 categorías de estabilidad que se relacionan a continuación (IAEA, 1980, 1982).

Relación característica entre clase de estabilidad y $\sigma\theta$.

$\sigma\theta$	Clase de Estabilidad	
$\sigma\theta > 22.5^\circ$	A	Muy Inestable
$22.5^\circ > \sigma\theta \geq 17.5^\circ$	B	Medianamente Inestable
$17.5^\circ > \sigma\theta \geq 12.5^\circ$	C	Poco Inestable
$12.5^\circ > \sigma\theta \geq 7.5^\circ$	D	Neutral
$7.5^\circ > \sigma\theta \geq 3.8^\circ$	E	Poco Estable
$3.8^\circ > \sigma\theta \geq 2.1^\circ$	F	Medianamente Estable
$\sigma\theta < 2.1^\circ$	G	Muy Estable

Para el presente trabajo se utilizó la información de superficie de las estaciones de Juraguá, Cienfuegos y Aguada de Pasajeros durante 5 años de forma continua con observaciones horarias de rumbo y rapidez del viento.

3. Análisis de los resultados.

3.1 Generalidades.

El comportamiento de la distribución de las frecuencias relativas para las diferentes categorías de estabilidad en los años estudiados aparece en las tablas 1, 2 y 3. Los resultados obtenidos no muestran diferencias significativas en la distribución de las gradaciones de estabilidad para los diferentes años del período observado.

La categoría más frecuente, en las tres estaciones, (con excepción de Juraguá) es la neutra. Comportándose la frecuencia relativa de dicha categoría en Juraguá con un 34.58 %, en Cienfuegos con el 37,48 % y en Aguada de Pasajeros para un 25.67 %, respectivamente. Las categorías estables alcanzan

un 23.46 % en Juraguá, el 22.15% en Cienfuegos y en Aguada de Pasajeros el 23.56 %. Por otra parte las categorías inestables presentan porcentajes de 38.29 % en Juraguá, 35.6 % en Cienfuegos y 25.25 % en Aguada de Pasajeros.

Con respecto a la rapidez media del viento, como regla general en las categorías inestables la magnitud media de este parámetro es mayor que en las estables, como puede observarse en las tablas de la 1 a la 3.

La tabla 4 muestra que la dirección predominante del viento se encuentra en la zona del primer cuadrante (E-ENE), a pesar de la influencia de la brisa de mar y tierra en su interrelación con el flujo de los alisios predominante sobre todo el centro de Cuba, (Lecha, 1993).

Tabla 1. Categoría de Estabilidad atendiendo a Frecuencia. Estación: Juraguá.

Años	Categorías Estabilidad (Frec. (%)/Veloc.Media (m/s))							Total Fre/Me d	Calm as
	A	B	C	D	E	F	G		
89	2.52	3.53	3.97	6.34	2.89	0.53	1.83	21.61	0.00
	2.09	3.01	2.89	2.13	1.24	1.14	0.00	2.09	
90	1.43	1.59	3.46	6.12	2.46	0.45	0.01	15.51	0.00
	1.25	2.51	2.89	1.32	0.73	0.62	0.56	1.67	
91	1.87	2.87	3.74	6.12	3.32	0.75	0.76	19.44	0.00
	2.08	2.78	2.62	1.15	1.16	0.03	0.03	1.95	
92	1.22	1.27	4.13	7.98	3.92	0.84	0.06	19.42	0.00
	1.23	2.13	2.73	1.61	0.94	0.72	0.60	1.68	
93	1.73	1.57	4.38	8.03	4.32	1.21	0.10	21.35	0.00
	1.31	2.12	2.49	1.53	0.98	0.71	0.61	1.59	
Total	8.77	10.83	19.69	34.58	16.91	3.78	2.77	97.33	2.59
Vel. Media (m/s)	1.68	2.64	2.72	1.68	1.01	0.85	0.05	1.80	

Tabla 2. Categoría de Estabilidad atendiendo a Frecuencia. Estación: Cienfuegos.

Años	Categorías Estabilidad (Frec. (%)/Veloc.Media (m/s))							Total Fre/Me d	Calm as
	A	B	C	D	E	F	G		
89	1.36	1.53	3.71	6.24	3.63	0.76	0.02	17.25	0.00
	1.21	2.05	2.55	1.17	0.69	0.62	0.58	1.42	
90	1.57	2.02	4.77	8.43	3.18	0.57	0.03	20.56	0.00
	1.26	2.69	3.05	1.45	0.76	0.62	0.56	1.79	
91	1.34	1.69	3.89	7.38	3.20	0.65	0.03	18.19	0.00
	2.02	3.15	3.66	2.01	0.95	0.80	0.65	2.24	
92	1.17	1.23	3.99	7.69	3.78	0.82	0.06	18.74	0.00
	1.23	2.13	2.73	1.60	0.94	0.72	0.60	1.68	
93	1.67	1.50	4.21	7.73	4.16	1.16	0.10	20.54	0.00
	1.31	2.11	2.49	1.53	0.98	0.71	0.61	1.59	
Total	7.11	7.97	20.56	37.48	17.95	3.96	0.24	95.28	0.03
Vel. Media (m/s)	1.40	2.47	2.90	1.56	0.87	0.69	0.60	1.75	

Tabla 3. Categoría de Estabilidad Atendiendo a Frecuencia. Estación: Aguada Pasajeros.

Años	Categorías Estabilidad (Frec. (%)/Veloc.Medía (m/s))							Total Fre/Med	Calmas
	A	B	C	D	E	F	G		
89	1.84	2.07	4.12	6.63	4.11	1.36	0.12	20.26	0.00
	2.31	3.29	4.01	2.82	1.86	1.32	1.16	2.76	
90	0.65	0.91	2.03	3.71	1.77	0.38	0.05	9.50	0.00
	2.94	4.69	5.64	3.80	2.23	1.73	1.53	3.83	
91	1.11	1.37	3.77	5.90	3.91	1.37	0.29	17.71	0.00
	2.59	3.55	3.84	2.67	1.40	0.91	0.83	2.54	
92	0.48	0.68	3.16	5.46	3.91	1.33	0.52	15.54	0.00
	1.95	2.50	3.55	2.70	1.34	0.95	0.99	2.29	
93	0.38	0.46	2.24	3.97	2.28	0.85	1.31	11.47	0.00
	2.49	2.36	3.39	2.88	1.76	1.54	1.39	2.46	
Total	4.44	5.49	15.32	25.67	15.97	5.30	2.29	74.49	0.08
Vel. Media (m/s)	2.45	3.42	4.00	2.91	1.65	1.19	1.22	2.70	

Tabla 4. Comportamiento de vientos

Años	VEL MED (Km/h)	VIENT MAX (dd-ff)	DIR PRD	CAL Total casos	VEL MED (Km/h)	VIENT MAX (dd-ff)	DIR PRD	CAL Total casos	VEL MED (Km/h)	VIENT MAX (dd-ff)	DIR PRD	CAL Total casos
Estc	Juraguá				Cienfuegos				Aguada Pasajeros			
89	8	260-142	E	733	5	210-32	E	464	8	180-69	E	1316
90	6	80-134	E	161	6	70-144	E	217	13	50-44	ENE	284
91	7	250-124	E	299	8	80-124	ENE	374	7	190-230	CAL	1775
92	5	270-40	ENE	849	5	270-40	ENE	849	5	250-40	CAL	3126
93	6	45-120	NE	68	6	45-120	NE	67	5	220-50	CAL	2484

El comportamiento del viento, por meses para diferentes intervalos de estabilidad, donde se demuestra para los 3 intervalos de estabilidad que predomina el sector del primer cuadrante, y las mayores frecuencias de calmas ocurren en la categoría estable, reafirmando que los valores obtenidos no muestran diferencias significativas con estudios realizados anteriormente (Proyecto Técnico de Seguridad).

Los casos reportados con categoría G, coinciden con condiciones de calma lo que implica un alto factor de concentración de contaminantes en caso de expulsión de estos a la atmósfera. Esta condición se presenta en la zona de Juraguá y Aguada de Pasajeros con porcentajes significativos que oscilan entre el 2.29 y el 2.77 % con respecto a la región de Cienfuegos que presentan resultados menos significativos que alcanzan el 0.24 %.

Las categorías estables son más frecuentes en horas de la noche y madrugada, aunque se pueden manifestar en todos los horarios de observación. Las categorías inestables por el contrario son más frecuentes en horas cercanas al mediodía y están ausentes en horas de la noche, a partir de las 21:00 horas y hasta las 06:00. Los patrones neutrales aparecen con mayor frecuencia en horas de la noche y madrugada, disminuyendo en horas del día.

Los resultados obtenidos por este método, están en correspondencia con el comportamiento diurno y nocturno de las diferentes categorías de estabilidad obtenidas en trabajos realizados para otras regiones del país.

Si se suman los valores de frecuencia para tres categorías separadas entre estables, neutras e inestables tendremos que:

Estación	Inestable	Neutra	Estable
Juraguá	39.29	34.58	23.46
Cienfuegos	35.64	37.48	22.15
Aguada	25.25	25.67	23.56

Las condiciones más favorables a la dispersión de contaminantes son en la zona de Juraguá con más de 39% de los casos con condiciones inestables, seguida de Cienfuegos con más del 35% de los casos y por último la zona de Aguada de Pasajeros con sólo algo más de un 25% de los casos analizados.

3.2. Marcha diaria.

Con el objetivo de conocer la categoría más frecuente de estabilidad en función de sus índices según Pasquill se analizaron los valores de la frecuencia a cada una de

las horas del día, el comportamiento de las diferentes categorías de la estabilidad para las estaciones meteorológicas de Juraguá, Cienfuegos y Aguada de Pasajeros (Fig. 1). A este cambio de los índices de estabilidad de acuerdo con las horas del día la llamaremos "marcha diaria de la estabilidad".

De acuerdo a los resultados obtenidos tanto en Cienfuegos como en Juraguá los máximos absolutos se presentan con un 22% bajando a 20% en Aguada para la categoría neutra.

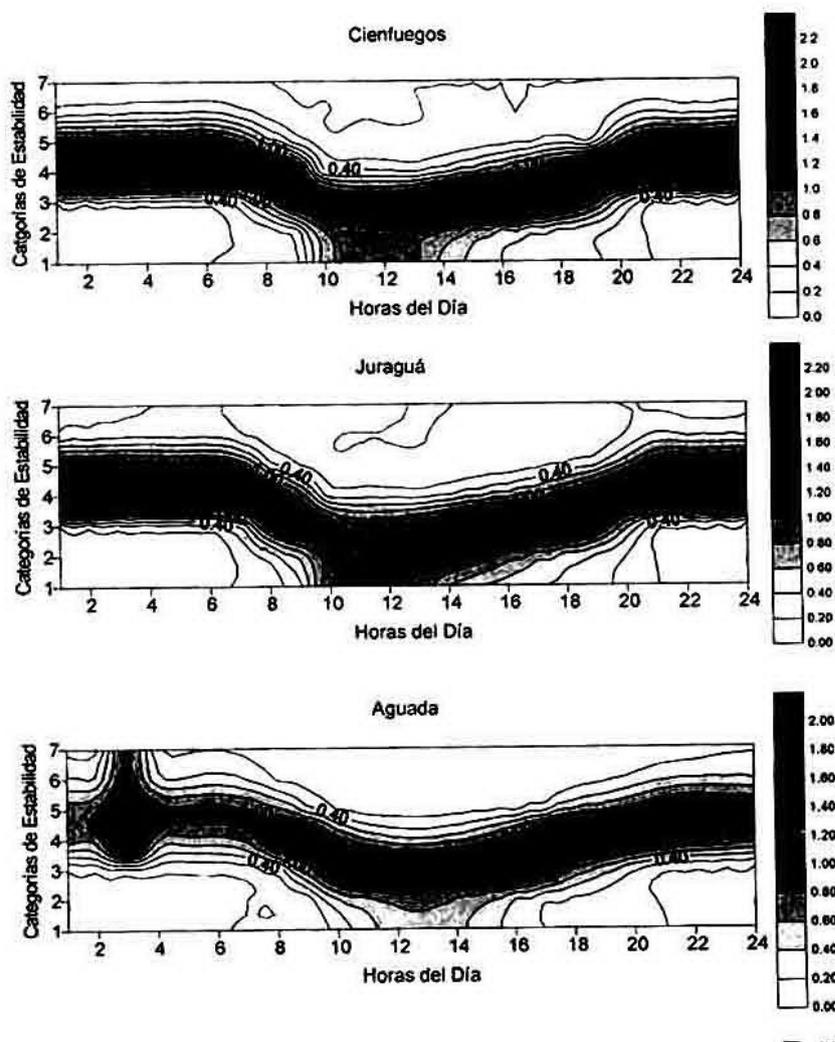


Fig. 1. Distribución de frecuencias de los índices de estabilidad según Pasquill para las estaciones meteorológicas de Juraguá, Cienfuegos y Aguada de Pasajeros

Para conocer la mayor probabilidad de ocurrencia de los diferentes índices puede verse la figura 2, donde se han planteado los índices que presentan el máximo de frecuencia a cada hora del día para cada una de las estaciones analizadas. En ella se puede notar que la categoría más inestable se registró en Juraguá en las horas comprendidas entre las 10:30 y la 12:30 con categoría medianamente inestable. Si se considera como centro la categoría neutra, puede

verse que entre las 10:00 y las 18:00 esta categoría afecta las tres estaciones, extendiéndose en Juraguá el comienzo hasta las 09:00 y acortándose en Aguada hasta las 16:00. En el resto de los horarios tanto Juraguá como Cienfuegos presentan categorías poco estable y Aguada cumple con esta condición a las 08:00 y entre las 17:00 y las 23:00 horas, alcanzando la categoría de medianamente estable entre las 24:00 y las 07:00 del día siguiente.

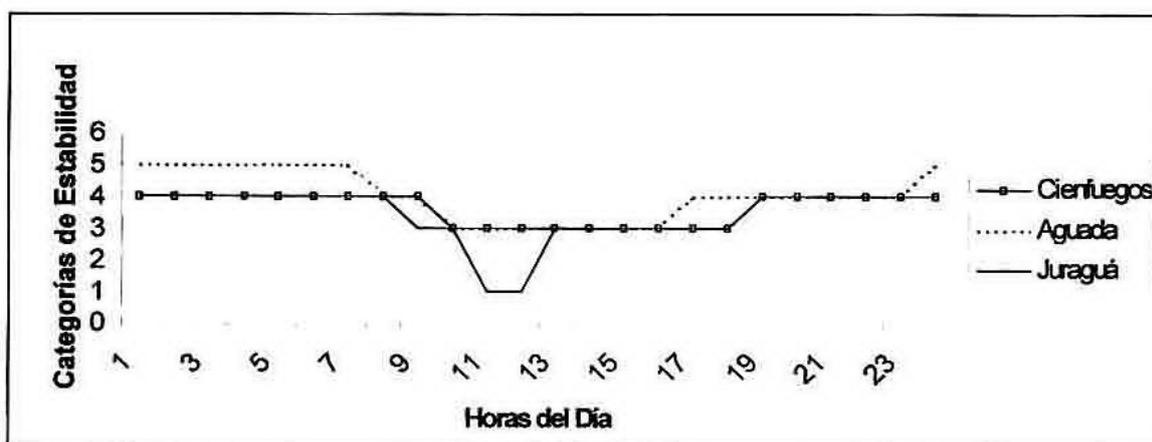


Fig. 2. Índice de estabilidad con mayor frecuencia para cada hora del día en las estaciones meteorológicas de Juraguá, Cienfuegos y Aguada de Pasajeros.

De acuerdo con lo analizado puede decirse que, desde el punto de vista de la dispersión de contaminantes la estación más favorable a la dispersión de contaminantes es Juraguá, seguida de Cienfuegos, y por último Aguada de Pasajeros.

3.3 Marcha Anual.

De la misma manera que se hizo con la marcha diaria se hará con la marcha anual. Desde luego, es este caso la información recogida para todos los meses puede ser representada en una carta característica que indique el rumbo del viento, el mes del año y su frecuencia dentro de este. Ajustando las categorías de estabilidad en tres grupos: Inestable (A, B, C), Estable (E, F, G) y Neutro (D) se puede establecer comparaciones entre las tres estaciones meteorológicas procesadas.

3.3.1 Categoría Inestable.

En la figura 3 pueden verse las cartas características de las tres estaciones para la categoría inestable. En ella la frecuencia máxima presenta los mis-

mos valores mayores que el 30% en Aguada y Cienfuegos, siendo un poco más pequeña en Juraguá (28%). También los valores inestables son poco probables en Juraguá y Cienfuegos durante todos los meses del año con vientos de los rumbos entre el ESE y el S, cosa que no ocurre en Aguada donde esta banda se estrecha y con valores de frecuencia algo más altos a los rumbos entre el ESE y SSE. Son claras las frecuencias mayores para el rumbo E con excepción del mes de Marzo en todas las estaciones. Precisamente, la zona de mayor ocurrencia de inestabilidades se desarrolla para todos los meses alrededor del rumbo E, como es lógico por ser este el viento dominante en la zona de Cienfuegos y en general en Cuba (Alvarez et. al 2000). No obstante la frecuencia presenta valores altos (>10%) para otros rumbos del viento. Así en Aguada (que difiere de las otras dos) se presentan estos valores para rumbos entre el SSE y el SSW centrado en el S en los meses de Febrero, Marzo y Abril, mientras que en Juraguá y Cienfuegos lo hacen entre el SSW y el WSW (centrado en el SW) para los meses desde Enero hasta Julio.

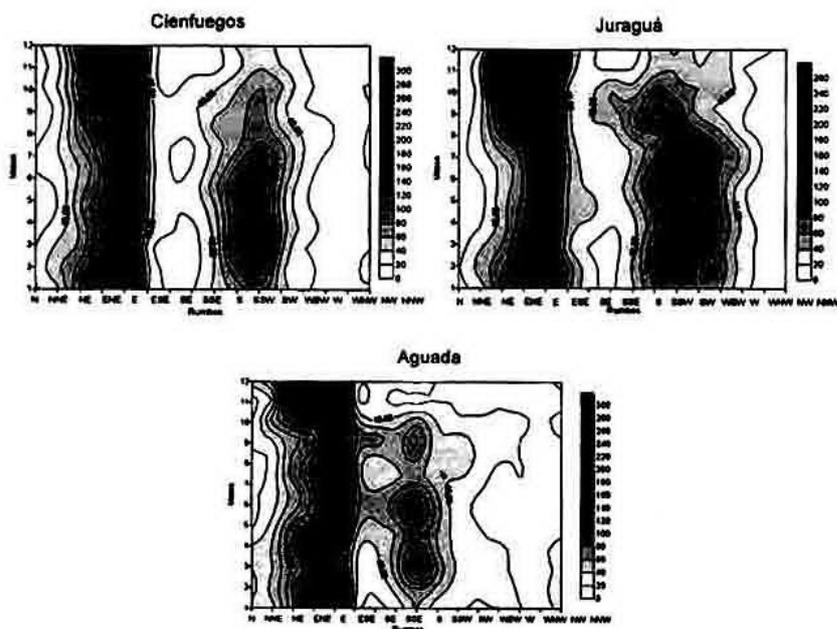


Fig. 3 Carta característica de frecuencias de la categoría inestable de acuerdo con el rumbo del viento y los meses del año. (Frecuencias en categoría inestable).

Por lo tanto, si en la solución de la ecuación de difusión con la solución Gaussiana se considera que la atmósfera es inestable con un valor anual se tiene que (en función de este parámetro solamente) habrá meses del año donde la dispersión será mayor y otra donde será menor, provocando fallas en el patrón de dispersión.

Esta variación mensual de inestabilidad es más fácil de visualizar si se ve el rumbo que presenta el máximo de frecuencia cada mes, así como su valor según se ve representado en la figura 4 para las tres estaciones meteorológicas bajo análisis. Es interesante notar que las marchas anuales de estos máximos mensuales de condiciones de inestabilidad di-

fieren entre Juraguá y Cienfuegos sólo en los meses de Marzo, Mayo y Diciembre estando los valores de frecuencias de Cienfuegos siempre por encima de los de Juraguá. Estas condiciones en la estación de Aguada difiere de Juraguá en los meses de Abril, Mayo, Septiembre y Diciembre y las condiciones de Aguada son diferentes de Cienfuegos sólo en Marzo y en Septiembre. Es de notar que el mes de Marzo presenta un mínimo dentro de la distribución que se discutió anteriormente.

Debe destacarse que las tres estaciones presentan valores mínimos absolutos de frecuencia durante los meses de: Juraguá en Marzo, Cienfuegos en Junio y Aguada de Pasajeros en Abril.

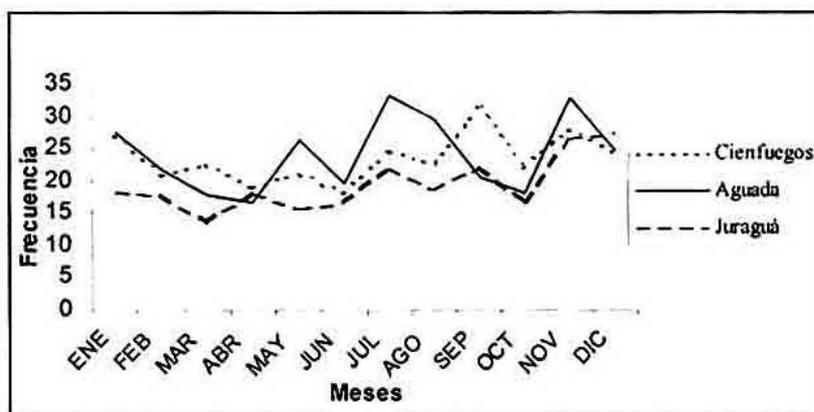


Fig. 4 Valor máximo de frecuencia para un rumbo dentro de cada mes para las estaciones meteorológicas de Juraguá, Cienfuegos y Aguada de Pasajeros.

3.3.2 Categoría Estable.

Como se hizo en el inciso anterior se pasará ahora a analizar la condición de estabilidad en las tres estaciones meteorológicas estudiadas.

En la figura 5 aparecen las cartas características de frecuencia en función de los rumbos del viento y los meses del año. La primera característica que se nota es que en las tres estaciones los valores significativos de la frecuencia de estabilidad mayores que el 0.4% están localizados entre los rumbos N y ESE con una pequeña excedencia en la Estación Juraguá en los meses de Enero a Junio. Los valores de los máximos absolutos descienden a medida que nos acercamos a la costa. Así, Aguada presenta máximos absolutos de 32%, Cienfuegos del 28% y Juraguá del 22%.

Aquí también presentan valores mínimos de estabilidad en el mes de Marzo las tres estaciones, estando más parecidas las configuraciones de los valores mayores en Juraguá y en Cienfuegos.

Si se observa la figura 6 puede verse que la marcha de la condición de estabilidad de las estaciones de Juraguá y Cienfuegos discrepan en los meses de Mayo, Julio, Noviembre y Diciembre; las de Cienfuegos y Aguada en los meses de Febrero, Septiembre y Noviembre; y las de Aguada y Juraguá en Febrero, Mayo, Junio, Julio, Septiembre y Noviembre (6 meses en el año). También es evidente que los valores mínimos de frecuencia de condición estable de la atmósfera se encuentran en: Juraguá en Mayo, Cienfuegos y Aguada en Marzo.

De acuerdo con la marcha anual las condiciones desfavorables para la dispersión de contaminantes serán mínimas en Juraguá ya que en todos los meses con excepción de Junio esta curva se encuentra por debajo de las otras dos estaciones.

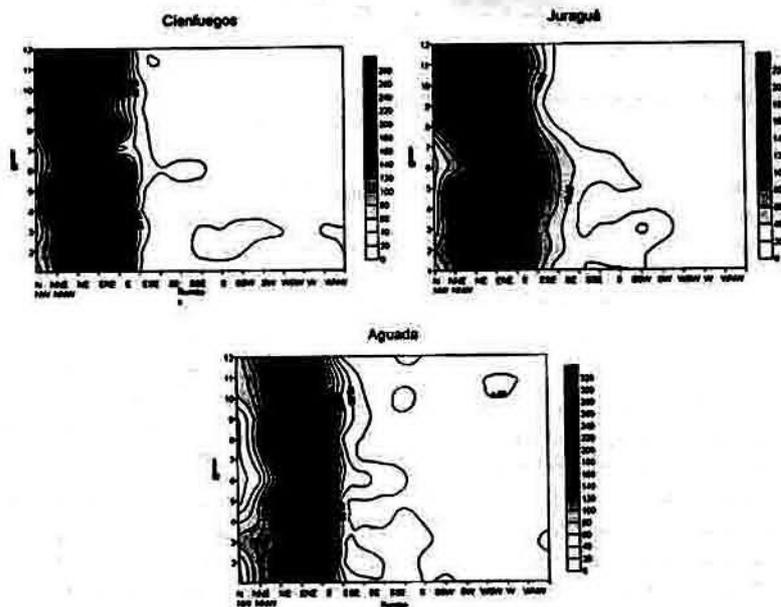


Fig. 5 Carta característica de frecuencias de la categoría estable de acuerdo con el rumbo del viento y los meses del año (Frecuencias en Categoría Estable).

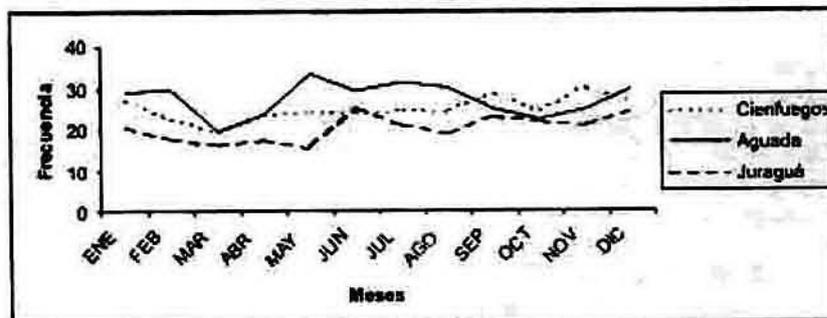


Fig. 6 Valor máximo de frecuencia para un rumbo dentro de cada mes para las estaciones meteorológicas de Juraguá, Cienfuegos y Aguada de Pasajeros.

3.3.3 Categoría Neutra.

La categoría neutra es un caso especial, donde los contaminantes ni se elevan ni descienden al salir de la fuente. Sencillamente se quedan suspendidos sobre ella y se van acumulando dando lugar al efecto de acumulación tratado en otros trabajos (Alvarez et. al, 2000) y que aumenta los niveles de concentración de impurezas en valores significativos. Como vimos al inicio del capítulo la frecuencia de condiciones neutras de estabilidad representa un tercio de los casos por lo que debe ser analizada con algún detalle.

En la figura 7 pueden verse las cartas características de frecuencia de estabilidad neutra para cada rumbo del viento y para cada mes del año. En ella se nota que para vientos comprendidos entre el WSW y el NNW no existen frecuencias significativas (0.4%), así como entre el ESE y el S para Cienfuegos, entre el SE y el S para Juraguá y entre el ESE y el SSE para Aguada de Pasajeros. Debemos notar que esta banda no significativa ocurre en las tres estaciones casi por igual estrechándose un rumbo en Juraguá. También se observa que los máximos de frecuencia ocurren con un valor mayor en Cienfuegos (36%), después en Aguada (32%) y por último en Juraguá (30%).

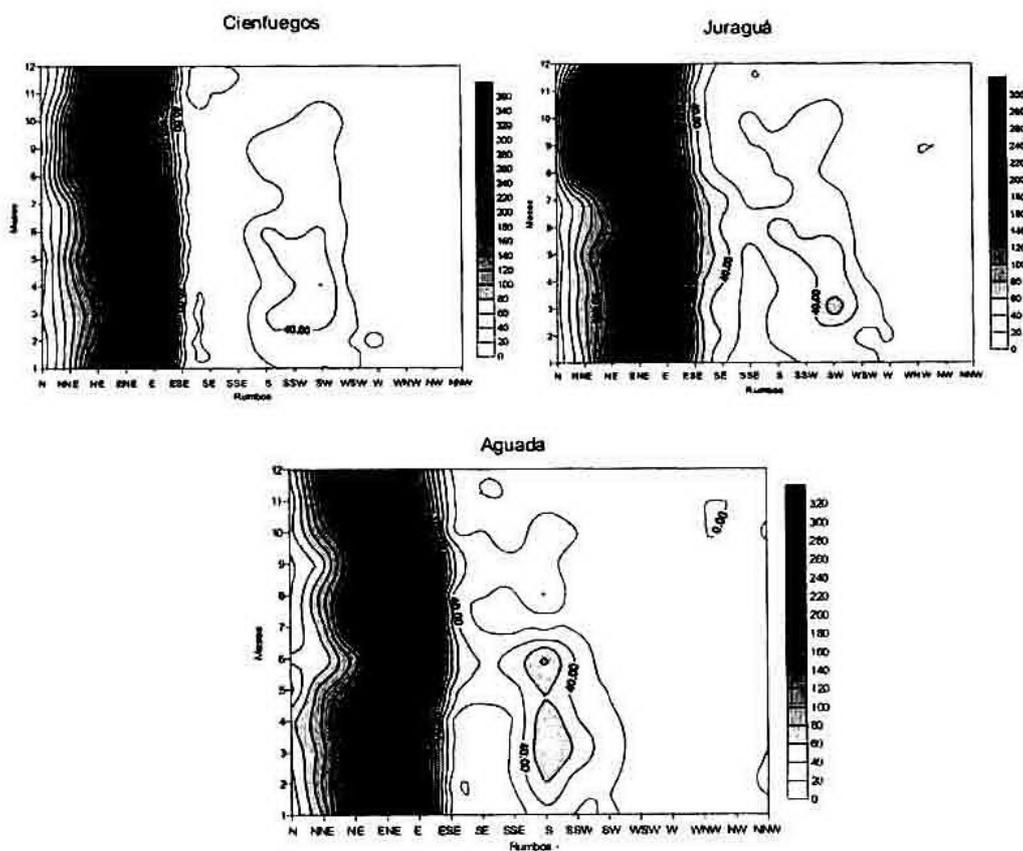


Fig. 7. Carta característica de estabilidad neutra para cada rumbo del viento y mes del año para las estaciones meteorológicas de Juraguá, Cienfuegos y Aguada de Pasajeros. (Isolíneas de frecuencia por 10-1).

Entre el N y el ESE se extiende una banda significativa (>0.4%) para todos los meses del año. Debe destacarse que también aparece una pequeña banda para valores de la frecuencia mayores que el 4% entre los meses de Febrero y Junio y los rumbos entre el S y el WSW en Juraguá y Cienfuegos y entre el SSE y el SSW en Aguada.

En la figura 8 se han trazado las curvas representativas de los máximos de frecuencia en cada mes del año independientemente del rumbo del viento. En ella pue-

de verse que las curvas de Juraguá y Cienfuegos tienen bastante coincidencia con excepción de los meses de Marzo, Noviembre y Diciembre; que la de Juraguá y Aguada difieren en Febrero, Abril, Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre; y las de Cienfuegos y Aguada difieren en Febrero, Marzo, Abril, Agosto, Septiembre y Noviembre.

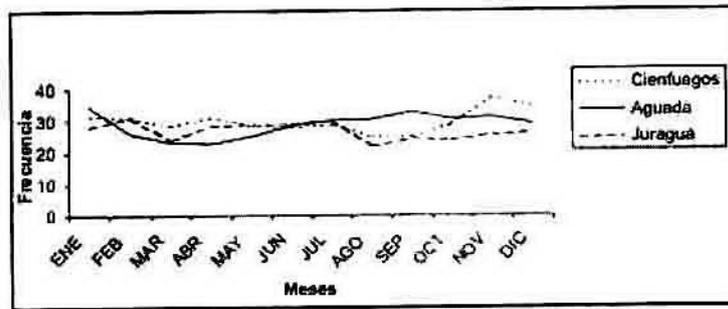


Fig. 8. Distribución de los máximos de frecuencia para la condición de estabilidad neutra en las estaciones de Juraguá, Cienfuegos y Aguada de Pasajeros.

Conclusiones

De acuerdo al comportamiento de las categorías de estabilidad para cada uno de sus índices totales, como para cada uno de los meses del año se concluye que:

1. La tercera parte de los días del año presentarán condiciones desfavorables para la dispersión de contaminantes en la zona estudiada.
2. Que la tercera parte de los días del año presentarán condiciones desfavorables por ser precursoras del efecto de acumulación (estratificación neutra).
3. Sólo la tercera parte de los días del año presentan condiciones favorables para la dispersión de contaminantes.
4. Dada la distribución de los índices de estabilidad por rumbos y meses es aconsejable pronosticar la dispersión de contaminantes en la zona para cada mes del año.
5. Debido a la fuerte dependencia de la solución Gaussiana de la ecuación de difusión, del índice de estabilidad, no utilizar este método para realizar pronósticos de dispersión en la zona analizada.

Referencias

- Alvarez, R.; L. Alvarez (2000) El efecto de acumulación y su influencia en el patrón de dispersión de contaminantes. Revista Brasileña de Meteorología, Vol. 15 No. 1, 103 - 111.
- Alvarez, R; L. Amaro; M. Carnesoltas (1989) Estudio del coeficiente de turbulencia en horas de la mañana en la región de Cienfuegos. Ciencias de la Tierra y el Espacio No. 6 147 - 152 pp.
- Amaro, M. L.; Alvarez R.; Lecha L.; Pérez D.; Soltura R.; González J. L.; Alfonso A.; González J.; Vega R.; Alvarez L.; Casals R.; Pérez P.; Juantorena Y.; Alvarez O.; Ramos E.; Linares M.; Rivero I.; Rodríguez G.; Rodríguez L. E.; Báez R. (1995): Infor-

me de Seguridad. Central Electronuclear de Juraguá, 3 tomos. Instituto de Meteorología, Agencia de Medio Ambiente. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Tomo 3 5 - 17 pp.

IAEA (1980): Atmospheric dispersion in Nuclear Power Plant siting. IAEA Safety Series. No. 50-SG-S3, Viena, Austria. 121 - 128 pp.

IAEA (1982). Safety series No.57. Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Releases. Exposure of Critical Groups. 191 - 231 pp.

Lecha, L. (1993) Estudio bioclimático de la provincia de Cienfuegos., La Habana. Monografía 42 pp.

López, C. (1984) Factores meteorológicos en la contaminación del aire en Cuba. Tesis para el Grado de Doctor en Ciencias Geográficas. INSMET. ACC.

Pasquill, F. (1974): Atmospheric diffusion, 2nd Edition, Ellis Horwood Ltd., 429 pp

Radiological Assessment. (1983) Textbook on environmental dose analysis. 312 pp.

Ruht A., Ramos B. Enma O., (1994) Versión 1.0 Sistema clima.

Abstract

In present paper a new methodology developed by Pasquill is presented, for calculations of atmospheric stability with surface station measurements. The stability index are calculated for the triangle that sustained the zone of Juraguá in Cienfuegos province Cuba. The frequency of the three stability indexes: unstable, neutral and stable are calculated and so more probable daily behavior for each one of the three meteorological stations. Each one of stability classes as much as the stability indexes values for each wind direction and month of the year. Is concluded that only one third of the days of the year there are favorable conditions for pollutant dispersion and that is useful to forecast pollutant dispersion for each month of the year. Is also concluded that is not secure to use Gaussian solution of diffusion equation in the zone due to its strong dependence of it from stability index.

Palabras clave:

Atmósfera, estabilidad, viento