

ESTUDIO DEL CAMBIO CLIMÁTICO, LLUVIAS ÁCIDAS Y TURBIDEZ AMBIENTAL

CARMEN TAZZA MARÍN

Departamento de Meteorología e Impacto Ambiental

Carmentm@axil.igp.gob.pe

RESUMEN

Se presenta la influencia de los fenómenos que afectan al Valle del Mantaro, como son el Cambio Climático que se ve reflejado por el incremento de las emisiones de CO₂ entre los años 1990-1992 en 8,7ppm, se determina la presencia de lluvias ácidas en la zona y se hace referencia de cual es la frecuencia de estas y el peligro que representa para los cultivos, se muestra en que consiste la turbidez ambiental como se mide que variables se relacionan y los modelos matemáticos que se utilizaron para realizar los cálculos en cuatro diferentes longitudes de onda las que representan diferentes tamaños de partículas, se considera que al ser relacionada con las lluvias ácidas se puede lograr la neutralización de éstas.

INTRODUCCIÓN

La década de 1990 ha sido un período de reflexión a nivel internacional sobre los problemas del medio ambiente. ¿Qué estamos haciendo con nuestro planeta?. La Revolución Industrial ha cambiado para siempre la relación entre el hombre y la naturaleza existe la preocupación de que tal vez hacia mediados o finales del próximo siglo las actividades del hombre habrán cambiado las condiciones esenciales que hicieron posible la aparición de la vida sobre la Tierra. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1992 y la firma del Protocolo de Kioto en 1997 forman parte de una serie de acuerdos por medio de los cuales los países de todo el mundo se han unido para hacer frente a este problema.

El presente informe enfoca tres problemas: estamos alterando en forma alarmante las emisiones de CO₂ lo que quizá modifique el clima mundial. Entre las posibles consecuencias podría producirse un aumento de la temperatura media de la superficie de la Tierra y cambios en las pautas meteorológicas fundamentales para

controlar, mediante los cultivos apropiados, el clima y los microclimas de cada área o región. Los expertos afirman, asimismo, que el paulatino recalentamiento del planeta, como consecuencia del lanzamiento a la atmósfera de cantidades enormes de Dióxido de Carbono (CO₂)-, altera cada vez más el ciclo hidrológico.

Aquellas regiones donde aún hoy las precipitaciones se convierten en un freno de la desertificación, podrían deteriorarse paulatinamente, hasta llegar a ser áridas, a consecuencia de la lluvia ácida, producto de las precipitaciones cargadas de sustancias químicas expulsadas por las chimeneas de las fábricas, que se acumulan en las nubes, y luego caen sobre los bosques y los destruyen.

La turbidez ambiental, es la que mide la cantidad de polvo atmosférico que existe en la zona este por su contenido catiónico y básico ayuda a la neutralización de las luvias ácidas. Metodología:

El periodo en el cual se realizaron las prácticas se recopilo y proceso información en los temas ya mencionados. El tratamiento que se le dio a los datos obtenidos por el Dr.

C. Tazza

Mutsumi Ishitsuka para el monitoreo del Cambio Climático, consistió en leer los valores obtenidos del equipo Ultramat 3 de la fábrica Siemens en el que se mide de la siguiente manera: La muestra de aire es introducida en el sistema a través de una toma que se encuentra equipada con una cámara de decantamiento o con un filtro para remover las partículas de aerosol. Para reducir las posibilidades de contaminación, los frascos deben ser fabricados de acero inoxidable o de vidrio Pyrex. El aire es bombeado a una velocidad de flujo controlada y constante. La velocidad de flujo, debe ser mantenida constante, puede ser determinada con un manómetro. El vapor de agua puede ser eliminado del aire de la siguiente manera: primero por condensación, haciendo pasar el aire por un enfriador, lo que extrae la mayor parte del agua a una temperatura cercana a los 2°C y lo que pueda quedar de vapor de agua se extrae con una trampa congeladora colocada en la línea, que va a trabajar a -20°C. Si esta última no se encuentra disponible o su uso es poco conveniente, la presión del vapor de agua en ambos, la muestra del agua y el gas de referencia deben ser mantenidos a un valor constante; esto puede lograrse cuidando la temperatura en el enfriador que ya fue mencionado. Para aquellos en que se sepa que la muestra de aire será seca deberá colocarse un humidificador conectado al enfriador del gas. Esto garantizará que las mediciones sean comparables todo el año. Finalmente el aire se pasa a través de una celda que mide la adsorción infrarroja y que es comparada al mismo tiempo con la adsorción del gas de referencia. de las planillas de dióxido de carbono registradas durante el año de 1984, luego desde el 19 marzo de 1990 hasta el 3 de febrero de 1997 y el mes de febrero de 1997 para de esta manera comprobar si existe o no un incremento de CO₂ en el Valle del Mantaro. Los valores fueron registrados con el Equipo Ultramat3, de la fábrica Siemens el cual es un analizador de gases.

Para medir la cantidad de polvo atmosférico que hay en la zona se utilizó el Equipo SUNPHOTOMETER de marca EKO, las mediciones se realizaron en los meses en los cuales no se note la presencia de nubes, es decir en la época de astío cada tres horas, 9:00 a.m.; 12:00 m; 15:00p.m. la cual mide la dispersión de partículas que se encuentran flotando en el aire y la temperatura antes y después de cada lectura.

Se construyó la base de datos de lluvias ácidas con los datos medidos desde el 17 de octubre de 1989 hasta el 23 de diciembre de 1992, los cuales fueron analizados en el programa excel. Se verificó si la frecuencia en las lluvias ácidas se había modificado para lo cual se realizó un sistema de muestreo en el Observatorio de Huancayo desde el 16 de noviembre hasta el 31 de diciembre teniendo tres puntos de recolección de muestra y la medición del pH se realizó todas los días a las 7:15 a.m.

DATOS

De los datos se obtuvo que el CO₂ se ha incrementado de 339,2 ppm a 347,9 ppm; el cual se refrenda con un cuadro de la temperatura media (variable que se mide en el Observatorio). Se consideran lluvias ácidas cuando el pH de éstas es menor de 5,6. De la base de datos recopilada se halló que de un promedio de 219 lluvias 40 son lluvias ácidas teniendo 30 de éstas un pH de 5,5; lo que implica que un estudio en periodos más largos determinaría con mayor precisión la frecuencia de éstas hoy en día, para lo cual se continuaron las mediciones durante el año de 1999 teniendo como resultado 3 lluvias ácidas en los meses de noviembre y diciembre. Para el estudio de turbidez ambiental se logró realizar las mediciones el año de 1999 en las diferentes longitudes de onda turbidez se cuenta con una pequeña base de datos, de junio-noviembre de 1999 y aunque es un periodo corto nos sirve de referencia para posteriores estudios.

Tabla 1. Los datos que se muestran en la tabla son el promedio mensual de los meses más representativos en la toma de muestra. Cabe destacar que una medición en la ciudad de Huancayo el 17 de setiembre de 1999 dió como resultado 364,00ppm de dióxido de carbono.

Fecha	Concentración en ppm
Ene-82	340,00
May-90	343,08
Ago-91	344,26
Sep-91	347,78
Ene-92	349,00

Tabla 2. Resultado de los datos recopilados de lluvias ácidas en el periodo del 17 de Octubre de 1989 al 23 de Diciembre de 1992. En el cual los datos de pH menores e iguales a 5,5 son considerados ya lluvias ácidas.

pH	Cantidad
4.5	1
5	9
5.5	30
5.75	2
6	72
6.5	92
7	13
Suma	219

Tabla 3. Promedio de pH de lluvias registradas en tres puntos de observación del 16 de Noviembre al 31 de Diciembre de 1999, colaborador Renee Mendoza.

pH	Frecuencia
4.5	1
5	1
5,5	1
6	5
6,4	1
6,5	21
6,77	1
6,8	1
7	3
<i>Total de Muestras</i>	35

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos son muy importantes para las áreas de meteorología, impacto ambiental y agrometeorología. El **incremento de dióxido de carbono** en el Valle como se observa en la tabla N°1 sugiere realizar un estudio con la variable temperatura debido a que por la absorción infrarroja del dióxido de carbono los rayos infrarrojos y gases activos, principalmente el vapor de agua, y ozono, que están presentes naturalmente en la atmósfera terrestre, hacen que la absorción térmica de radiación IR sea emitida por la superficie terrestre a la atmósfera. La atmósfera está calentada por este mecanismo y, hace que retorne una porción significativa de esa energía emitida por la radiación infrarroja, actuando así en el calentamiento de la superficie y en la baja atmósfera. Como consecuencia el promedio de la temperatura del aire en la tierra es de 30°C más alta de lo que sería sin la absorción y reirradiación de energía IR (Henderson Sellers and Robinson, 1986; Kellogg, 1996; Peixoto and Oort, 1992). Este fenómeno causa la aparición de algunas especies y extinción de otras, incremento en los deshielos lo que causa inundaciones en las riveras de los ríos y lagunas (como fue el caso el 2 de enero de 1990, inundación en el Barrio Salcedo aledaño al río Shullcas en El Tambo-Huancayo). Este fenómeno es conocido popularmente como “efecto invernadero”, y los gases responsables de la actividad infrarroja por el efecto de referencia son conocidos como “gases del efecto invernadero” quienes alteran cada vez más el ciclo hidrológico.

Con respecto a **lluvias ácidas** es necesario conocer que la lluvia proviene de la evaporación o la transpiración (el vapor de agua perdido por las plantas) y es esencialmente pura. Cuando el vapor llega a la atmósfera se condensa en partículas sólidas y alcanza rápidamente un equilibrio con los gases atmosféricos. Uno de estos gases es el bióxido de carbono (CO₂) que se disuelve en

el agua para formar ácido carbónico (H₂CO₃). Este ácido es débil y se disocia lentamente en agua destilada, generando iones hidrógeno y iones de bicarbonato (HCO₃⁻). A concentraciones y presiones normales del CO₂ en la atmósfera el pH de la lluvia sería de 5.6, es decir, ligeramente ácido. Otras sustancias que llegan a la atmósfera tienden a modificar el pH para un lado u otro. El ión amoníaco (NH₄⁺) en la lluvia tiende a aumentar el pH. Los gases como el bióxido de azufre (SO₂) y el sulfuro de hidrógeno (H₂S), que provienen de los volcanes y de otras fuentes naturales también pueden alterar la química de las precipitaciones. En la atmósfera, tanto el SO₂ como el H₂S son oxidados e hidrolizados para formar ácido sulfúrico. De manera similar los óxidos de nitrógeno se convierten en ácido nítrico. Si estos ácidos están presentes en cantidades significativas, pueden acidificar la lluvia por debajo de un pH de 5.6. La química de las precipitaciones naturales, depende entonces de la cantidad presente de varias sustancias en la atmósfera. El ión amoníaco (NH₄⁺) en la lluvia tiende a aumentar el pH. Se ha emitido grandes cantidades de óxidos de azufre y de nitrógeno a la atmósfera como producto del uso de combustibles fósiles y por la fundición de minerales sulfurados, especialmente en los países fuertemente industrializados y urbanizados como los del norte. Los estudios que se realizaron con respecto a lluvias ácidas fueron más completos en los cuales no sólo se recopiló datos sino que se midió el pH de las lluvias en los meses de noviembre y diciembre de 1999, teniendo solo 3 lluvias ácidas registradas en este periodo, al ser comparados con los resultados obtenidos en esos mismos meses el año de 1990 se registraron 4, en 1991 se registraron 2 y en 1992 se registraron 2; es muy importante este estudio porque afecta directamente la producción de los cultivos y al producirse la filtración en los suelos se altera la acidez en los ríos, lagos, lagunas y hace que la vida acuática en estos se extinga, o llegue a niveles bastante alarmantes; de los datos recopilados se registró como mínimo valor de

pH ¡4,5!. Los datos indican que sobre grandes extensiones de la Tierra, la lluvia y la nieve actualmente son de 5 a 30 veces más ácidas que el valor límite (pH de 5.6) para zonas "limpias". La lluvia de tormentas aisladas puede resultar desde varios cientos hasta varios miles de veces más ácida de lo esperada. La precipitación ácida ha sido conocida durante muchas décadas en la vecindad de las grandes ciudades y de las plantas industriales como las fundidoras, pero en la actualidad el fenómeno está mucho más extendido. En grandes extensiones del este de E.U., del sudeste de Canadá y de Europa el pH anual promedio de las lluvias varía entre 4 y 4.5

Con respecto a **turbidez ambiental** se trabajó recopilando información acerca del fenómeno y se define como las pequeñas cantidades de polvo que son elevadas por el viento y que se quedan suspendidas en la atmósfera. Las partículas de suelo son ligeramente básicas, ó alcalinas ó lo contrario a ácidas, en agua destilada y generan cationes básicos (iones positivos) en solución como calcio, magnesio, potasio y sodio (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ y Na⁺) y con bicarbonato

generalmente como el correspondiente anión, o ión negativo. El amoníaco gaseoso en la atmósfera es generado en gran parte por la degradación de la materia orgánica. Las actividades humanas han influido significativamente sobre todo el globo terráqueo. Se consideraron como parámetros de medición la temperatura, diferentes longitudes de onda (778nm,675nm,500nm y 368nm); además de la hora en la cual se realizó la medición la que no puede durar más de 30 segundos, de los datos medidos en el observatorio se distingue una ligera disminución del polvo atmosférico en la zona. Es necesario calibrar el equipo para poder validar datos que se están midiendo; ya que se requieren datos sumamente precisos para determinar que modelo matemático es el más acertado para nuestra ubicación geográfica e instrumento con el que contamos.El estudio e investigación de este fenómeno es complejo por la cantidad de parámetros que se tienen que tener en cuenta por ejemplo: la distancia del sol a la tierra, hora internacional, nubosidad y vientos para determinar el ángulo de inclinación entre la partícula observada y la tierra.

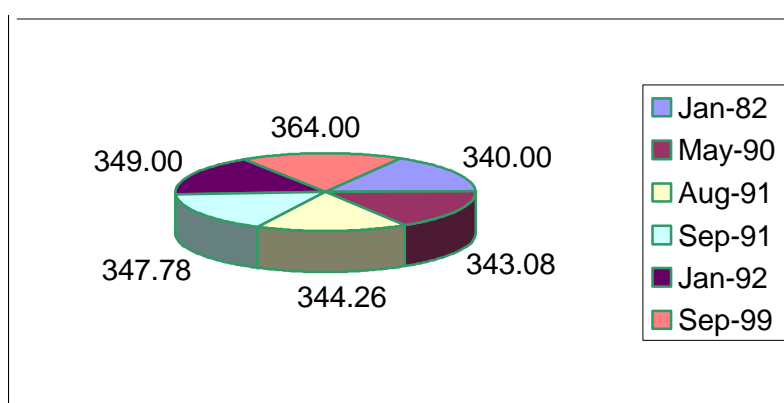


Figura 1. Concentración de dióxido de carbono medido en el Observatorio de Huancayo, periodo de muestreo 1982-1992. Dato de 1999 referencial de la ciudad de Huancayo.

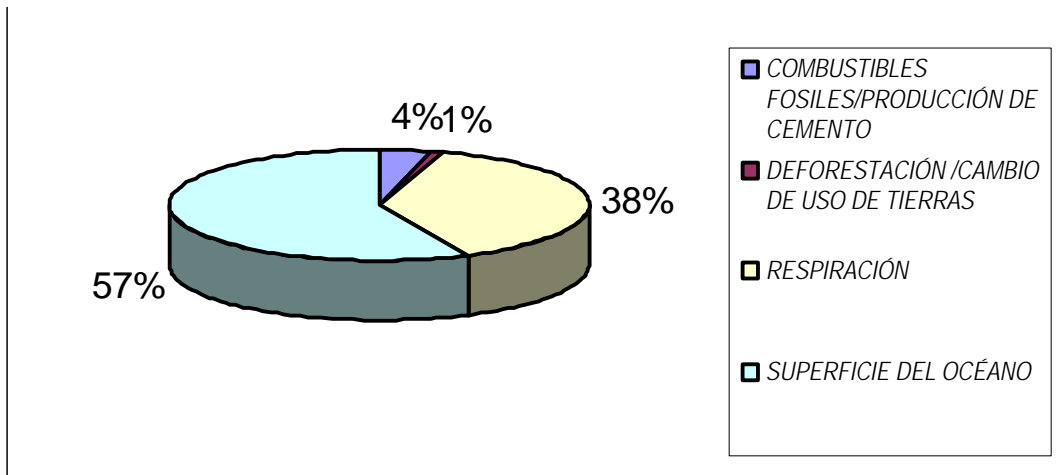


Figura 2. Emisión por el hombre y la naturaleza.

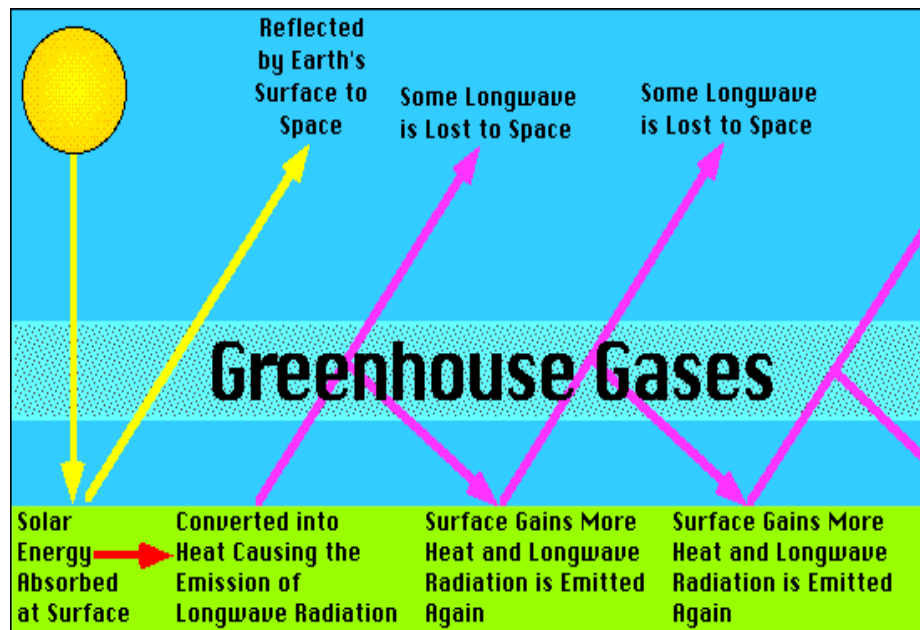


Figura 3. La radiación y su relación con la gases del efecto invernadero, se muestra como se refleja la radiación IR al llegar a la superficie terrestre. Nos muestra que hay una dispersión y reflexión parcial.

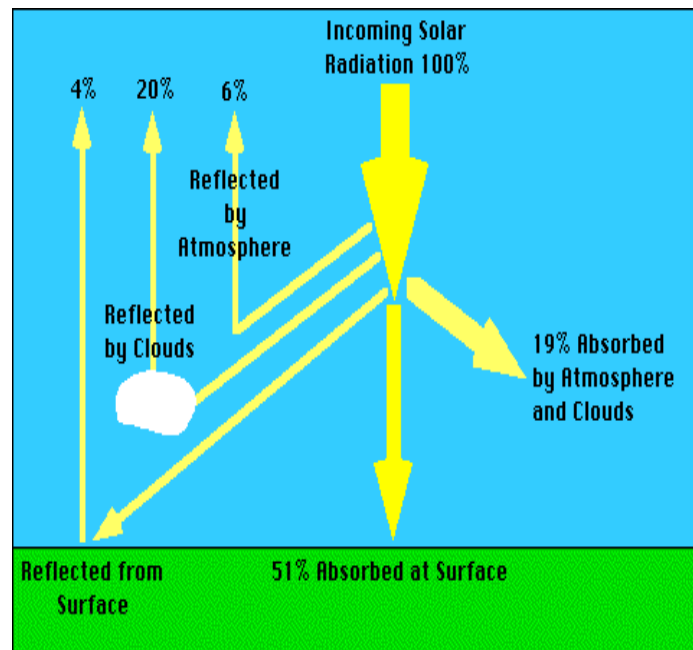


Figura 4. Relación entre radiación y turbidez ambiental, el 19% es absorbido por la atmósfera y las nubes y hace que se incremente la temperatura por la cantidad de polvo que hay y eso se mide en la atmósfera (turbidez ambiental).

CONCLUSIONES

Es muy importante, desde el punto de vista de la evaluación de las tendencias mundiales, que los resultados procedentes de un emplazamiento sean absolutamente comparables con los de otro lugar, por este motivo se consideró el estudio comparando con otros lugares que investigan estos mismos fenómenos.

Por referencia, las actividades humanas liberan cerca de 7 mil millones de toneladas métricas de CO₂ al año las que se suman a más de 750 mil millones de toneladas que están ahí debido a que el tiempo de permanencia del CO₂ es de 100 años según el National Geographic Cambio Climático-Enero1999, y que el vapor de agua a pesar de ser uno de los principales gases del efecto invernadero no ocasiona mayor efecto debido

a que su tiempo de permanencia es de 8 días. Al lograr una pequeña base de datos con los registros realizados en observaciones anteriores ayudaran a realizar posteriores evaluaciones de los incrementos de CO₂. Se distingue en el periodo de tiempo medido, un incremento en la cantidad de CO₂ del 2 de Junio de 1983 de 343,8 al 30 de Junio de 1989 de 356,66 ppm.

De la información recabada se concluyó que la revolución industrial y la acidez de las precipitaciones ha aumentado espectacularmente en muchas partes del mundo. Los registros de Lluvias Ácidas fueron recabados e ingresados a una base de datos, se obtuvo de un promedio de 219 lluvias 40 son lluvias ácidas teniendo 30 de éstas un pH de 5,5; se registró una frecuencia de lluvias ácidas de 1/5 lluvias, el mínimo pH registrado fué de 4,5 en diciembre de 1999.

C. Tazza

Se cuenta con una base de datos de turbidez ambiental de las mediciones realizadas año de 1999 en las diferentes longitudes de onda (778nm,675nm,500nm y 368nm); la base es de junio a noviembre de 1999 y aunque es un periodo corto nos sirve de referencia para posteriores estudios.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Mutsumi Ishitsuka por su iniciativa e interés en la protección del medio ambiente y a quienes realizaron las primeras mediciones de los parámetros que miden la contaminación ambiental.

Al MSc. Hugo Trigoso, Ing. Jacinto Arroyo por brindar todo el apoyo necesario en la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

Canby, T.Y. (1991). "After the storm", National Geographic, Washington, agosto.

Earle, Sylvia A. (1992) "Assesing the damage one year later", National Geographic, Washigton, febrero.

El-Ashry, Mohamed (1991). "International cooperation, the environment and global security", Populi, Vol. 18, N° 3.

Ford, Peter (1991). "Persian Gulf Cleanup Has Only Just Begun", The Christian Science Monitor, 14 de febrero, pag 13.

Hobbs, Peter and Radke, Lawrence (1992). "Airborne Studies of the Smoke from the Kuwait Oil Fires", Science, Vol. 256, 15 de mayo.

Aedenat, CC.OO, UGT (1992). Una propuesta para la climatización de edificios

Aedenat, CC.OO., UGT (1993). Plan de Investigación y Desarrollo para las Energías Renovables

Aedenat, CC.OO., UGT (Junio 1994). Plan para la promoción de la energía solar térmica: colectores solares para la producción de agua caliente sanitaria

WMO/UNEP (1990). Scientific Assessment of Climate Change (Geneva) IPCC (1990) Climate Change: the IPCC Scientific Assessment (Cambridge University Press) IPCC (1992) Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment (Cambridge University Press)

WMO/UNEP (1990). Scientific Assessment of Climate Change (Geneva) IPCC (1990) Climate Change: the IPCC Scientific Assessment (Cambridge University Press) IPCC (1992) Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment (Cambridge University Press).

CLIMATE CHANGE (1995). IMPACTS, ADAPTATIONS, AND MITIGATION. Summary for Policymakers. Mountreal, 16-20 October 1995.

STABILIZATION OF ATMOSPHERIC GREENHOUSE GASES: PHYSICAL, BIOLOGICAL AND SOCIO-ECONOMIC IMPLICATIONS. IPCC Technical Paper III. Intergovernmental Panel on Climate Change. February 1997. Sir John T. Houghton of the United Kingdom and Dr L. Gylvan Meira Filho of Brrazil.