

SIGNIFICACION GEOGRAFICA DE ALGUNAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO METEOROLOGICO DE ALEMANIA FEDERAL

(Estudio Metodológico)

Por

ORLANDO PEÑA ALVAREZ

Departamento de Geografía Universidad de Chile

S U M M A R Y

GEOGRAPHICAL SIGNIFICANCE OF SOME ACTIVITIES OF THE FEDERAL
GERMANY METEOROLOGICAL SERVICE
(Methodological Study)

In this work are analysed three bearings of the permanent work of the Federal Germany Meteorological Service, whose results can be very well availed by the geographers for their studies on Applied Climatology. The Technoclimatology supplies work implements to the Urban and Traffic Climatology, between another specialties, centering her attention on the temperature and humidity distributive patterns inside of the cities and on the surface winds circulation in urban areas and roads. The Meteorology supports very much her action on the phenological observations which, in Federal Germany, are carried regularly through in approximately 3.000 places, distributed in more or less uniform way through the whole country. Those data and other properly climato - meteorological measures are the base of researches on cultivation submissions and agricultural productivity in general. The Regional and Urban Planning, as far as she is concerned, utilizes information on air hygiene and climatic conditions which are obtained, from conventional instruments and through the remote sensing, specialty, the infrared termography.

Thus, it is suggested the needs of an enlargement of the developed records and works by our Meteorological Services and their systematic employment by the geographers, thinking principally on the participation of these professionals in the development's programs.

1. INTRODUCCION:

Dentro de las labores realizadas con ocasión del cumplimiento de un período de estudios especializados en el Instituto de Geografía I de la Univ. de Freiburg, Alemania Federal, con el respaldo de una beca otorgada por la Fundación Alexander von Humboldt, tuve la oportunidad de visitar brevemente la sede central del Servicio Meteorológico de dicho país, ubicada en la ciudad de Offenbach/Main. De este contacto con ese servicio se desprenden varias consideraciones, desde mi punto de vista muy interesantes, sobre el significado que para la Geografía -y en particular para la Climatología- tienen algunas tareas emprendidas en el marco de la recopilación, elaboración y aplicación de datos meteorológicos y otros conexos a ellos. Trataré en los párrafos siguientes de resumirlas, adecuándolas a nuestras perspectivas y necesidades en el campo de los estudios del clima concebido como recurso natural .

Como cuestión previa, y con alcance general, creo importante mostrar en carta anexa (Fig. 1) la organización territorial y sectorial del Servicio Meteorológico de Alemania Federal (SMAF), tal como se presentaba a comienzos de 1973 sin que haya experimentado grandes modificaciones en el último tiempo. Puede advertirse -a través de la carta indicada- la conjugación de labores que ese servicio ejecuta en tierra firme, en el mar y en la atmósfera libre y como ellas, aparte de servir a la previsión del tiempo, cubren otras preocupaciones insertas en el ámbito de la Climatología. Así destacan las instalaciones y trabajos en Meteorología Agraria, Meteorología Médica, Investigaciones Aerológicas, Climatología Técnica Hidrometeorología, Estudios Regionales, etc. Merece también consideración especial la riqueza y amplitud de la Biblioteca Central del Servicio Meteorológico que incluye en la actualidad alrededor de 90.000 volúmenes y que se incrementa continuamente no sólo por adquisición y canje, sino que también por la producción científica propia del Servicio. Esta capacidad de producción alcanza igualmente al sector de instrumentos, aparatos y vehículos usados por el Servicio, con especial consideración de los requerimientos técnicos derivados de una investigación meteorológica y climatológica en permanente renovación.

En fin, es conveniente también destacar que la organización del SMAF es esencialmente descentralizada: cada Estado de la República Federal de Alemania tiene una administración meteorológica central, con posibilidad evidente de coordinación cuando las circunstancias lo requieren. Sin embargo, varias de las tareas de alcance más propiamente climatológico se atienden en y desde la sede principal del Servicio, como es precisamente el caso de las que serán analizadas a continuación.

2. INVESTIGACIONES TECNOCLIMATOLÓGICAS:

El número 4/1973 de la revista "Promet", órgano oficial y trimestral del SMAF, está dedicado enteramente al tema de la Tecnoclimatología y directamente sobre su primera página se lee, a manera de motivación, una cita de H.E. Landsberg: "Muchos de los meteorólogos van por un estrecho camino y están satisfechos si sus pronósticos diarios resultan regularmente buenos". Uno de los primeros pasos para salir de este ámbito restringido y abarcar las múltiples aplicaciones de la Meteorología es justamente la Tecnoclimatología a la que podemos definir tentativamente como la Climatología Aplicada a la Técnica. Los grandes temas de los artículos contenidos en la citada revista ilustran sobre el alcance del concepto: planificación urbana, datos meteorológicos para la construcción climatización de interiores, tareas climatológicas en las normas electrotécnicas, investigaciones sobre protección del viento en puentes carreteros.

Interesan en los primeros temas enunciados lo que se ha dado en llamar la Climatología Urbana y la Climatología de Edificios, ambas especialidades estrechamente unidas y a las que se dedica amplia atención internacional, a pesar de lo cual tienen escaso desarrollo entre nosotros (ORGANIZACION METEOROLOGICA MUNDIAL, 1970). Y esto ocurre en Chile y en otros países aunque como el mismo Landsberg lo enuncia, "los planificadores urbanos y los arquitectos entienden mucho de la construcción, del tráfico y de la densidad de habitación, pero poco de Meteorología..." mientras que "los meteorólogos tienen por indigno ocuparse de estos problemas y prefieren especular sobre la dinámica de la atmósfera" (LANDSBERG, 1973). Sin embargo, ¿cómo no va a ser de fundamental importancia el conocer las condiciones de la circulación del viento en áreas urbanas, particularmente allí donde la nueva o la antigua edificación puede dificultar o ya dificulta el desplazamiento de masas de aire que podrían incidir en un mayor o menor desarrollo de la contaminación atmosférica? O bien, ¿por qué

ORGANIZACION DEL SERV. METEOROLOGICO DE LA R. F. A.



Elaborado al 1-1-1973

Fig. Nº 1

no se van a investigar entre nosotros la génesis y las características de los "islotos de calor" intraurbanos que, en determinadas circunstancias, pueden causar diferencias de temperaturas de hasta 10°C entre la ciudad y sus alrededores inmediatos? No hay que dejar de considerar, tampoco, las estrechas relaciones entre estos rasgos propios de las ciudades -en cuanto a temperaturas y suspensión masiva de partículas en el aire- y las precipitaciones que con características especiales se producen en los ámbitos densamente urbanizados.

Después de todo, la instalación y el crecimiento de las ciudades, con sus industrias y su intenso tránsito interior, están ocasionando modificaciones trascendentales del marco natural, incluídas las condiciones meteorológicas. En su artículo citado Landsberg señala al respecto: "Cambiamos una superficie de evaporación y absorción por otra constituida por asfalto, cemento, piedra, pizarra de tejado y otros materiales semejantes", la que por añadidura tiene un menor albedo, "es decir, absorbe mejor las radiaciones de onda corta del sol y del cielo que las superficies provistas de vegetación".

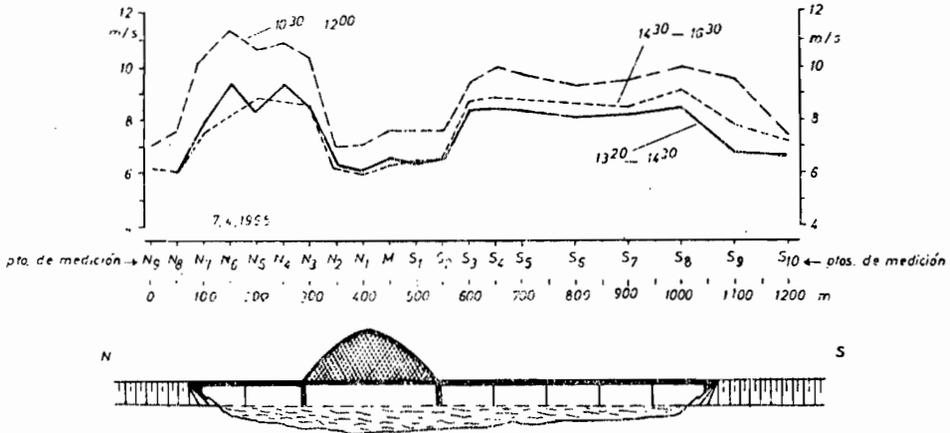
El deterioro del ambiente provocado en estas circunstancias no sólo exige una adecuada planificación urbana, con respeto y desarrollo de las áreas verdes, con disposición de la edificación de modo tal que no entorpezca la circulación local ni los procesos de radiación-irradiación esenciales, con un racional emplazamiento de las industrias, con una ordenación del tráfico interno que reduzca la presencia de vehículos contaminantes y liberadores de energía en el centro de la ciudad (*). Requiere asimismo una atención especial sobre las normas y tipos de construcción de los edificios: alturas, estructuras arquitectónicas, materiales y colores de muros y techos, procedimientos de climatización interior (calefacción y ventilación), dimensiones, clases y posición de ventanales, etc., son elementos que también juegan un rol importante en la modificación de las condiciones meteoroclimatológicas en el ámbito de las ciudades.

Lo anterior debe estar, naturalmente, conjugado con la consideración de las características de sitio y situación de dichas ciudades: los elementos de la topografía local, de la dinámica atmosférica en cada sitio urbano, de la vegetación natural o cultivada adyacente, etc., deben ser también objeto de atención en esta tentativa de planificación racional de la ciudad y su edificación. Santiago, Valparaíso, Concepción o Antofagasta, por citar sólo algunos ejemplos nuestros, necesitan de tratamientos especiales, singulares, propios a cada caso y -sobre todo- "el trabajo conjunto de meteorólogos y urbanistas. Sólo entonces todos los conocimientos de la meteorología superficial y de los climas locales pueden adquirir plena validez" (LANDSBERG, 1973).

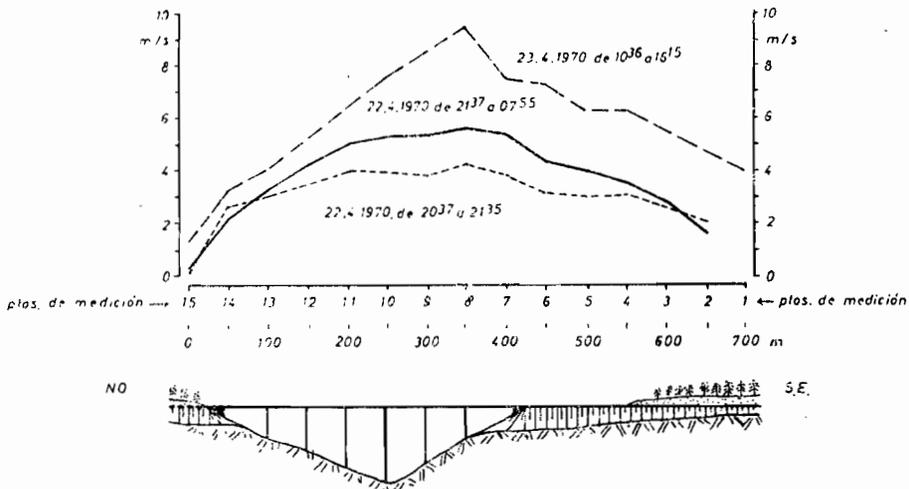
En el marco de las investigaciones tecnoclimatológicas tienen también cabida los estudios sobre protección del viento en puentes de gran exposición y en general todos los que podrían llamarse estudios de Climatología del Tránsito. En el caso de los puentes interesa básicamente dilucidar las relaciones entre sus alturas y longitudes y la acción del viento que sobre ellos sopla. Independientemente de su efecto sobre las estructuras mismas (tarea de la Ingeniería), es digna de preocupación la consecuencia que sobre la circulación de vehículos ese viento puede tener (tarea de la Tecnoclimatología). G. JURKSCH (1973), señala lo siguiente sobre este particular: "Longitudes y alturas de estos puentes, su exposición respecto a la dirección principal del viento y la influencia local de origen topográfico de los campos de vientos superficiales son las causas fundamentales de los riesgos que los vientos laterales crean al tráfico de vehículos". Dichos riesgos son mayores en el caso de repentinos cambios de la velocidad del viento

(*) No deja de ser paradójico que en plena lucha contra la contaminación ambiental se reemplacen en grandes ciudades como Santiago, por ejemplo- los vehículos a motor eléctrico (tranvías, trolebuses) por otros a combustión de petróleo y derivados que ensucian mucho más la atmósfera y contribuyen a la elevación artificial de las temperaturas locales.

que en función de la fuerza media absoluta de las corrientes aéreas. De allí que se propongan varias posibilidades de protección frente a tales contingencias: protección mecánica por defensas laterales de sectores de puentes (Fig. 2a), protección natural por áreas plantadas en los puntos de acceso a los puentes (Fig. 2b), disminución permanente de la velocidad de los vehículos en las zonas de puentes o disminución reglamentada de dicha velocidad en caso de existir señales de advertencia por viento peligroso.



a. PERFIL DE VELOCIDAD DEL VIENTO
A LO LARGO DEL PUENTE DE FEHMARNSUND
Dirección del viento: 290°



b. PERFIL DE VELOCIDAD DEL VIENTO
A LO LARGO DEL PUENTE DE TIEFENBACH
Dirección del viento: 220° a 230°

Las figuras 2a y 2b muestran claramente los efectos que sobre la velocidad del viento tienen algunos de estos medios de protección. En el primer caso se trata de un puente sobre un brazo del mar Báltico en el estado de Schleswig-Holstein, entre la isla Fehmarn y la tierra firme; el puente tiene un largo de casi 1.000 metros y una altura media de 25 m. sobre la superficie del agua. En el otro caso está representado un puente sobre un valle interior, entre Strombeg y Rheinböllen, en el estado de Rheinland-Pfalz, con una longitud de ca. 365 m. y una altura máxima de 92 m. sobre el suelo. En ambos casos las mediciones han sido hechas en situaciones meteorológicas específicas y con instrumentos en desplazamiento.

Aunque ejemplos concretos como los anteriores no se reproduzcan en nuestro país, el significado de tales investigaciones tiene un interés general y muestra una nueva posible dirección para los estudios meteorológico-climatológicos que entre nosotros se realizan. La Climatología aplicada a los problemas del tránsito, así como toda la Tecnoclimatología, plantean interesantes problemas a resolver por geógrafos y meteorólogos, en trabajo combinado con otros especialistas en las materias indicadas: constructores, arquitectos, ingenieros, planificadores urbanos.

3. ALGUNOS TRABAJOS AGROMETEOROLOGICOS:

A diferencia de otras secciones de Meteorología Aplicada del SMAF, la sección de Agrometeorología está entregando permanentemente informaciones de uso inmediato en los trabajos agrícolas que se realizan a través de todo el país. Ello se concreta a través de publicaciones periódicas del Servicio, de las cuales dos son semanales (un informativo agrometeorológico y una hoja de datos climáticos de uso rápido en la que se incluyen algunos informes fenológicos) (*). La rapidez y precisión de las informaciones proporcionadas tienen como una de sus bases más importantes la red de estaciones de observaciones fenológicas repartida por todo el territorio federal: aproximadamente en 3.000 lugares, más o menos uniformemente distribuidos, hay observadores del Servicio Meteorológico que entregan dos veces al año sus datos en hojas en que se recopilan los resultados correspondiente a la primavera y al verano-otoño. De estos observadores, cerca de 360 hacen llegar además datos semanales, existiendo asimismo 18 estaciones agrometeorológicas propiamente dichas que también proporcionan información semanal sobre evolución de las plantas, trabajo agrícola, etc.

¿Por qué estos datos son recogidos, elaborados y distribuidos por el Servicio Meteorológico? Para responder a esta pregunta es preciso hacer algunas consideraciones previas sobre la Agrometeorología y la Fenología (EIMERN, 1971; SCHNELLE, 1955; VIAUT & SANSON, 1953; y otros).

En efecto, es cosa sabida que existe una relación -a veces recíproca- entre la vida de animales y plantas y el medio en que se sitúan, caracterizado especialmente por las características de su suelo, de sus disponibilidades de agua y de su clima. Aunque la Fenología se preocupa indistintamente de las relaciones de plantas y animales con sus respectivas condiciones ambientales, el mayor desarrollo de la Fenología Vegetal y la mayor fijación de las plantas en terreno han ido identificando -en el uso corriente- ambos conceptos, de tal manera que en el marco del Servicio Meteorológico las informaciones fenológicas que se

(*) Las publicaciones mencionadas son: "Agrarmeteorologischer Wochenhinweis" y "Klimaschnellmeldediens", a las que hay que agregar: "Monatlicher Witterungsbericht" (mensual) y "Deutsches Meteorologisches Jahrbuch, Bundesrepublik" (anual), ambos con datos fenológicos, también.

utilizan están referidas en su totalidad a la vegetación, con especial énfasis en su dependencia respecto a los fenómenos climáticos y con una marcada aplicabilidad hacia la agricultura y la silvicultura (*).

El programa de observaciones fenológicas está dirigido a tres grupos de plantas: plantas silvestres, plantas cultivadas y árboles frutales y viñas. A ellas se pone atención en distintas fases fenológicas, tales como la foliación y la floración, maduración y recolección de frutos, cambio de color y caída de las hojas; siembra, germinación, aparición de brotes, desarrollo de espigas, cosecha. El calendario fenológico que así se puede confeccionar varía de un lugar a otro y de un año al siguiente, en estrecha relación con las condiciones del tiempo meteorológico y del clima, en particular. De allí la importancia de ligar ambos tipos de informaciones, encuadradas en la Agrometeorología y la Agroclimatología y dentro del ámbito mayor de un servicio climato-meteorológico. No está demás, tal vez, insistir en el significado geográfico de esta mutua correspondencia con el apoyo de una cita de R. Geiger (GEIGER, 1950, en WEISCHET 1955): "En la Fenología las plantas sirven de aparatos de observación meteorológica. La ventaja de tal procedimiento está en que, mediante una adecuada selección de plantas, se posee una grande y bien repartida cantidad de puntos de medición en terreno y en que esas plantas reaccionan a la suma de los factores meteorológicos (calor, lluvia, radiación, viento) actuantes en su lugar de ubicación; es decir, representan instrumentos microclimáticos".

De lo anterior se desprende la posibilidad cierta de usar las observaciones fenológicas como eficaz ayuda para estudios climatológicos de terreno, en particular cuando la red de aparatos meteorológicos no es suficientemente densa, sea por carencia para montarla, sea porque el espacio a investigar es relativamente reducido. De esta manera, y para los fines de una Climatología Aplicada, se invierte la relación normal entre los fenómenos de la atmósfera -en especial de la baja atmósfera, de la inmediatamente vecina al suelo- y los de la vida vegetal, deduciéndose de los segundos algunos rasgos fundamentales de los primeros (SCHNELLE, 1951; UHLIG, 1952; BERG, 1952; AICHELE, 1953)

Además de la preocupación inmediata y eminentemente prácticas de la sección de Agrometeorología del SMAF -entre las cuales cabe aún destacar la atención que se brinda a las heladas, calores excesivos, fuertes vientos, etc. y a los procedimientos para reducir sus efectos perjudiciales-, sus investigadores abordan también temas de carácter menos contingente, aprovechando el gran volumen de datos disponibles. El alcance de estos trabajos lo resume E. FREITAG, (1965 y 1967) de la siguiente manera: "Los datos fenológicos y climato-fenológicos constituyen una base importante para las estadísticas de la productividad (agrícola) en distintas condiciones meteorológicas y para investigaciones sobre la relación de la cantidad y calidad del rendimiento de nuestros cultivos con el clima. Con ayuda de los datos climato-fenológicos es posible investigar la dependencia respecto al tiempo meteorológico de distintos representantes de nuestro mundo vegetal, tanto durante su desarrollo total como en períodos aislados del mismo. Para la planificación agraria o para la caracterización y comparación agroclimatológicas de diferentes regiones agrícolas se necesitan en general menos aunque bien elegidos- datos fenológicos o climatofenológicos que valores exclusivamente climatológicos. Los actuales datos fenológicos y meteorológicos, teniendo en cuenta los valores medios de series de varios años, pueden ser el punto de partida de substanciales informes agrometeorológicos, en particular si se toman en consideración los resultados ya existentes de investigaciones sobre la relación entre el clima y el desarrollo vegetacional en distintos períodos y

(*) Una descripción sencilla de las tareas y propósitos de la red de observaciones fenológicas en la República Federal de Alemania se encuentra en el trabajo de F. Witterstein, (1960), y en "Anleitung für den phänologischen Beobachter", manual de uso obligado de los observadores fenológicos del SMAF (2. Aufl., Offenbach 1968).

lugares. Además, los valores de que se dispone abren muchas posibilidades para efectuar pronósticos agrometeorológicos" (*).

Una completa cartografía desarrollada en los trabajos de este tipo hace más fácilmente aprehensibles los conceptos y conclusiones a que se llega a través de dichas investigaciones y constituye una base apropiada a los fines de la planificación agrícola. En algunos casos se representan elementos y valores específicos de carácter ecológico (suelos, montos posibles de radiación, riesgos de helada, circulación de vientos, niveles de calidad de los terrenos en relación a diversos cultivos, etc.) (**). En otros casos, se cartografían datos fundamentalmente fenológicos, complementados a veces con informaciones climatológicas; así, han sido preparados mapas (para Europa, Alemania Federal o regiones de este país) en que figuran las fechas medias de iniciación de algunas fases fenológicas principales establecidas para ciertas plantas de fuerte interés económico, o bien las áreas en las que se registran iguales diferencias expresadas en cantidad de días entre las fechas medias correspondientes a dos fases fenológicas seleccionadas (Fig. 3).

En general, la sección de Agrometeorología del SMAF se preocupa entonces de problemas suprarregionales (por ejemplo, exigencias climáticas de los cultivos y, en general, requerimientos climáticos de la producción agrícola); de investigaciones cuantitativas para un mejor aprovechamiento de los resultados de las observaciones climatológicas, sinópticas y fenológicas orientadas hacia la Agrometeorología; de aspectos de la Climatología de Terreno (entendida como la Climatología de los lugares de fijación de la vida vegetal, en especial de los cultivos), y de asuntos relacionados con la prevención de daños y perjuicios para la agricultura. Se presta también atención -en el marco de los problemas ambientales generales- a cuestiones vinculadas con la protección de la naturaleza y el mejoramiento del clima mediante, por ejemplo, la posible modificación de algunas condiciones climáticas locales por transformación del paisaje vegetal. Resumiendo, y como lo afirma E. BRANDTNER (s/f), las tareas del SMAF en este ámbito "se orientan menos hacia las investigaciones básicas generales y mucho más hacia la atención de problemas especiales y con ello hacia las investigaciones intencionadas que representan un fundamento esencial para el mejoramiento y la ampliación de los aportes agrometeorológicos a la agricultura

(*) Aparte de los trabajos ya mencionados de E. Freitag y que se orientan en esta dirección, se pueden también indicar los aportes de F. Witterstein o S. Ublig y publicados por el SMAF bajo el nombre de "Beiträge zur Phanologie Deutschlands" y "Beiträge zur Phanologie Europas".

(**) Estas informaciones están, por ejemplo, cartografiada - en función de algunas plantaciones de viñas - en "Die Standortkartierung der hessischen Weinbauggebiete" (texto y atlas anexo), varios autores, in Abhandlungen Landesamtes für Bodenforschung, Heft 50, Wiesbaden 1967.

La preocupación de los organismos públicos y privados alemanes por la vitivinicultura se encuentra reflejada en una legislación especial aplicada en las regiones de viñedos de Alemania Federal: el "Gesetz über Massnahmen auf dem Gebiete der Weinwirtschaft". De allí los varios trabajos que sobre el tema han desarrollado y desarrollan el Servicio Meteorológico de ese país y otras instituciones especializadas.

Nº DE DIAS ENTRE LAS SIEMBRAS DE TRIGO DE VERANO Y DE TRIGO (candel) DE INVIERNO



°C — mm.
 20° 100
 10° 50
 0° 0

Temp. Periodo vegetat. (curva)
 Precip. (barras)

260 240 220 200 180 160 140 120 100 Dias

Fig. Nº 3 0 100 200 700 Km

4. CLIMATOLOGIA Y PLANIFICACION REGIONAL:

En el conjunto de investigaciones climatológicas efectuadas por el SMAF tienen también lugar destacado las que sirven directamente a los propósitos de la Planificación Regional. Uno de los grupos de trabajo de la sección de Climatología se dedica precisamente a las investigaciones regionales y locales orientadas a un eventual mejoramiento de las condiciones ambientales sobre superficies más o menos extensas del territorio federal. De las tareas que ese grupo acomete al presente nos referiremos especialmente a una que puede proporcionar valiosas sugerencias para el enfoque y la solución de problemas similares en nuestro país.

En 1965 fue creada la Asociación para la Planificación Regional del Bajo Main (Regionale Planungsgemeinschaft Untermain -RPU), con el propósito de preocuparse de la protección de las condiciones ambientales en la mencionada región, la segunda más densamente poblada de Alemania Federal, después de la cuenca del Ruhr. Los preparativos para realizar -dentro de este marco- exhaustivas investigaciones del clima y de la higiene del aire comenzaron en 1967 y en 1969 se obtuvieron los recursos (del estado de Hessen y del gobierno federal) para iniciar los trabajos científicos propiamente tales. A partir de 1970 estas labores se han desarrollado ininterrumpidamente contando con la participación -entre otros organismos- del SMAF; los resultados conseguidos hasta ahora han sido regularmente publicados (*), previéndose la finalización del proceso completo de estudios para el año 1980.

El papel relevante acordado a las investigaciones del clima y de la higiene del aire por parte de la Asociación mencionada es justificado de la siguiente manera por A.V. HESI ER (de la RPU) (1072) en una de las publicaciones citadas: "La higiene del aire y el clima son sólo aspectos parciales de la Planificación Regional y deben ser confrontados en cuanto a significación y prioridad a una variedad de otros aspectos. Ellos son, sin embargo, un punto especialmente importante madurado sólo en los últimos años- para muchos procesos de planificación". Más adelante agrega: "En los reportes anteriores se ha planteado a menudo que la contaminación del aire está determinada principalmente por parámetros meteorológicos y orográficos, es decir a través de las condiciones climáticas de un área. Áreas especialmente críticas son los valles angostos, llanuras o mesetas rodeadas por montañas -las llamadas cuencas-, áreas costeras encerradas por océanos y líneas de alturas, planicies premontanas y otros casos similares. Está, además, involucrada en esta tipificación la extremadamente alta o la extremadamente baja humedad atmosférica. Especialmente en estas áreas -de las cuales son ejemplos Bonn, Ankara, Frankfurt, San Francisco, Los Angeles, Munich, Turín, Londres- la contaminación del aire se transforma en un problema.

"La localización original de estas ciudades estuvo basada en muchos casos en las favorables condiciones del tráfico -puertos, rutas de navegación vados, pasos- y todavía hoy esta ubicación prueba ser correcta. Los problemas climáticos deben ser entonces resueltos fundamentalmente por reducción de las emisiones, ya que la localización mencionada no puede cambiarse.

"Sin embargo, para la elección del sitio de nuevas ciudades o partes de ciudades u otras unidades de ocupación, sobre todo a causa de la continuada tendencia a la concentración, las condiciones climáticas deben ser investigadas primeramente. Desde que la selección del lugar de ocupación es tarea de la Planificación Regional o Territorial, ella toma en consideración la influencia directa del grado de contaminación atmosférica en las proyectadas áreas de edificación y asume la responsabilidad de las decisiones correctas o incorrectas a futuro".

El caso particular de la ciudad de Bonn mencionado más arriba es presentado de la siguiente forma en la introducción de un trabajo de circulación restringida preparado por convenio entre la administración de la ciudad y el SMAF: "El área de la ciudad de Bonn, que a través de la nueva división comunal será substancialmente incrementada, experimentará en los próximos años (a partir de 1971-1972) una enérgica transformación por la construcción de numerosos nuevos

(*) Regionale Planungsgemeinschaft Untermain -Frankfurt/Main: "Lufthygienisch- meteorologische Modelluntersuchung in der Region Untermain", Arbeitsberichte (4) 1970-1971-1972.

Con una intención similar, pero de desarrollo más reciente y para un espacio geográfico menor, se están efectuando investigaciones sobre las condiciones climáticas y de higiene del aire en la ciudad de Freiburg por parte de un equipo interdisciplinario en el que participa también- el SMAF y el Instituto de Geografía I de la Universidad local. Dicho grupo acaba de publicar los primeros resultados de sus investigaciones con el nombre de: "Untersuchung der klimatischen und lufthygienischen Verhältnisse der Stadt Freiburg i. Br.", Freiburg i. Br. 1974.

edificios y por la ampliación de la red de tráfico. Estas modificaciones encierran para la población que allí vive y trabaja el peligro de un deterioro del clima, si no se toman en consideración también -además de los puntos de vista económicos, administrativos, de ocupación y de tráfico- las condiciones naturales, en especial la orografía y el clima de la región de Bonn".

Por su parte, el equipo interdisciplinario que estudia las condiciones climáticas y de higiene atmosférica de la ciudad de Freiburg, en la primera parte de su trabajo ya citado, afirma: "Es propósito de las investigaciones registrar y aclarar las diferencias de las características climáticas en el área urbana, determinar con qué magnitud el espacio aéreo sobre Freiburg está viciado y sugerir las precauciones a tomar en el futuro a fin de mantener la contaminación en el nivel más bajo posible ... Los resultados de las investigaciones deben proporcionar ayuda para las decisiones a tomarse sobre el desarrollo de la ciudad y la planificación del uso de sus superficies".

Como se advierte, las hipótesis de trabajo y las finalidades enunciadas para estas investigaciones son similares y dejan en claro la relación entre Climatología y Planificación del Espacio. De todos los ejemplos seleccionados el más amplio, por la extensión que abarca, es el del Bajo Main y allí podemos aludir propiamente a Planificación Regional. En los otros casos es preferible hablar de Planificación Urbana.

Para tener una imagen del esfuerzo que se realiza en el Bajo Main en cuanto a obtención de datos es conveniente saber que sobre una superficie de 1600 km² (área en estudio) en la que vivían 1,6 millones de personas en 1970 (densidad aproximada: 990 hab./km²) estaban en funciones en 1971 los siguientes puntos de medición: 46 estaciones meteorológicas temporales, 3 estaciones meteorológicas principales, 4 estaciones climatológicas principales, 25 estaciones pluviométricas, 2 estaciones para medición de la radiación global y 2 sitios para radiosondeos cautivos; todo ello bajo la atención del SMAF. Además existían 400 puntos para medición de la eventual contaminación del aire, aunque no todos con mediciones continuas ni completas, a cargo de diversas instituciones (LAMP, 1971).

Por otro lado, en el marco de estas investigaciones, se ha hecho uso de una técnica de alto interés para este tipo de estudios: la termografía infrarroja (*) (LORENTZ, 1967, 1968, 1969 a y 1969b). El método está basado en la aplicación de la ley de Stefan-Boltzmann según la cual la energía radiante de un cuerpo negro ideal es directamente proporcional a su temperatura. Mediante un aparato usado desde avión, el Line Scanner infrarrojo, la radiación producida por los diferentes elementos de la superficie del suelo impresiona un negativo fotográfico de tal modo que las variaciones de dicha radiación aparecen como diferencias en la densidad del film. "Debido a la interdependencia de las radiaciones de onda larga emitidas y las temperaturas superficiales, estas variaciones de la densidad del film pueden ser claramente interpretadas como diferencias de las temperaturas de superficie" (LORENTZ, 1972)

Las fotografías infrarrojas se asemejan a las fotografías aéreas normales, pero los contrastes y matices de claro-oscuro no se deben, entonces, a variaciones en la reflexión de la luz. Su empleo permite tener una información de temperaturas superficiales para una vasta área en la que los valores se miden casi simultáneamente y todo esto mediante una clara representación gráfica (Fig.4). Hay que destacar, sin embargo, el alto costo de esta técnica y la necesidad de contar con un apoyo puntual en tierra y, además, con personal especializado para interpretar correctamente las fotografías, a pesar de lo cual su uso es evidente-

(*) *Detalles del procedimiento y una evaluación preliminar de los resultados se encuentran en el 3. Arbeitsbericht, "Infrarot-Thermographie", marzo 1972 de la publicación de la RPU. En los estudios hechos en Freiburg i. Br. se ha usado también este método en un triple vuelo (poco antes de la Salida del sol, a mediodía y poco después de la caída del sol) efectuando a comienzos del otoño europeo de 1973. Los primeros resultados figuran en las pp. 41-43 del trabajo colectivo "Untersuchung der klimatischen und lufthygienischen Verhältnisse der Stadt Freiburg i. Br.", ya citado.*



Fig. 4. Imagen infrarroja de "line-scanner" de la parte norte del núcleo de Freiburg. División de la ciudad en las partes de estructura de cuerpo de construcción y temperatura superficial más uniformes. Notoria es la diferencia térmica entre la antigua parte sur estrechamente construida y la parte norte, reconstruida en post-guerra en forma más abierta. (En: WEISCHET, W. 1975. Stadtklimatologische Konsequenzen von Line-Scanner-Aufnahmen der Oberflächentemperaturen im Tagesgang. Beispiel Freiburg i. Br. Symp. Erdekundung. DFVLR. DGP. Köln-Porz: 459-467).

mente recomendable en investigaciones completas de clima regional, subregional o local.

Frente a este despliegue de recursos y a la nitidez de los propósitos perseguidos en las investigaciones mencionadas a título de ejemplos, es oportuno señalar algunas iniciativas nacionales que, por algunos rasgos, se pueden homologar con aquéllas. Además de la realización de las Primeras Jornadas de Contaminación del Ambiente en Chile (marzo de 1972), conviene destacar la importancia del proyecto de estudio de los "Factores Meteorológicos en la Contaminación Atmosférica de Santiago" que realiza el Departamento de Geofísica y Geodesia de la Universidad de Chile (RUTLLANT, 1973). En el prólogo del trabajo citado, su autor señala sucesivamente las razones que tiene una investigación de esta naturaleza y las limitaciones materiales de la misma: "La contaminación atmosférica de la ciudad de Santiago es un muy buen ejemplo de cómo factores meteorológicos, geográficos y climáticos hacen de ella una de las que ostenta, en muchas ocasiones, índices de contaminación superiores al máximo tolerable, sin ser comparable en cuanto a número de habitantes y actividad industrial a otros centros urbanos en los que se presenta este problema... En los aspectos meteorológicos de la contaminación atmosférica de Santiago, poco se ha hecho hasta el presente. Una de las razones fundamentales de esta situación es el carácter eminentemente experimental de estos estudios en que se hace necesario determinar en toda la extensión de la cuenca de Santiago parámetros meteorológicos correspondientes a una escala de movimientos atmosféricos mucho menor que aquella para la cual existe una red meteorológica nacional, siendo entonces necesario contar con equipos de medición de características especiales y con personal técnica y científicamente capacitado."

La precisión del diagnóstico, válido para cualquiera otra área del país en que se pudiera estar observando la génesis de un problema similar o se advirtiera la necesidad de una planificación integral del desarrollo urbano, suburbano y rural con la inevitable sollicitación de una completa información climato-meteorológica, realza la importancia de la valorización de este tipo de investigaciones y la obligación de programarlas, implementarlas y realizarlas sin demora.

Dar algunas sugerencias, a la luz de experiencias extranjeras e internacio-

nales, tanto en este último rubro como en los anteriormente aludidos dentro del marco de la Climatología Aplicada, ha sido el propósito de estas páginas, convencidos como estamos de la eficacia de aporte del geógrafo y de la Geografía a estas tareas inherentes por su naturaleza intrínseca y cualquiera que sea el contexto circunstancial en que se insertan a todo programa de desarrollo nacional.

5 AGRADECIMIENTOS:

Aprovecho de agradecer aquí la cordial atención que me brindaron varios miembros del Servicio Meteorológico de Alemania Federal, en particular la Sra. Bartels y los Sres. Becker, Brandtner, Caspar, Johannsen, Jurksch, Schirmer, Schneider y Witterstein.

6. REFERENCIAS:

- AICHELE H. 1953. *Der Beginn der Apfelblüte 1953 am westlichen Bodensee als Hilfsmittel der kleinklimatischen Gelände Kartierung*. Met. Rundschau, Nr. (6): 204-206.
- BERG H. 1952. *Bedeutung und Grenzen der Phänologie für die Klimatologie*. Ber. d. Dt. Wetterd. US-Zone. (42): 358-360.
- BRANDTNER E. s/f. *Meteorologie im Dienste der Landwirtschaft*. Deutscher Wetterdienst. Offenbach.
- EIMERN J. v. 1971. *Wetter und Klimakunde für Landwirtschaft, Garten und Weinbau*. Eugen Ulmer. Stuttgart.
- FREITAG E. 1965. *Studien zur phänologischen Agrar-Klimatologie Europas*. Ber. d. Dt. Wetterd. Offenbach. 14 (98)
- FREITAG E. 1967. *Phänologische Gebietsmittel für die Bundesrepublik Deutschland*. Ber. d. Dt. Wetterd. 15 (108)
- GEIGER R. 1950. *Das Klima der bodennahen Luftschicht. Ein Lehrbuch der Mikroklimatologie*. Die Wissenschaft. 78. Ver cita en Weischet 1955.
- HESLER A.v. 1972. *Luftreinhaltung und Regionalplanung*. In: REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT UNTERMAIN-FRANKFURT/MAIN. Arbeitsbericht (4): 3-10.
- JURKSCH G. 1973. *Windschutzuntersuchungen an exponierten Strassenbrücken*. Promet. Meteorologische Fortbildung. (4): 24-27-
- LAMP W. 1971. *Das Messstellennetz*. In: REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT UNTERMAIN FRANKFURT/MAIN. Arbeitsberichte (2): 17-20.
- LANDSBERG H.E. 1973. *Stadtplanung*. Promet. Meteorologische Fortbildung. Frankfurt. (4): 7-10.
- LORENTZ D. 1967. *Temperaturmessungen von Boden und Wasseroberflächen von Luftfahrzeugen aus*. Pure and Appl. Geoph. 67: 197-220.
- LORENTZ D. 1968. *Temperature measurements of Natural Surfaces using Infrared Radiometers*. Appl. Optics. 7: 1705-1710.
- LORENTZ D. 1969a. *Flugzeugmessungen der Wasseroberflächentemperatur von Binnenseen*. Annalen Meteor. N.F. (4): 277-282.
- LORENTZ D. 1969b. *Flugzeugmessungen der Bodenoberflächentemperatur am Hohenpeissenberg und in seiner Umgebung*. Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. B. (17): 369-390.

- LORENTZ D. 1972. *Untersuchungen zum Verhalten nächtlicher Kaltluftflüsse am Taunus unter Verwendung von Wärmebildern*. In: REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT UNTERMAIN - FRANKFURT/MAIN. Arbeitsberichte (3) : 23-51.
- ORGANIZACION METEOROLOGICA MUNDIAL. 1970. *Urban Climates*. Technical Note 108. Ginebra.
- RUTLLANT J. 1973. *Factores meteorológicos en la contaminación atmosférica de Santiago*. Resultado de las mediciones 71-72. Depto. de Geofísica y Geodesia. Universidad de Chile. Publ. Nº 164. Santiago.
- SCHNELLE F. 1951. *Methoden und Möglichkeiten einer phänologischen Klimatologie*. Ann. d. Met. (4) : 97-108.
- SCHNELLE F. 1955. *Pflanzenphänologie*. Akademischen Verlagsgesellschaft Geest und Portig K-G. Leipzig.
- UHILIG S. 1952. *Die Phänologie als Hilfsmittel bei der kleinklimatologischen Geländeaufnahme*. Ber. d. Dt. Wetterd. US-Zone. (42): 238 ss.
- VIAUT A. & J. SANSON. 1953. *Le temps et les travaux des champs*. Conseils aux agriculteurs. Paris.
- WEISCHET W. 1955. *Die Geländeklimate der Niederrheinischen Bucht und ihrer Rahmenlandschaften*. Eine geographische Analyse subregionaler Klimadifferenzierung. Münchner geogr. Hefte. (8). Kallmüntz/Regensburg.
- WITTERSTEIN F. 1960. *Bedeutung und Aufgaben des Phänologischen Dienstes*. Mitteilungen d. Dt. Wetterd. 3 (19).