

B - LA ESTRUCTURA VERTICAL DEL SISTEMA DE CIRCULACION INTERTROPICAL.

Aunque es muy escasa la información aerológica, -y ya en otra oportunidad (19) se indicó que a la escasez de datos se adiciona la discontinuidad por la falta de ascensiones durante mal tiempo, como es el caso de las ascensiones de globos pilotos (Bogotá, Medellín, Cali y Tumaco)- sin embargo vale la pena resumir algunas consideraciones generales, debido a su importancia para la confrontación de los conceptos de la circulación intertropical. Para tal fin se dispone de una serie de ascensiones realizadas con radiosondas en Barranquilla por la PAA (29). Estas consideraciones pueden adelantar algo la interpretación de los datos de Bogotá (Aeropuerto Internacional) que apenas se inician, y que permitirán evaluaciones estadísticas del grado de variabilidad en la constancia de los vientos superiores (dirección y velocidad) como también de las características de las masas de aire.

En resumen, la estructura vertical de la atmósfera en relación con las corrientes características en la zona tropical (Tabla N° 1), se divide en cuatro capas altimétricas principales (19).

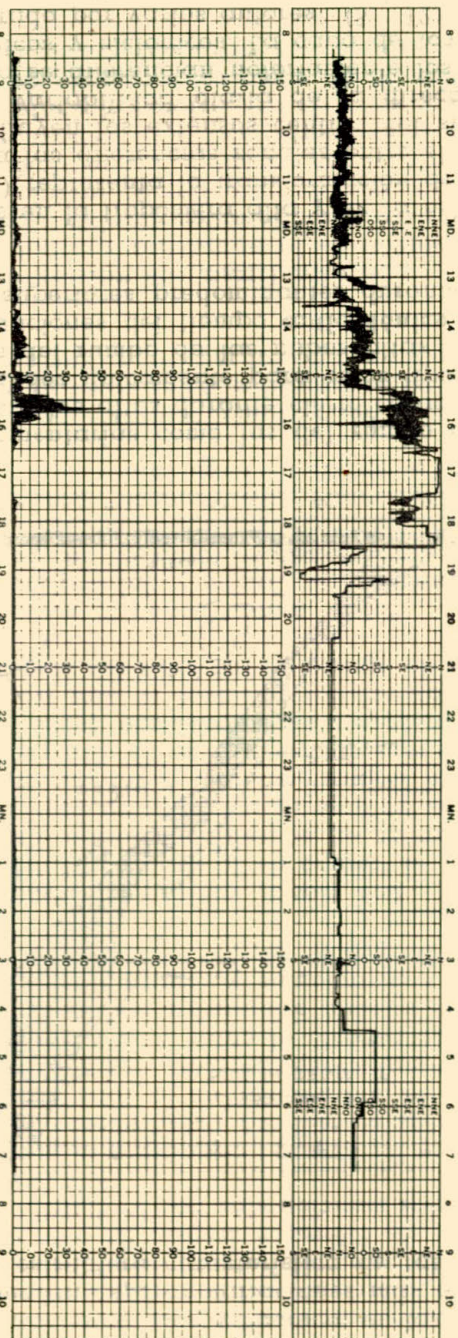
1°) La capa inferior de la circulación local a ras del suelo, de espesor variable según el carácter del tiempo, hasta unos 1000 a 1500 m sobre la superficie; a ésta pueden sobreponerse las componentes de las corrientes generales de acuerdo con la distribución bórica, especialmente durante invasiones de aire subtropical sobre las llanuras costeras y los valles principales.

2°) Las corrientes de compensación térmica (corrientes superiores de la circulación local) de unos 2000 hasta 3 ó 4000 m de altitud relativa. Su dirección es opuesta a la de la capa inferior, pero también a esta corriente puede sobreponerse la dirección del viento bórico (viento geostrófico).

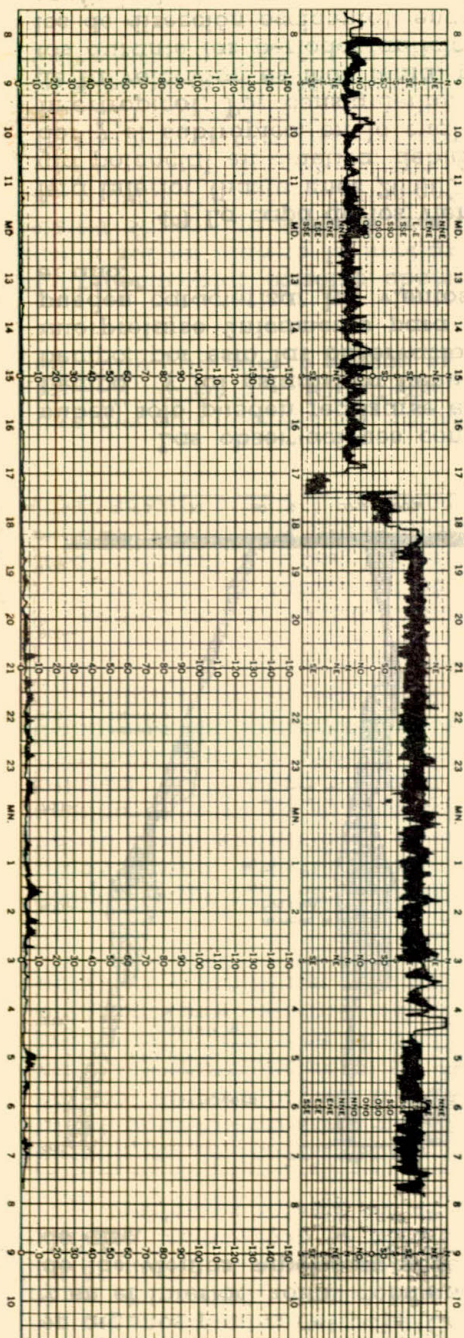
Ambas corrientes pertenecen a la misma circulación local y poseen como característica esencial el cambio de la dirección o de la velocidad entre día y noche (Gráfico N° 3), con una zona de calma entre las dos y horas fijas en los cambios respectivos. Naturalmente, el espesor de estas dos capas varía también con el macro tiempo y es mayor durante el tiempo de carácter variable. En todo caso, como el origen de esta circulación es la diferencia térmica, se invierte el sentido de rotación fuera del ciclo normal por cualquier cambio de esta situación (Gráfico N° 3) por ejemplo: cambia la circulación durante precipitaciones fuertes (con ráfagas fuertes durante tempestades), o se mantiene día y noche debido al insuficiente enfriamiento de la superficie terrestre en las zonas costeras del Atlántico durante períodos anticiclónicos.

3°) Por encima de la circulación local se observan los vientos geostróficos, que varían en dirección y velocidad con el movimiento de los centros atmosféricos; como lo manifiestan las variaciones diarias de la dirección y de la velocidad en esta capa, así como los cambios en la estructura vertical de las masas de aire (temperatura y humedad), los cuales comprueban el intercambio de estas durante una serie de ascen-

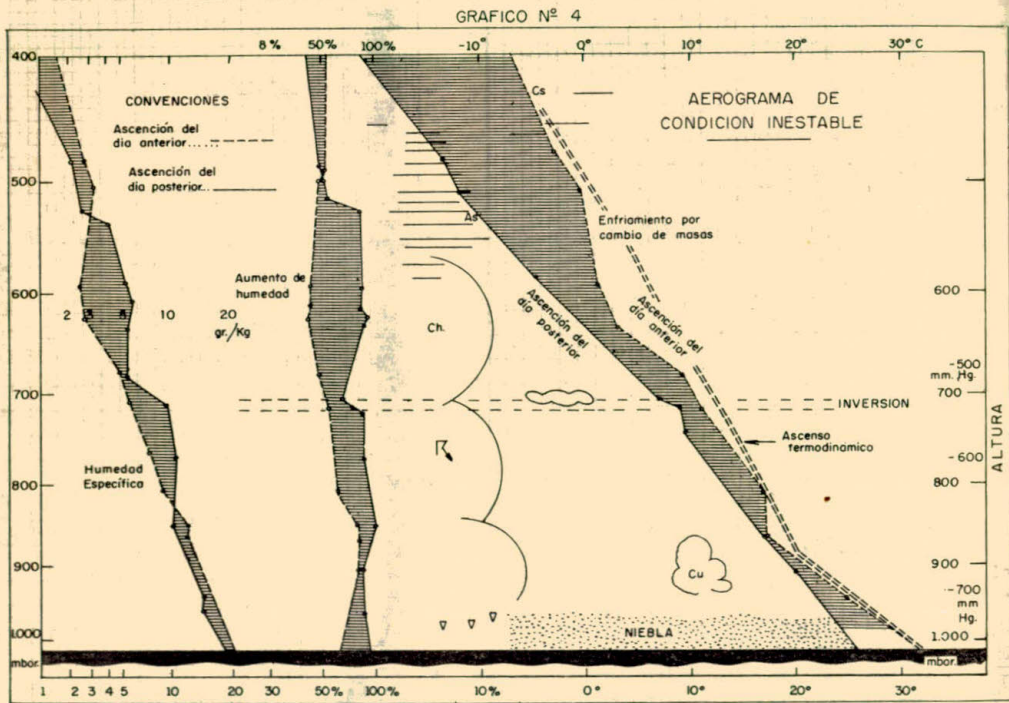
ESTACION: CHINCHINA
FECHA: 6 MARZO / 1950



ESTACION: CHINCHINA
FECHA: 26 NOVIEMBRE / 1949



siones (Gráfico N° 4). Para confirmar cabalmente estas deducciones preliminares se requieren series de ascensiones continuas con radiosondas en algunos puntos del país (Costa Atlántica, Costa Pacífica, en los Llanos y en el interior) zonas donde se pueden esperar variaciones más notorias de los vientos superiores y de la estructura característica de las masas de aire.



Las observaciones complementarias como las del rumbo de las nubes, sólo pueden realizarse en niveles altos durante cierto carácter del tiempo, y tal estadística tiene validez únicamente para estos tipos del tiempo; por esto las observaciones del rumbo de las nubes altas deben interpretarse únicamente para situaciones del tiempo **anticiclónico**, y no pueden caracterizar los vientos superiores predominantes durante todo el año.

4º) La capa de los vientos en la tropósfera alta y en la estratósfera inferior (hasta unos 20.000 m.) representa la transformación de energía potencial en cinética, debido a las diferencias zonales entre el Ecuador y el subtrópico, en lo cual influyen los extensos centros del sistema intertropical. Por consiguiente, la variabilidad diaria de la dirección y de la velocidad es más lenta, pero se diferencian notoriamente los vientos durante los períodos anticiclónicos y ciclónicos. La capa de los vientos de dirección occidental, encontrada por varios autores (5, 12), está confirmada por ascensiones en Barranquilla, y concuerda también con el rumbo de los cirros durante tiempo anticiclónico. Durante la época con predominio de tiempo ciclónico se observan en esta capa vientos fuertes y con direcciones variables.

Como complemento para la descripción de la estructura en la atmósfera se dispone de los datos sobre la distribución vertical de la presión, de la temperatura y de la humedad del aire por medio de las temperaturas pseudopotenciales. Estas diferencian el estado calórico de cada masa de aire, con lo cual se obtienen las características calóricas de las masas de diferente origen. En esta distribución se encuentran también las capas mencionadas por la distribución de los vientos superiores.

En la capa adyacente al suelo las características de las diferentes masas se reducen notoriamente, debido a la poca variabilidad latitudinal de la radiación en la zona ecuatorial y a los procesos de convección (circulaciones locales), como el proceso de turbulencia que intercambia y transporta el calor y la humedad dentro de esta capa. Sin embargo, se pueden diferenciar por medio de la temperatura pseudopotencial masas subtropicales y ecuatoriales, como también marítimas y continentales (Gráfico N° 5).

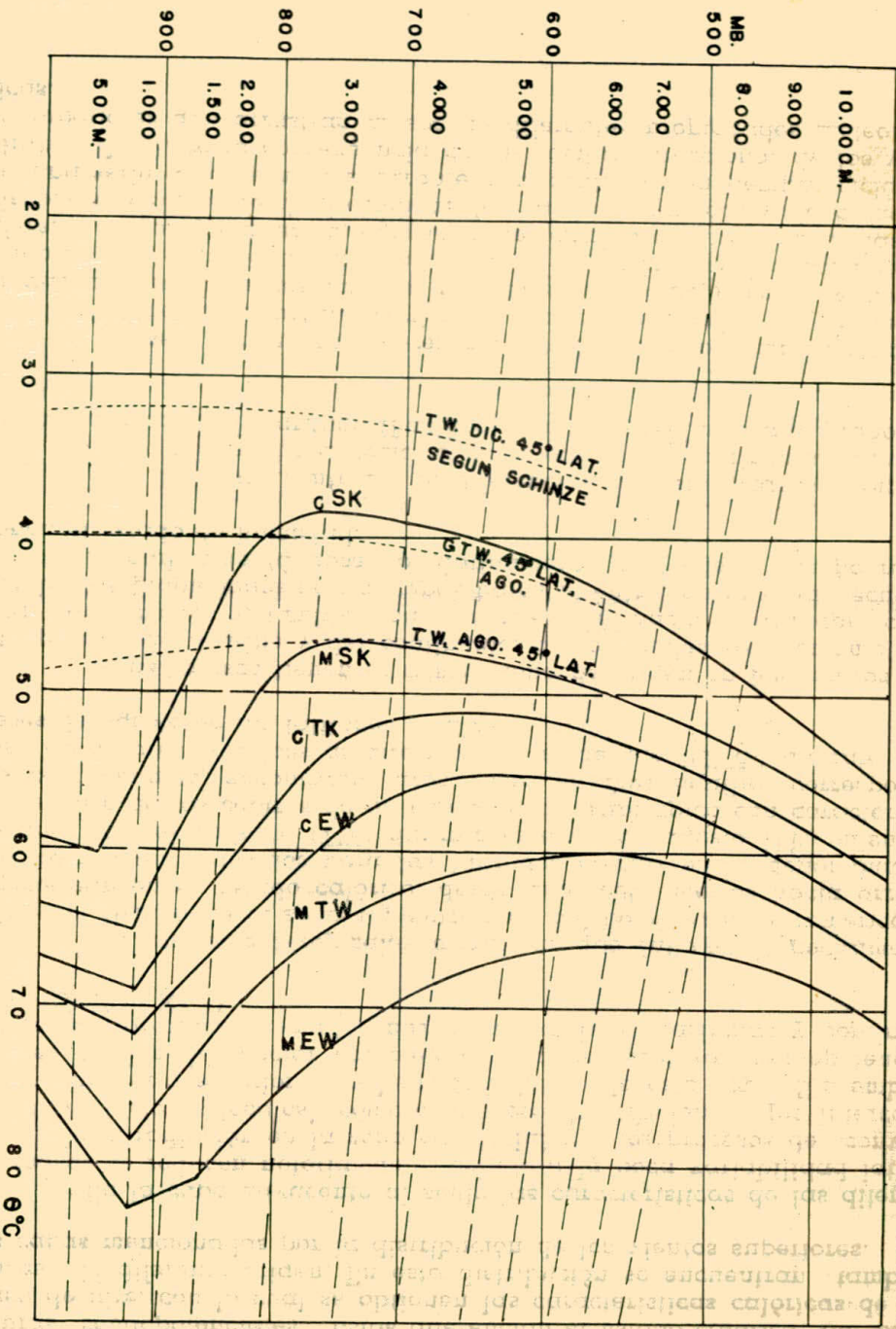
Las masas subtropicales marítimas que influyen especialmente sobre el tiempo de la zona septentrional del continente suramericano, concuerdan en su estado calórico, desde unos 3000 metros hacia arriba, con los valores indicados para las latitudes medias en la denominación de aire tropical caliente (TW) durante el mes de agosto (11); mientras que el aire de los centros de alta presión del subtropico con características continentales, encontrado raras veces en Barranquilla, corresponde por los valores calóricos al aire tropical moderado (GTW) durante los meses de agosto en las latitudes medias.

Estas masas tienen la misma zona de origen en los centros de alta presión del Caribe y del continente, de los cuales se "derrama" en todas direcciones, y, también, en dirección SW hacia el Ecuador cambiando las propiedades en sus capas bajas al entrar en la zona ecuatorial continental, calentándose paulatinamente y al mismo tiempo reduciendo el estado de humedad.

Con bastante contraste se diferencian de estas masas subtropicales las ecuatoriales, tales como la masa ecuatorial continental (Llanos) y la masa ecuatorial marítima (Pacífico) que poseen el más alto grado calórico.

En esta forma, los valores del estado calórico complementan la distribución de la estructura vertical y explican el cambio de las masas de aire en sus diferentes niveles; más brusco durante épocas de tiempo ciclónico que durante tiempo anticiclónico. Además, las deducciones del diferente origen permiten la suposición del cambio de dirección de las corrientes superiores, según lo indican los cambios térmicos y de humedad de una serie de ascensiones durante días continuos en tiempo ciclónico (Gráfico N° 4), como consecuencia de un cambio direccional de los vientos superiores que arrastran masas de diferentes propiedades meteorológicas.

TEMPERATURAS PSEUDO-POTENCIALES COMO DIFERENCIACION CALORICA DE LAS MASAS INTERTROPICALES. - GRAFICO N.5



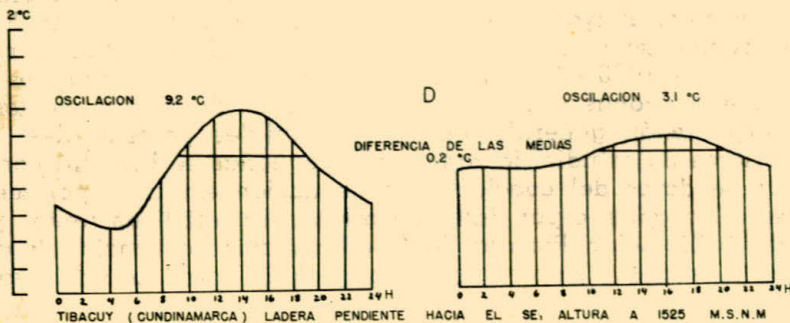
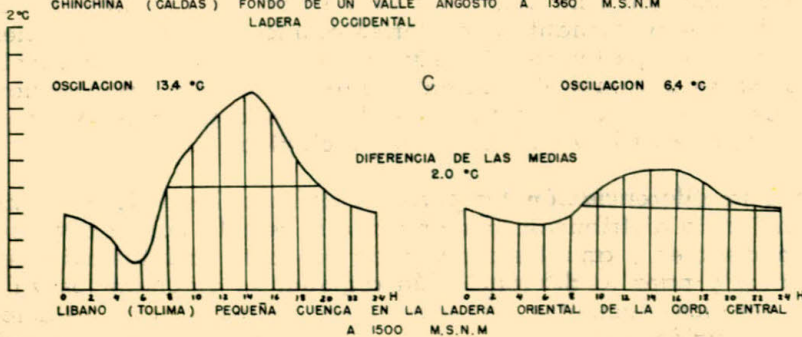
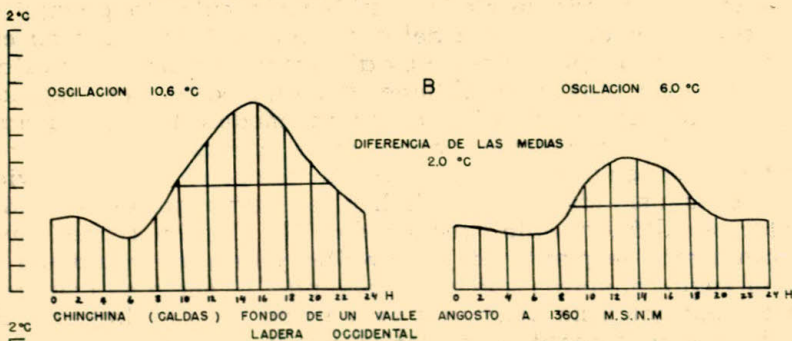
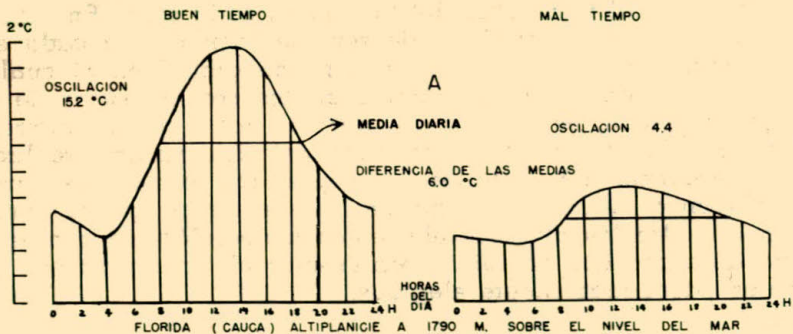
C - EL SISTEMA DE CIRCULACION INTERTROPICAL SOBRE COLOMBIA COMO BASE PARA LA ZONIFICACION.

Aunque los datos meteorológicos de la superficie terrestre están sometidos a diferentes alteraciones locales, resaltan sin embargo en cada lugar las características más importantes del tiempo y del clima de la región, debido a que las variaciones impuestas por el macro tiempo son mucho mayores que las modificaciones locales. Por esto, reflejan todos los datos, en cierto grado, el transcurso del tiempo en cada zona. En esta forma se amplía el radio de efectividad de representación para cada estación meteorológica, tomando en cuenta el sistema global en el cual las observaciones efectuadas en los diferentes puntos son muestras de este sistema. En consecuencia, es preciso ordenar los datos de las diferentes estaciones de acuerdo con las características del sistema de circulación. Así permitirán reconocer más detalles, los cuales son necesarios para la clasificación dinámica. El hecho de que en tales sistemas entran también las correlaciones entre los diversos elementos meteorológicos con su variada facultad de expresión, posibilita representar el transcurso por unos pocos elementos adecuadamente elegidos.

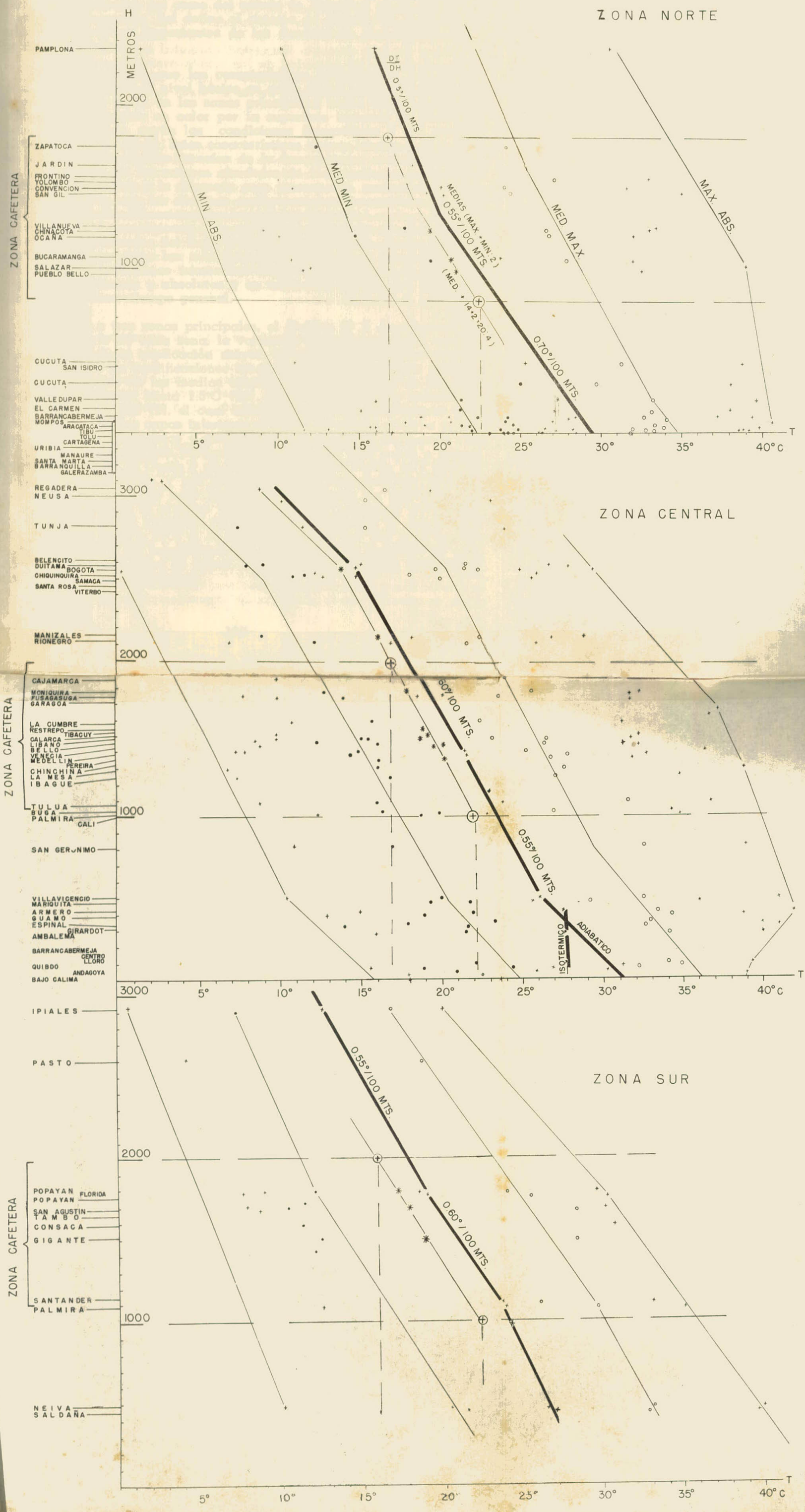
Para este fin puede servir la combinación entre la precipitación pluvial y el brillo solar en la forma del cociente P/B , tomando en cuenta que dos regiones con igual suma pluvial difieren cuando la insolación varía. Una alta suma pluvial se obtiene, por una parte, por aguaceros fuertes de corta duración, o también por lluvias moderadas de mucha duración. Pero estas dos situaciones poseen otras causas físicas en la atmósfera y difieren en cuanto a la distribución temporal de las lluvias y en cuanto a sus intensidades; lo cual indica, en cierto grado, los valores del brillo solar simultáneamente registrados. En el primer caso, mucha agua de los aguaceros se pierde por escorrentía y la gran insolación seca rápidamente el suelo; mientras que en el segundo, el suelo se empapa de agua y la poca insolación no alcanza a evaporarla tan rápidamente. Además, el tipo del tiempo reinante con fuertes aguaceros y al mismo tiempo con mucha insolación pertenece al carácter anticiclónico con un cociente bajo de P/B . En esta forma, el cociente representa tanto las características regionales como también temporales del tiempo reinante, y es, por consiguiente, apto para la zonificación climatológica.

Para la **diferenciación temporal** se utilizan los valores mensuales, o, aún mejor, la distribución porcentual que resulta por la división de los valores mensuales y anuales reduciendo bastante la influencia de los factores locales; y para la **diferenciación regional** se emplean los valores anuales de los dos elementos con muy parecido transcurso estacional. Como la precipitación juega un papel grande en este cociente, debido a sus valores numéricos mayores (en Colombia sumas anuales entre 500 - 6000 mm.) en comparación con los valores de la insolación (horas anuales de brillo solar de 1000 - 2800 horas), se pueden complementar los datos del cociente, en zonas con pocas observaciones de ambos elementos para una interpretación general, con datos pluviales porcentuales. En trabajos posteriores de estudio de zonas más pequeñas se buscará con un número mayor de datos del cociente una ecuación empírica por medio de constantes adecuadas, o por datos de otras características tanto pluviales como del brillo solar. Para tal fin pueden servir frecuencias de ciertas cantidades pluviales y frecuencias de grupos de horas de brillo solar, etc.

CONTRASTES DEL CICLO DIARIO
DE LA TEMPERATURA
DURANTE BUEN Y MAL TIEMPO
EN DIFERENTES LOCALIDADES TIPICAS



DISTRIBUCION VERTICAL (GRADIENTE DT/DH)
DE LAS TEMPERATURAS ANUALES
EN COLOMBIA



La **distribución temporal porcentual** del cuociente y la de la precipitación se incorporan completamente a la interpretación dada anteriormente por medio del sistema de circulación intertropical. De acuerdo con esta interpretación se puede dividir Colombia en seis grandes zonas climatológicas, diferenciando en cada una la orientación de las vertientes con sus variaciones altimétricas correspondientes.

De acuerdo con la interpretación dinámica influye al transcurso del sistema de circulación intertropical una definida distribución térmica como reflexión al cambio de las masas de aire y de la variada efectividad de la radiación, así como del estado de humedad en el aire según el origen de las masas. Así define el sistema de circulación, en cada posición, características importantes de las condiciones atmosféricas sobre las diferentes zonas.

Cabe recalcar que las características calóricas de las diferentes masas determinan el nivel básico en cada altura, como se observa en los gradientes de dt/dh en las zonas principales: norte, central y sur. La radiación transformada en calor por la superficie terrestre se puede esquematizar en tipos, según las condiciones fisiográficas y del carácter del tiempo (Gráfico N° 6). Estas características típicas locales se manifiestan aún por los promedios anuales de la temperatura, como se observa por la dispersión de los valores alrededor de los gradientes respectivos (Gráfico N° 7). Debido a la diferente, pero permanente, variación del ciclo diario en relación con las diversas configuraciones topográficas, se presentan las leves modificaciones en las temperaturas del suelo y bajo los cultivos (microclimatológicas), las cuales siguen proporcionalmente las características generales del lugar y del tiempo reinante. Tanto las temperaturas mínimas como las máximas y las oscilaciones respectivas varían según las condiciones microclimatológicas (incluyendo en éstas las temperaturas extremas y absolutas y su transcurso anual), las cuales se rigen según el macrotiempo general.

Para las tres zonas principales, el Gráfico N° 7 describe en forma visible, dentro de cada zona, la variación de la temperatura con la altura, y no necesita explicación mayor. Se aprecia claramente que las fluctuaciones por las modificaciones locales son pequeñas y que resultan diferencias mayores en las medias anuales según el método de cómputo empleado, que varían hasta 1.5°C (20). Para Cundinamarca elaboró un Gráfico semejante Eidt (2), el cual concuerda para la zona central y la altitud relativa. En las capas inferiores a 400 m de altitud relativa se observa el gradiente isotérmico y adiabático seco, según la inclinación de los valles y pendientes que producen el ascenso del aire suave o brusco respectivamente. En la Costa y en los valles amplios varían sólo poco las condiciones de radiación, y por consiguiente las características térmicas son casi isotérmicas tanto para las medias como para las máximas. En los niveles superiores se observa la influencia del transcurso del tiempo por las diferencias del gradiente de las tres zonas, el cual se calcula para la zona entre 1000 y 2000 m en 0.70, 0.55 y 0.60 por 100 m en las zonas norte, central y sur respectivamente. Desde el nivel promedio de condensación (frecuente techo de nubes) el gradiente disminuye, aproximándose al de la adiabata húmeda.

La humedad absoluta tiene relación estrecha con la distribución térmica y es mayor para aire caliente. Así, la humedad absoluta del nivel de iniciación de la convección influye en la cantidad pluvial de cada región; por esto, resultan las lluvias más intensas en las zonas de la Costa Pacífica y de los Llanos Orientales, donde el nivel de iniciación para los procesos verticales tiene gran humedad absoluta a temperaturas altas. En contraste, cuando el nivel de iniciación son las altiplanicies (como la Sabana de Bogotá) el metro cúbico de aire, saturado a la temperatura promedio de 13°C, puede absorber sólo 11 a 12 gr. de agua, y las intensidades de los aguaceros se reducen, así como las máximas cantidades pluviales en 24 horas. En las zonas con un alto contenido de humedad absoluta se adiciona generalmente a las intensidades mayores, una prolongación de la duración de las lluvias intensas. En consecuencia, los valores de este elemento (humedad absoluta) están determinados por las características de humedad de las masas arrastradas con diferenciación entre marítimas y continentales. También la humedad relativa caracteriza el estado de humedad de las diversas masas de aire, aunque en menor grado.

La nubosidad y con ella la radiación (insolación e irradiación) son tal vez los indicadores más expresivos del tiempo y de los períodos de cierta predominancia, debido a que se presentan a semejantes condiciones atmosféricas, semejantes aspectos de la nubosidad. Naturalmente, requiere esta observación, en su estado de perfeccionamiento una gran experiencia; pero se presta con mucha facilidad para la interpretación del dinamismo en la atmósfera, por la permanente formación y disolución de la nubosidad con sus variadas formas y desarrollo, por lo cual, la meteorología sinóptica ha elaborado 27 grupos (9 para cada nivel altimétrico) con su respectiva descripción (25). Esta clasificación numérica facilita la aplicación estadística, relacionando las diferentes clases con los tipos principales del tiempo reinante.

En el caso de la radiación se nota, en mayor grado aún, la gran escasez de observaciones, lo cual no permite todavía la aplicación de este elemento meteorológico para una zonificación, aunque la deducción inversa del estado general de la atmósfera permite intentar la interpretación preliminar de este elemento, transfiriendo los conocimientos básicos sobre su absorción, reflexión y refracción en la atmósfera.

Para demostrar el transcurso climatológico de las seis zonas principales se ha preparado el Gráfico N° 8. El transcurso representativo para cada zona y diferentes niveles altimétricos resulta por la distribución porcentual, según el promedio de varias estaciones se destaca, en el Gráfico, por medio de las áreas que resultan comunes en el transcurso tanto en las vertientes occidentales como orientales (amarillo y verde oscuro); mientras que los períodos de diferenciación por causa de los efectos orográficos se distinguen por verde claro y anaranjado, correspondientes para cada lado de las vertientes. En esta forma se aprecia la prolongación y el acortamiento de los períodos principales de tiempo según la orientación y altitud relativa efectiva, causados por los procesos dinámicos de acuerdo con la situación del macro tiempo predominante.

TRANSCURSO CLIMATOLOGICO RELATIVO EN PORCIENTOS DE ACUERDO CON EL CUOCIENTE P/B-DE LA ZONA INTERTROPICAL-12°N-4°S-PARA LAS VERTIENTES OCCIDENTALES Y ORIENTALES Y DIFERENTES ALTITUDES RELATIVAS-EFFECTIVAS

ZONA NORTE

ZONA SUR

VERT. OCCIDENTAL

VERT. ORIENTAL

VERT. ORIENTAL

VERT. OCCIDENTAL

ALTITUD RELATIVA-EFFECTIVA APROXIMADA

6° - 8° LATITUD NORTE

4° - 6° LATITUD SUR

