



OFFICE de la RECHERCHE
SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE
OUTRE MER (FRANCE)

ESTUDIO REGIONAL INTEGRADO DEL ANTIPLANO CUNDIBOYACENSE

METODOLOGIAS



IGAC

INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI"

Bogotá, 1984

PROYECTO IGAC-ORSTOM



INSTITUTO GEOGRAFICO

AGUSTIN CODAZZI

COLOMBIA



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ET TECHNIQUE D'OUTRE-MER

FRANCE

COMITE DIRECTIVO *

- Director General del IGAC o su representante.
- Co-director colombiano del proyecto.
- Jefe de la Misión ORSTOM, Co-director francés del proyecto.
- Representante del Departamento Nacional de Planeación (DPN).
- Consejero Cultural, Científico y Técnico de la embajada de Francia.

* Según lo establecido en el acuerdo administrativo entre el IGAC y el ORSTOM.

PARTE COLOMBIANA

CO - DIRECTORES SUCESIVOS

Alfonso Pérez

Victor Julio Alvarez

Hugo Sánchez

PROFESIONALES

Alejandro Arce

Antonio Castiblanco

Jorge Córdoba

Julio Enciso

Reinaldo García

Teresa Hernández

Francisco Lezama

Luis Montaña

Hernán Mendoza

Ana Niño

Esperanza Santamaría

Jaime Briceño

Hipólito Chavez

Mandius Romero

Marta Fandiño

Carlos Gómez

Hugo Zambrano

PERSONAL DE DIBUJO

*Cartografía elaborada
por el grupo de dibujo
de la Sub-dirección
de Investigación y
Divulgación Geográfica*

PERSONAL AUXILIAR

Isabel de Achury

Simón Chacón

Adolfo Chaparro

Enrique Duarte

Germán Gutiérrez

Javier Jurado

Luz Marina Molano

Flor de Navarrera

Haydée Niño

Miguel Platón

José Quiñones

Juan Rojas

PARTE FRANCESA

CO - DIRECTORES SUCESIVOS

Jean Maynard

Jean Boulet

EXPERTOS

Patrick Le Goulven

Henri Poupon

EXPERTOS EN MISION

Le Cu Chau

Pierre Pourrut

Jacky Quinet

SECRETARIA

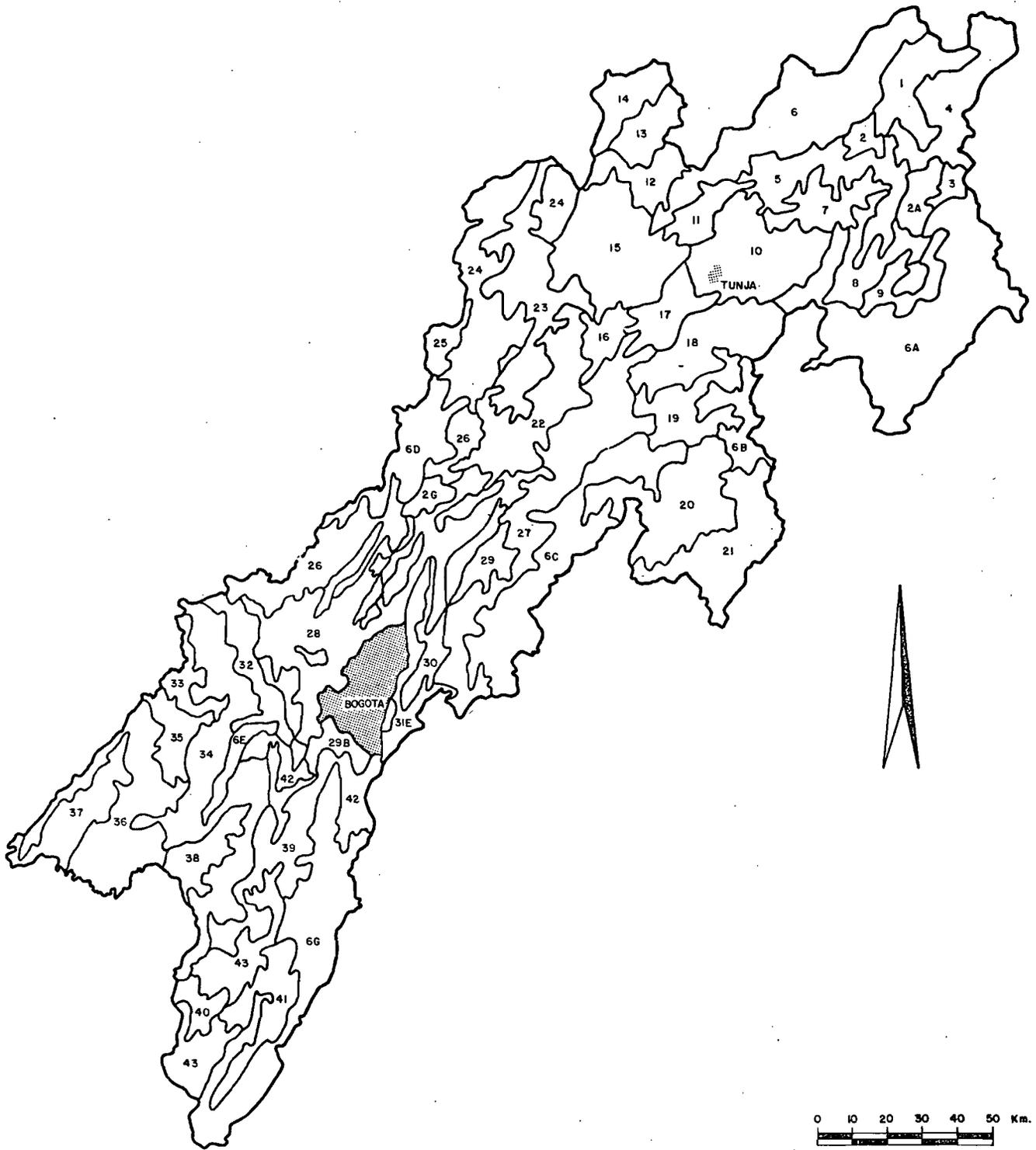
Nelly Figueroa

ESTUDIO REGIONAL INTEGRADO

DEL

ALTIPLANO CUNDIBOYACENSE

MAPA DE LOCALIZACION DE LAS ZONAS HOMOGENEAS



VOLUMEN METODOLOGICO

ESTUDIO ELABORADO POR

Jean BOULET Patrick LE GOULVEN Henri POUPON

Colaboración técnica

Nelly FIGUEROA Germán GUTIEREZ Juan ROJAS

PRESENTACION

Este volumen metodológico comprende tres partes cuyas finalidades son bien diferentes:

- Una metodología general
- Su aplicación al estudio integrado del Altiplano Cundiboyacense
- Las metodologías sectoriales

La metodología general

Consiste sobretodo en un ensayo teórico que intenta proporcionar las líneas directrices y un marco de pensamiento que permitan llevar a cabo un estudio integrado. No tiene en cuenta las contingencias y las limitaciones propias de cada estudio.

Aplicación al estudio integrado del Altiplano Cundiboyacense

Esta parte muestra como se utilizó la metodología general en un caso concreto, considerando esta vez las limitaciones temporales y materiales inherentes a cualquier proyecto, los ajustes que debieron realizarse y los dominios que fue necesario sacrificar.

Metodologías sectoriales

El objetivo de estas metodologías es indicar como pueden efectuarse determinados trabajos de base y cuales son los artificios que permiten paliar, en algunos caso, las insuficiencias de la información.

PRIMERA PARTE

METODOLOGIA GENERAL



INTRODUCCION

Los estudios de desarrollo datan de antiguo y en sus comienzos fueron elaborados esencialmente por economistas.

En diferentes países, la existencia de desequilibrios regionales obligó a sus respectivos gobiernos a pensar en un desarrollo más armónico y más equilibrado. Por esa razón se puso en marcha una política de desarrollo de carácter ante todo espacial, que se calificó como ordenación del territorio.

En esta perspectiva, no se buscaba únicamente un desarrollo económico rápido y rentable, sino el que permitiera suavizar las disparidades regionales sin impedir un crecimiento de mayor magnitud en las comarcas con buena potencialidad, representada en recursos superiores.

Estas preocupaciones por la ordenación del territorio empezaron en los años 1920 - 1930 en Estados Unidos y en Gran Bretaña, y sólo en los años 1950 - 1960 en el resto de Europa. En efecto, después de la Segunda Guerra Mundial, los países europeos se interesaron más por poner de nuevo en marcha la máquina económica que en promover el desarrollo armonioso de sus respectivos territorios.

Esta filosofía de la ordenación del territorio requería la participación de especialistas en varias disciplinas, como la geografía, el urbanismo, la sociología y la ingeniería, que vinieron a unirse a los economistas.

Recientemente apareció la necesidad de ordenar el territorio teniendo en cuenta la protección del medio ambiente. Actualmente no sólo es un imperativo armonizar el desarrollo económico, sino también protegerse de los inconvenientes que éste genera.

Antes sólo era preciso asegurar los medios para la vida, ahora se debe pensar también en mejorar la calidad de la misma.

Esta última etapa hizo crecer el carácter pluridisciplinario de los estudios, incluyendo en los equipos mencionados anteriormente, especialistas en ecología, arquitectura, paisajismo, organización del trabajo,

METODOLOGIA GENERAL

I Proposición metodológica para un estudio integrado de desarrollo regional

Lo expuesto en la introducción permite plantear el primer punto importante: este tipo de estudios no puede ser efectuado sino por un equipo que reagrupe especialistas en varias disciplinas.

Un estudio integrado requiere tomar en cuenta un gran número de factores y debe elaborarse por etapas:

- Una etapa de inventario
- Una etapa de análisis
- Una etapa de diagnóstico

- El inventario

Es indispensable conocer las características de la región estudiada, si es rural o urbana, si está densamente poblada o casi deshabitada, si los servicios están bastante desarrollados o no, si el relieve es accidentado o por el contrario plano, si los recursos naturales son considerables o escasos,

Esta fase puede realizarse rápidamente si existe una documentación de base reciente, homogénea y coherente. En caso contrario, demanda un gran trabajo de terreno, de recolección de datos, estudios críticos de los documentos y por lo tanto se vuelve excesivamente larga. Desafortunadamente la segunda hipótesis es más frecuente que la primera.

- El análisis

Esta etapa del estudio es simultáneamente sectorial (economía rural, población, recursos hídricos,) y multisectorial (relaciones existentes entre los diversos sectores, por ejemplo uso del suelo/población, recursos hídricos/uso agrícola del suelo/aprovisionamiento de agua de la población y las industrias,).

- El diagnóstico

A partir del análisis del medio regional puede efectuarse un diagnóstico que destaque los puntos fuertes y las carencias de la región, y en este último caso identifique los problemas, es decir no solamente su existencia sino también su localización y su gravedad.

Dos métodos de trabajo son teóricamente posibles:

- El primero intenta tomar en cuenta todos los factores que intervienen, apoyándose en los estudios existentes o elaborando los que hagan falta. Este método puede parecer completo pero es pesado, largo y requiere un gran número de especialistas. Tiene además el inconveniente de llevar a cabo estudios en campos de poco interés para la región considerada y convertir la integración en un laberinto de difícil manejo, debido a la cantidad de documentos elaborados y a sus desiguales importancias.

Para decir las cosas de otra forma, se consideran todos los factores posibles y se realizan los estudios correspondientes, eliminando luego aquellos cuyo aporte es mínimo para la finalidad que se pretende alcanzar. Este proceso puede calificarse como de tipo académico, puesto que su objetivo es suministrar un conjunto de conocimientos sin preocuparse demasiado del tiempo necesario para su elaboración.

- El segundo método trata de seleccionar los factores más influyentes en la zona de estudio, a partir de un análisis rápido del paisaje y de los documentos existentes. Los estudios de dichos factores darán la mayoría de las respuestas en cuanto al diagnóstico y a las soluciones que se propongan. Esta metodología, que parte de una idea a priori, tiene la ventaja de ser menos pesada, requerir equipos más reducidos, no perder tiempo en estudios de poco interés y permitir una integración más fácil.

En este segundo caso se llevan a cabo un menor número de estudios, quedando siempre la posibilidad de completarlos luego en el caso que uno o varios de los dominios abandonados inicialmente, se revelen indispensables para la buena comprensión de la región estudiada y para la identificación de los problemas que presenta. Este es el procedimiento más apropiado para realizar estudios con una finalidad específica, en los cuales debe tenerse en cuenta tanto los objetivos fijados como los plazos para su realización.

En ambos casos, este tipo de estudio se efectúa simultáneamente y de manera general, sobre bases numéricas (modelos matriciales) y cartográficas.

Es obvio que debe preferirse la segunda proposición.

El soporte de síntesis

La integración en esta clase de estudios no debe y no puede hacerse por simple yuxtaposición de los diferentes trabajos, lo que por definición sería contrario a su objetivo, sino que debe realizarse con base en un soporte que incluya un considerable número de factores.

Dicho soporte desempeñará la función de hilo conductor para la definición de las investigaciones que deben emprenderse y será el pilar del procedimiento analítico. En cualquier caso, el soporte de síntesis puede ser "el análisis del paisaje", entendido en el sentido de la escuela geográfica francesa, es decir como la síntesis de la acción de los hombres y su civilización sobre el medio natural en un momento dado.

Expresado en otros términos, un número suficiente de hombres, que disponen de los medios de una civilización técnicamente avanzada, va a producir paisajes en donde su huella dominará los elementos del medio natural; ejemplo de las grandes aglomeraciones urbanas, contrariamente a lo que sucede en las zonas vacías o pobladas por personas que no disponen de una civilización técnica poderosa, en donde éstas van más bien a soportar los elementos del medio natural, cuya importancia será entonces dominante.

La acción de los hombres y de su civilización sobre el medio natural para edificar un paisaje se ejerce de dos maneras:

- La manera como utilizan el espacio
- la manera como organizan el espacio

Definamos estos dos conceptos:

- La utilización del espacio

Es el modo como la gente emplea el espacio. Si se trata de campesinos o de ciudadanos, la utilización del territorio será totalmente diferente. Un paisaje minero evidentemente no tiene nada en común con un paisaje ganadero, y podrían multiplicarse hasta el infinito los ejemplos.

- La organización del espacio

Es la manera como la gente dispone del espacio. Las estructuras agrarias son muchas veces el elemento principal de dicha organización. Si se tiene en un mismo espacio un igual número de personas, que disponen de los mismos medios pero con un tipo de organización diferente, el paisaje a su vez será diferente.

Por ejemplo, la altiplanicie de BOGOTA, con la misma reserva humana e idéntica utilización del suelo, aparecería muy diferente si la tenencia de la tierra se presentara con explotaciones medianas y grandes o si estuviera dividida en explotaciones pequeñas entre toda la población que habita dicho territorio. Las zonas de minifundio de CIENEGA y VIRACACHA tendrán un aspecto muy distinto, conservando la misma densidad humana, si existieran grandes explotaciones. Se supone que en este caso se encontrarían importantes asentamientos de obreros agrícolas cerca de las grandes explotaciones, a diferencia del habitat actual que es disperso.

Esperamos que lo expuesto demuestre hasta que punto la noción de paisaje realiza la síntesis de numerosos factores y porque su papel es preponderante en un estudio integrado. Es importante precisar que el análisis del paisaje incluye únicamente elementos cualitativos, que deben ser especificados y cuantificados por los estudios a los cuales induce.

II Los estudios por realizar

Pueden clasificarse en dos tipos, los estudios de base y los complementarios.

Los estudios de base pueden definirse como aquellos que investigan detalladamente los fenómenos generales y esenciales de la totalidad de la región considerada.

Los estudios complementarios son los concernientes a fenómenos:

- de interés secundario pero que atañen a toda la zona, o
- esenciales, pero bien localizados (zonas industriales en un medio predominantemente rural, por ejemplo)

Nunca se insistirá lo bastante sobre el hecho de que todas las investigaciones y estudios tienen que realizarse con la máxima exactitud posible, dando así un margen de confiabilidad aceptable. Esta premisa es especialmente necesaria en el caso de los estudios de base, puesto que del grado de precisión y confiabilidad de los mismos dependen la calidad del diagnóstico y de las propuestas que se hagan. Es una ilusión creer que pueden darse conclusiones exactas si se parte del análisis de documentos erróneos. Tampoco sobra recomendar una extremada prudencia en lo que concierne a las ideas recibidas, o sea con las evidencias.

Las metodologías sectoriales muestran claramente la importancia de este punto. Dedicar tiempo al establecimiento de documentos de base de buena calidad no es perderlo, todo lo contrario equivale a ganarlo. También se hace necesario tener presente que un estudio con finalidad específica se hace para que sirva, para que tenga una aplicación y que los errores que se cometan en este dominio son costosos desde todos los puntos de vista. ¿Qué es mejor, tener la impresión que se malgasta tiempo realizando un estudio fiable, o emprender obras sobre bases poco seguras?

En todos los países, los ejemplos de obras importantes llevadas adelante sobre bases inciertas y que desembocan en catástrofes, son suficientemente abundantes para que no sea preciso insistir más al respecto.

III Las zonas homogéneas

Generalmente una zona de estudio es amplia y heterogénea. Los problemas que se encuentran son múltiples y las soluciones que se pueden proponer difieren de un lugar a otro. Entonces, si se trata desde un comienzo de analizar los estudios de base en la totalidad de la región considerada, se presentan dos peligros:

- Olvidar u ocultar algunos problemas tal vez muy localizados pero que pueden ser importantes.
- Presentar al planificador recomendaciones muy banales y muy generales en cuanto a sus aplicaciones.

Para evitar estos riesgos es necesario definir y delimitar sub-zonas, que podemos llamar zonas homogéneas, que presenten la misma problemática general.

Ahora bien, ¿cómo definir y delimitar dichas zonas? La definición se realiza a partir de una observación directa y minuciosa de toda la región (aunque bastante rápida), complementada por encuestas de campo (entrevistas).

La delimitación es a menuda bastante más delicada, y se hace fundamentándose en los estudios realizados, ya sean de base o complementarios, los que sean más apropiados en cada caso.

Es evidente que si la región estudiada es homogénea la división es completamente inútil. En el caso contrario, mucho más frecuente, es muy difícil evitar la división si se quiere lograr un nivel de análisis suficiente, que permita la identificación de los problemas en forma operacional.

Clasificación

No debe olvidarse que los resultados de un estudio de tal naturaleza deben ser fácilmente utilizables por los planificadores, en pro de una mejor ordenación territorial.

En general, el planificador puede seguir dos direcciones bien distintas:

- Se interesa en una o más zonas homogéneas y en la solución de todos los problemas existentes en ellas, o
- Se interesa en un problema esencial y/o general de toda la región.

Entonces, para facilitar la toma de decisiones en cualquiera de estas dos posibilidades, se hace necesario clasificar los problemas según dos perspectivas distintas:

- Intra-zonal
- Extra-zonal

La clasificación vertical (intra-zonal)

Se realiza teniendo en cuenta los factores que definen la gravedad de cada problema (análisis multi-factorial).

Pero no debe perderse de vista que el estudio integrado, tal como quedó entendido, debe ser rápido y de fácil interpretación. Por lo que está fuera de lugar multiplicar al infinito los fac-

tores y construir matrices con base en análisis multifactoriales cuantitativos y precisos.

Para tener en cuenta estos imperativos, la clasificación que proponemos considera solamente los factores principales, ordenados por calces de importancia y representados por un número.

Si G representa la gravedad del problema en el interior de su zona homogénea, G depende principalmente de:

- A : Agudeza del fenómeno
- B : Superficie concernida
- C : Población a la que afecta
- D : Impacto económico

$$G = f(A,B,C,D)$$

A	B	C	D	
4	4	4	4	Muy importante
3	3	3	3	Importante
2	2	2	2	Medio
1	1	1	1	Débil

De esta manera cada fenómeno se define por su vector (A,B,C,D), en el que los números tienen solamente un carácter ordenatorio y permiten una rápida visualización de la importancia de cada vector.

Si se requiere clasificar los problemas en el interior de la zona homogénea, debe recordarse que los factores citados pueden considerarse en forma independiente, por lo que:

$$G = f_1(A) \times f_2(B) \times f_3(C) \times f_4(D)$$

Pueden considerarse después cuatro clases:

Clase I	:	Muy grave
Clase II	:	Grave
Clase III	:	Poco grave
Clase IV	:	Muy poco grave

Así, la clase de gravedad de un problema estará definida por la multiplicación de cada factor, entendiéndose que cada número estará afectado por un coeficiente de ponderación propio a cada caso.

Concluyendo, un problema estará definido por:

- Su gravedad (clase)
- Sus características (vector)
- Una breve explicación que permitirá al planificador tener una idea precisa de la manera como cada fenómeno afecta a la zona.

La clasificación horizontal (extra-zonal)

Se efectúa siguiendo el mismo procedimiento que para la vertical, pero considerando la importancia de los factores a nivel de toda la región estudiada y no solamente a nivel de cada zona homogénea.

SEGUNDA PARTE

APLICACION AL ALTIPLANO
CUNDIBOYACENCE

APLICACION DE LA METODOLOGIA GENERAL AL ESTUDIO INTEGRADO
— DEL ALTIPLANO CUNDIBOYACENSE

Al igual que la metodología general se fundamenta en tres puntos:

- Un inventario detallado
- Estudios y análisis factoriales
- Análisis interfactoriales e intersectoriales que desembocan en un diagnóstico final

I Inventario detallado

Un primer y rápido reconocimiento del medio que se va a estudiar permite sacar a la luz algunas características importantes:

- Zonas altitudinales de gran variación tanto en su relieve como en la orientación de sus vertientes, lo que implica una gran diversidad hidroclimatológica y pedogenética.
- Importancia de las lagunas y depósitos de agua, y existencia de zonas mal drenadas.
- Utilización muy variada del suelo.
- Existencia de grandes polos industriales.
- Población densa con un habitat disperso y predominantemente rural (si se excluyen los casos de los alrededores de BOGOTA).
- Impacto de BOGOTA y presencia de algunas ciudades de cierto tamaño, lo que tiene como consecuencia corrientes de intercambio en todos los dominios (humano, económico, servicios).

- Desarrollo del transporte terrestre.
- Importancia del fenómeno escolar.

Estas primeras características sirvieron como guía para elegir los estudios (de base o complementarios), que debían realizarse, con la estrategia más apropiada para llegar al diagnóstico final.

Los estudios necesarios para la buena comprensión de un medio con las características anteriormente enunciadas son de dos tipos:

1o - Estudios de base

* El medio físico

- Orohidrografía
- Hidroclimatología
- Pedología, erosión actual y potencial

* El medio humano

- Población
- Uso actual del suelo
- Infraestructura de servicios
- Estructuras agrarias y economía agrícola
- Organización urbano-regional

2o - Estudios complementarios

- Actividades industriales
- Comercio y comercialización

- Turismo
- Economía regional y macro-economía

Estrategia del estudio

Las variedades de paisajes generadas por las diferencias altitudinales (de 400 a 4,000 metros), obligatoriamente implican una división en zonas homogéneas para lograr un sólido diagnóstico final.

II Estudios y análisis sectoriales

- Definición y orientación de los estudios de base (1)

La orientación de estos estudios se determinó lógicamente en función de los objetivos del Proyecto.

a - Hidroclimatología

De manera general, el buen manejo del agua consiste en satisfacer las necesidades agrícolas, humanas e industriales; satisfacer también las necesidades de energía (hidroelectricidad) y proteger al hombre, su medio ambiente y sus medios de producción, de los daños que originan las inundaciones y la contaminación.

Tal concepción implica realizar un estudio de las necesidades y otro de los recursos, dando prioridad a la parte determinante.

En regiones de grandes necesidades y pocos recursos, más vale saber en primer lugar cuanto se tiene para luego elaborar esquemas de distribución,

Por el contrario, el Altiplano Cundiboyacense tiene mayores recursos que necesidades y su problemática es ante todo de optimi-

(1) Estudios de base: Cf. Definición dada en la Metodología General.

zación del manejo. En este caso, es más conveniente empezar por el análisis de los requerimientos máximos para después acondicionar la parte de los recursos suficiente para abastecer la demanda.

En ambos casos es indispensable clasificar los requerimientos según las prioridades; en el primero es de vital importancia cumplir esta premisa y en el Altiplano permite evitar deficiencias en el servicio de agua potable o una baja de la producción agrícola.

Hemos considerado que los 2 estudios mencionados podían realizarse a nivel mensual, precisión que nos parece necesaria y suficiente para la obtención de resultados bastante exactos para la totalidad de la región.

Estudio de las necesidades

- Agrícolas: El estudio puede descomponerse en tres fases sucesivas.
 - . El análisis de las necesidades climáticas mediante índices que señalan la intensidad del déficit hídrico, localizando de esta forma las zonas más áridas, correspondientes a las que presentan el déficit mayor.
 - . La delimitación en dichas zonas, de las áreas donde el riego es factible, tanto técnica como económicamente.
 - . El cálculo de los requerimientos máximos en las áreas elegidas.

La primera fase se realiza a partir del cálculo de los balances hídricos, donde principalmente intervienen los datos pluviométricos y climatológicos (ETP).

La segunda fase constituye esencialmente un resultado de los estudios acerca de la aptitud agropecuaria del suelo, el uso actual de la tierra y la economía agrícola. El dominio climatológico

interviene solamente suministrando los limitantes que existen en esa materia para dichas actividades.

La tercera fase se realiza también a partir de los resultados obtenidos por los balances hídricos, modificándolos con base en el uso actual del suelo y las probabilidades futuras.

- Humanas.

A partir de los estudios de población (repartición y dinámica), de la calidad del servicio actual de acueducto y de los consumos actuales (y futuros), se hace posible:

- . Localizar los problemas existentes
- . Definir los requerimientos futuros (se tomó punto de referencia futuro el año 2000).
- . Determinar los problemas venideros.

- Industriales

Las grandes zonas industriales se abastecen de agua mediante el servicio de acueductos urbanos, es decir que sus consumos están contabilizados en el de las ciudades. Las que no se benefician de estas redes oficiales, utilizan un caudal mínimo si se compara con los de otras necesidades.

- Energéticas

Vale la pena recordar que en el escalafón mundial, Colombia ocupa uno de los primeros rangos en cuanto al potencial hidroeléctrico por habitante. Sus características físicas (3 cordilleras) se prestan a la realización de obras más de carácter nacional que de tipo regional. Por esta razón el tema no se trató de manera sistemática, sino en las zonas homogéneas interesadas.

Recursos hídricos

El agua subterránea es uno de los componentes, pero es sabido que su utilización es generalmente costosa y que la estimación de sus volúmenes es difícil, por lo que se relega a una alternativa en casos de extrema necesidad.

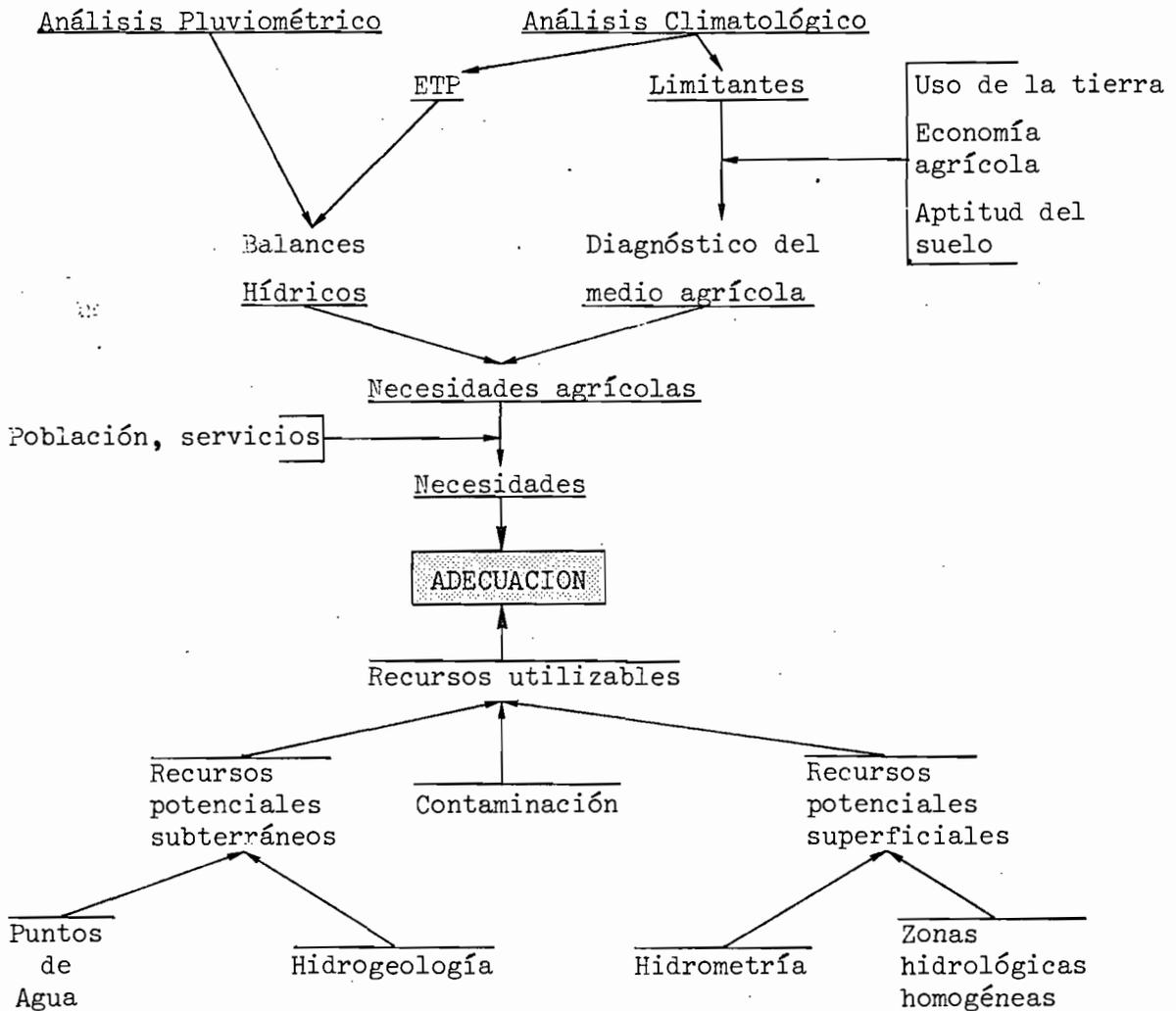
El agua superficial, cuyo estudio puede descomponerse en 5 fases sucesivas:

- . El análisis de los recursos puntuales (las estaciones), considerando también los valores extremos.
- . El análisis de las características del medio físico propiamente dicho, lo que combinado con los balances hídricos permite delimitar zonas hidrológicamente homogéneas.
- . El ajuste entre dichas zonas y los recursos puntuales, lo que conduce a la cuantificación y localización de dichos recursos.
- . El estudio de la contaminación, que permite eliminar los recursos no utilizables.
- . El estudio de las inundaciones, que transforman el agua de un recurso a un peligro. El tema no ha sido tratado en el estudio del Altiplano, por la sencilla razón que ya ha sido eliminado por los organismos interesados.

La fase de delimitación de zonas hidrológicamente homogéneas, tampoco tiene mucha importancia en dicho estudio. La adecuada ubicación de las estaciones hidrométricas y el número de las mismas, permiten tener una idea lo suficientemente clara y precisa acerca de los recursos aprovechables. Se presentará sin embargo la metodología que debe emplearse por ser un campo de estudio muy importante en regiones más desfavorecidas.

Adecuación entre necesidades y recursos

La parte final del estudio hidroclimatológico corresponde casi totalmente al planificador y no al investigador. La toma de decisiones tiene tanto implicaciones políticas como técnicas, y estas últimas pueden a veces estar en contracción con las primeras. Si en nuestro trabajo se han cometido algunos desaciertos, estos se han dado sólo en el segundo campo tratando de encontrar la manera apropiada de regular el agua, con el fin de hacer coincidir recursos y necesidades a lo largo del año.



b - Suelos y erosión

Los estudios correspondientes fueron realizados por la Subdirección Agrológica del IGAC y constituyen documentos indispensables para la elaboración del mapa de aptitud agrícola del suelo.

El mapa de suelos permite conocer la calidad intrínseca del mismo en cada unidad cartografiada, la superficie ocupada por cada tipo de suelo y su localización.

- Erosión actual y potencial. Considerando la amplitud que tiene este fenómeno en el Altiplano, se convierte en un imperativo medir su importancia y localizarlo.

Pudiendo así delimitar los sectores amenazados y efectuar las recomendaciones apropiadas. Es por ello, y sobretodo en la óptica de este Proyecto, que la información aportada por dicho mapa para la elaboración del mapa de aptitud agrícola del suelo, constituye un fundamento insustituible.

c - Aptitud agrícola del suelo

Este estudio representa una primera fase de la integración, puesto que sintetiza cuatro factores del medio físico:

- Calidad intrínseca del suelo
- Erosión
- Pendiente
- Calidad del drenaje

Permite definir, en cada unidad de suelo cartografiada, si su aptitud es muy buena, buena, mediana, baja o muy baja. Su primera ventaja radica en que califica de manera comprensible las distintas

unidades de suelo, pero sobretodo en que aprecia la adecuación existente entre el uso del suelo y el medio físico,

d - Uso actual del suelo

Puede considerarse uno de los estudios más importantes dentro del Proyecto, pues tanto él como su representación cartográfica traducen fielmente el paisaje actual en su variedad y su complejidad. Más adelante podrá evaluarse el papel que desempeñan en la delimitación de las zonas homogéneas. Constituyen igualmente la base sobre la que reposa, en gran parte, el análisis de la economía agrícola.

La medición de las superficies dedicadas a cada tipo de actividad permitirá a continuación la evaluación de las diferentes producciones,

En una región predominantemente rural, como es el caso del Altiplano Cundiboyacense, dicho estudio concierne ante todo el uso agrícola del suelo, pero su finalidad no se reduce a este solo aspecto.

e - Población

La región estudiada se encuentra densamente poblada y presenta un habitat disperso. Por lo tanto, el primer objetivo que debe alcanzarse es la localización, lo más precisa posible, de dicha población. El segundo consiste en comprender y explicar la situación presente, previendo los desplazamientos futuros en función de las tasas de crecimiento de las poblaciones aglomeradas y rurales, y de los movimientos migratorios que se dan en la actualidad.

Siendo la finalidad de este estudio identificar los problemas que afrontan los habitantes del Altiplano, es evidente que entre más

exactos sean los conocimientos que se tengan al respecto, más fiel a la realidad será el diagnóstico y las soluciones se adaptarán mejor a las dificultades observadas. En lo que respecta a los procedimientos seguidos y los cálculos efectuados remitimos a los usuarios de este estudio a la metodología sectorial correspondiente.

f - Infraestructura de servicios

Es obvio que no es posible poner en evidencia los problemas de una región sin efectuar un inventario de su infraestructura de servicios.

Se consideraron cinco tipos de servicios (correspondientes a las necesidades mínimas de la población): las comunicaciones (carreteras y teléfonos), la escolarización primaria, el sistema de salud, la distribución de agua y la de la energía. Una vez efectuada sus localizaciones, se tuvieron en cuenta los indicadores clásicos para caracterizarlos.

Infraestructura de comunicaciones

Se estudiaron las infraestructuras vial y telefónica, que permiten determinar las regiones donde los nexos de comunicación son dramáticamente deficientes. Es evidente que las cabeceras en donde la carretera termina en un "callejón sin salida" tienen pocas posibilidades de desarrollo y que las zonas aisladas, más que las demás, están expuestas al estancamiento económico.

En la infraestructura vial, las carreteras se clasificaron en dos categorías: carreteras pavimentadas y carreteras destapadas. Un cuadro de dos entradas presenta las distancias (en kilómetros y en tiempo) que separan las cabeceras de una misma zona homogénea; permite apreciar las carencias del sistema de comunicaciones, y es un elemento

fundamental para explicar y comprender la orientación de los flujos del transporte. Se puede de esta forma constatar por ejemplo que CHIQUINQUIRA se encuentra más cerca de BOGOTA (en tiempo) que de TUNJA, de la que depende administrativamente, comprendiéndose la atracción que ejerce la capital nacional sobre esta ciudad y su región.

. En lo que respecta a la infraestructura telefónica hay dos informaciones que suministran una idea acerca del desarrollo y la calidad del servicio, estas son: el número de abonados y el de llamadas no satisfechas; constituyeron los dos datos considerados para su estudio.

Infraestructura escolar

Para este campo se eligieron los siguientes indicadores:

. La tasa de escolaridad: relación entre la población escolarizada y la escolarizable (esta última se calcula mediante la suma de los niños en edad escolar durante los años considerados).

. El número de alumnos por maestro y por aula. Este criterio evidencia los límites y las necesidades del servicio actual, evaluados sobre la base de referencia de treinta alumnos por maestro y por aula.

. Las necesidades de personal y las locativas que implicarían una escolarización de todos los niños (1a. hipótesis) o del 75% de ellos (2a. hipótesis).

Infraestructura de salud

Se caracterizó mediante los cuatro índices siguientes:

. Número de habitantes por médico

. Número de habitantes por cama de hospital.

En algunos casos se tuvieron en cuenta también las tasas de morbilidad y de las principales causas de mortalidad. Puede observarse que a veces, más que el nivel del servicio existente, es la contaminación del medio ambiente lo que debe cuestionarse (por ejemplo el caso de TOCAIMA).

El estudio de este servicio se completó mediante un análisis del grado de atención (Cf. Metodología sectorial "Servicios"). Considerando las localizaciones de los establecimientos de salud y la distribución de la población, puede apreciarse cualitativamente el nivel de atención médica de que gozan los habitantes de una zona dada.

Distribución de agua y energía

Los indicadores examinados para caracterizar estos servicios fueron las tasas de cobertura de las cabeceras y del sector rural.

En lo concerniente a la distribución de agua, dicho índice pierde toda significación en las partes rurales donde se le subestima, puesto que sólo incluye las redes administradas por estaciones de acueductos y no contabiliza las instalaciones particulares, que se llevan a cabo a nivel de un grupo de viviendas o de una vereda. No es por lo tanto posible obtener una mayor precisión a este respecto, sin numerosos reconocimientos y encuestas de terreno.

Transporte

Sea que se trate del de pasajeros o del de mercancías, es esencialmente vial.

En la actualidad, el ferrocarril desempeña un papel reducido, léase insignificante. Históricamente tuvo sin embargo una importancia real, como lo testimonia la existencia de caseríos alrededor de sus

estaciones (San Javier, San Joaquín, San Antonio, La Esperanza o La Florida, por citar sólo algunos de los más importantes).

En el dominio de los transportes se hizo énfasis en la identificación y la estimación de los flujos. Las dificultades afrontadas para realizar este trabajo obligaron a limitarse solamente al transporte de pasajeros. Se efectuaron encuestas a la mayoría de las empresas de transporte, lo que permitió elaborar mapas de flujos, completados por cuadros que indican la frecuencia de buses sobre un itinerario dado.

Este estudio, hecho en forma más profunda, hubiera sido de un gran interés para medir, entre otras cosas, el impacto que tiene este servicio sobre las ciudades y pueblos del Altiplano. Sin embargo, el mapa elaborado precisa los principales centros de "dispatching" y evidencia la orientación de la gran mayoría de las carreteras hacia BOGOTA. Únicamente el sector Noreste del Proyecto (DUITAMA - SOGAMOSO), con una doble orientación hacia la capital y hacia el vecino departamento de Santander, escapa parcialmente a la polarización sobre BOGOTA.

Con un conocimiento más detallado de la infraestructura de transportes (en especial informaciones concernientes a las líneas adicionales que funcionan los días de mercado, o los fines de semana hacia determinados sitios turísticos), hubiera permitido profundizar el estudio de la organización urbano-regional.

g - Economía agrícola

Más de la mitad de la población que vive en el Altiplano extrae sus ingresos de la agricultura y/o de la ganadería. Esta situación justifica la importancia del análisis de la economía agrícola, que se emprendió sobre la base de varios estudios de base ya presen-

tados:

- el uso actual del suelo, que suministra la medida de las superficies dedicadas a cada actividad agropecuaria.
- la población desde el punto de vista de la estructura socio-profesional.
- la hidroclimatología, para el montaje de los calendarios agrícolas y para la determinación de las posibilidades de irrigación.
- la aptitud agrícola del suelo para medir la adecuación existente entre el medio físico y el uso actual del suelo.
- el tamaño promedio de las explotaciones

Esta breve enunciación de los factores considerados para dicho análisis muestra claramente que, la economía agrícola tal como se contempló y se trató, constituye un estudio integrado del medio rural.

Se tuvieron en cuenta también otros elementos (encuestas de terreno, documentación del ICA, de la Caja Agraria, del DRI), que en conjunción con los antes anotados, permitieron evaluar las producciones, calcular los ingresos mensuales tanto por hectárea como por explotación (Cf. Metodología sectorial "Uso del Suelo").

h - Diagnóstico del medio agrícola

La comparación de los resultados que suministran el estudio de la economía rural y el mapa de aptitud actual del suelo permite establecer un diagnóstico del medio agrícola que se presenta, a nivel de cada zona homogénea, bajo la forma de un mapa y de un cuadro.

Dicho diagnóstico destaca:

- las unidades en donde no aparecen problemas mayores, es decir aquellas en donde la adecuación entre el medio físico y la utilización (tipo de explotación agropecuaria, nivel de tecnificación) es buena.
- las unidades en donde el manejo actual debería mejorarse a causa de una falta de tecnificación o de una utilización poco apropiada del suelo.
- las zonas que padecen un problema estructural, es decir una parcelización excesiva. El tipo de uso puede ser el mejor pero el reducido tamaño de las explotaciones no posibilita ingresos satisfactorios, se opone a cualquier esfuerzo de mejoría y de tecnificación individual y constituye un peligro para el futuro agropecuario de dichas zonas.

i - Urbano-regional

Fue el último estudio de base que se emprendió, pero la carencia de un equipo encargado de su realización no permitió ir más allá de un esquema bastante general y en consecuencia empobrecedor.

Determinados datos vuelven este trabajo indispensable:

- Presencia en el Altiplano Cundiboyacense de la capital del país.
- Existencia de varias ciudades que tienen un peso humano considerable,
- Desarrollo del fenómeno de los suburbios (industriales o residenciales) en los alrededores de BOGOTÁ.

Se habían trazado dos objetivos:

- Establecer una tipología de las ciudades existentes.
- Jerarquizar los centros urbanos en función de los servicios que ofrecen y del área de influencia que abarcan.

2o - Estudios complementarios (1)

Se limitaron a las actividades industriales y a los circuitos comerciales de algunos de los principales productos agrícolas.

Los trabajos de geomorfología y de ecología se abandonaron porque presentaban poco interés en el marco del estudio integrado.

La investigación respecto al turismo no pudo adelantarse debido a la carencia de personal que se dedicara a ella, y los estudios sobre la economía regional y la macro-economía se abandonaron por falta de tiempo y de especialistas.

a - Actividades industriales

Se había previsto el levantamiento de un inventario exhaustivo de las empresas según su tipo y su tamaño, que englobara igualmente el sector artesanal ignorado muy a menudo por las estadísticas. Desafortunadamente no pudo hacerse en su totalidad (lo que reduce considerablemente su interés y su utilidad), pero sin embargo pudo precisarse en algunas zonas sobre la base de los datos recolectados en los reconocimientos de terrenos efectuados para la elaboración del mapa de uso del suelo.

Frente a esta situación se decidió, en un segundo tiempo, enfatizar acerca de los flujos generados por las actividades industriales

(1) Cf. Metodología general.

tanto a nivel de los movimientos de trabajadores como de las materias primas y de los productos terminados. Se había hecho la recomendación de tener en cuenta prioritariamente las grandes empresas, esta segunda tentativa fue igualmente infructuosa y sólo tuvo un limitado éxito.

Por lo tanto, la información de base en este dominio no fue recolectada ni elaborada de manera lo suficientemente consistente, para suscitar un análisis preciso; excepto en lo que concierne a la industria lechera, respecto a la cual se dispone de una información exhaustiva.

b - Circuitos comerciales

Considerando las limitaciones temporales que se tenían para llevar a bien este trabajo, se tuvieron en cuenta sólo dos aspectos esenciales:

- Establecer los flujos de los principales productos agrícolas, comercializados entre sus lugares de producción y sus sitios de consumo.
- Seguir y comprender los mecanismos de la formación de precios.

Este doble objetivo se alcanzó, aun cuando la metodología aplicada no es muy clara y la multiplicidad de circuitos descritos (más de 20), no facilita una síntesis que ponga en evidencia los circuitos que mejor convienen,

c - Economía regional y macro-economía

Aunque este estudio quedó en ciernes, no es inútil recordar a título informativo, los resultados que se esperaban de él.

Se planteaba como finalidad establecer una relación cualitativa y cuantitativa entre los diferentes sectores económicos de la producción y entre la productividad de los factores de producción ligados a cada factor, así como analizar la forma como tales relaciones cambian dentro de la región,

Verificar también si los recursos naturales están bien utilizados y si las diferentes actividades económicas están bien integradas a su medio,

El estudio comprendía dos niveles:

1. Economía regional del área de estudio
2. La economía del área de estudio en el espacio económico colombiano y eventualmente en un espacio económico más vasto si fuere necesario.

En el primer caso el análisis permite la apreciación de:

- a. El peso económico del área de estudio
 - . Los problemas económicos del área.
 - . El peso de los diferentes sectores de actividad económica.
 - . Los problemas de los diferentes sectores.
- b. El nivel de integración de los distintos sectores económicos
 - . El enriquecimiento que provocan y las actividades que inducen,
 - . Los costos a la colectividad,
 - . El balance de conjunto.

En el segundo nivel, este estudio permitiría plantear el futuro económico de la región y hacer las recomendaciones convenientes,

- , Los sectores económicos que tienen más desarrollo y hasta que punto tienen en cuenta las demandas y potencialidades de mercados interiores y exteriores,
- , De qué manera, con cuáles incentivos o formas de ayuda, acelerar o acompañar el desarrollo,
- , Los sectores que muestran pérdida de dinamismo, y si hay o no necesidad de reactivarlos.

III - Análisis interfactoriales e intersectoriales

Este nivel de análisis pudo llevarse a cabo gracias a la delimitación de zonas homogéneas dentro de la región estudiada. Dicha delimitación constituye el punto más original de la metodología propuesta.

a - Necesidad de la delimitación de zonas homogéneas

- La diversidad de medios físicos (altitudes, climas, erosión, aptitud agrícola de los suelos) y socio-económicos (densidad de población, uso actual del suelo, tamaño de las explotaciones, calidad de los servicios, , , , ,) se traduce en una gran variedad de los problemas encontrados de un lugar a otro.

- El estudio de los paisajes muestra que determinadas zonas, que presentan el mismo aspecto (relieve, uso del suelo, distribución de la población) o el mismo tipo de economía dominante, pueden reagruparse en torno a una problemática general común,

- La multiplicidad y la diversidad de dichas problemáticas implican distintos tipos de análisis. Los problemas de una zona lechera no pueden evidentemente abordarse de la misma manera que los de una

región cafetera. Se podrían multiplicar los ejemplos, anotando la necesidad de separar las zonas peri-urbanas y las zonas rurales, o las zonas de minifundio y las de grandes o medianas explotaciones.

Por lo tanto, el establecimiento de un diagnóstico preciso impone la delimitación de zonas homogéneas.

b - Realización de la delimitación

Se basó en:

- El análisis del paisaje efectuado en el momento de los reconocimientos de terreno, cuya importancia es primordial.
- Los estudios de base ya elaborados.

El uso actual del suelo fue uno de los primeros factores utilizados para dicha delimitación, permitiendo diferenciar muchas zonas en función de la actividad dominante (leche, café, cereales, ...).

El mapa de la distribución espacial de la población es otro elemento básico, que sirvió entre otras cosas, para delimitar las zonas peri-urbanas (zonas 2), o las de minifundios (zonas 18 y 20).

Determinadas características del medio físico se tuvieron también en cuenta, considerando que imprimen un aspecto particular al paisaje, es por ejemplo el caso de la erosión (zonas 8, 15, 22, 29), del relieve (zonas 6 y 31), o del clima (zonas 35, 36, 37, 38, clima cálido).

c - Justificación de la delimitación

La conducción del análisis habría sido infinitamente más satisfactoria y a menudo mucho más fácil, si la delimitación de las zonas homogéneas hubiera podido coincidir con las divisiones administrativas. El carácter heterogéneo de la mayor parte de los municipios impidió desafortunadamente esta solución.

Por ejemplo en el caso del municipio de DUITAMA, ¿cómo puede compararse el sector urbano o peri-urbano con la parte plana dedicada a la ganadería lechera, que posee una excelente infraestructura vial, o con la zona escarpada de gran altitud en donde la población es escasa y los medios de comunicación reducidos? Se presenta el mismo problema en los casos de PAIPA y su corregimiento de PALERMO, que tienen paisajes, economías y problemáticas totalmente diferentes. Pueden darse muchos otros ejemplos, como FUSAGASUGA, en el que una parte del municipio se dedica a la producción de café, otra se orienta hacia el turismo y las residencias secundarias o vacacionales, y una tercera, por lo menos, se dedica a las actividades agropecuarias.

Estudiar de la misma manera las zonas planas, ricas, bien provistas de infraestructura vial, y las zonas pendientes vecinas en donde las condiciones económicas son mucho más duras, en donde el nivel de los servicios es considerablemente reducido, podría llevar a establecer diagnósticos promedios que evidencien problemas inexistentes en algunos lugares, u ocultando dificultades muy antiguas en otros.

En la óptica de un análisis a escala de las unidades administrativas, sería necesario delimitar dentro de cada municipio pequeñas zonas homogéneas estudiadas de forma independiente. Se desembocaría así en una multiplicación de unidades de pequeño tamaño, en la repetición de los enunciados de las problemáticas existentes, lo que no facilitaría la síntesis general y no daría una visión clara de las

dificultades que afronta la región y de sus localizaciones.

El análisis debe realizarse por zonas homogéneas, y la síntesis global reagrupar el conjunto de dichos análisis zonales. Sería en efecto peligroso seguir el procedimiento inverso, es decir partir de un estudio general de la región para llegar al de las zonas homogéneas.

Recordemos que cada zona homogénea tiene su problemática propia, su individualidad, sus propias dificultades, que no pueden en ningún caso identificarse, ni en lo que respecta a su amplitud ni a su gravedad, sobre la base de cuadros estadísticos o de indicadores socio-económicos.

Tomemos dos ejemplos:

- Si dos zonas tienen la misma tasa de escolaridad, los mismos índices alumnos/maestro o alumnos/aula, ¿se puede deducir automáticamente que tienen el mismo tipo de problemas? Evidentemente que no, la respuesta dependerá del número de alumnos considerados o de la dinámica de la población. Ciertamente es que si la primera de las dos zonas, tiene una tasa de crecimiento anual de + 4%, y la segunda una de - 0,5%, la gravedad del problema encontrado, como tampoco la urgencia de las soluciones que deben darse, pueden ser idénticas.

- Si en una zona de minifundios los ingresos agrícolas permiten alcanzar 30.000 o 40.000 pesos mensuales, con una buena adecuación entre el uso del suelo y los medios físico y socio-económico, ¿debe clasificársele como poco propia a la actividad agropecuaria y fomentar el éxodo rural, bajo el pretexto de que en otros sectores, como por ejemplo en la sabana de BOGOTÁ, los ingresos son mayores? La respuesta es también negativa en este caso.

Los anteriores ejemplos muestran en forma bastante clara que el análisis debe realizarse zona por zona y que los criterios deben elegirse y modularse en función de cada caso,

El objetivo del estudio integrado del Altiplano Cundiboyacense es mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la región, y no el de buscar acceso a un nivel de vida teórico fijado a priori o por comparación con otros lugares, o porque no, con otros países.

La metodología propuesta, zona por zona, evita que se emprendan análisis innecesarios. Es inútil estudiar las posibilidades de irrigación en sectores en donde no es factible, ni útil (por escasez de habitantes por ejemplo). Tampoco debe caerse en la trampa expuesta en la metodología general, realizar todos los tipos de estudios o de análisis para luego eliminar los que se revelan inútiles.

d - Límites y flexibilidad de la delimitación de zonas homogéneas

Si bien el análisis mediante zonas homogéneas da entera satisfacción en lo que concierne a la identificación de los problemas, es algo insuficiente a nivel de las recomendaciones que pueden darse en ciertos campos. Es el caso por ejemplo de la adecuación de los recursos y los requerimientos de agua: evidentemente, la unidad territorial de base en dicho dominio es la cuenca en su integridad. La organización urbano-regional sobre pasa a menudo el cuadro de una sola zona homogénea y debe realizarse por lo tanto a un nivel superior.

Estos inconvenientes se compensan por la flexibilidad de la metodología propuesta que permite en cualquier momento:

- Empezar estudios regionales reagrupando dos o más zonas homogéneas. El análisis de la sabana de BOGOTÁ se realizó de este modo,

asociando las zonas 28, 2 y 31.

- Comparar zonas que presentan una problemática similar. Sería por ejemplo muy interesante estudiar en conjunto las zonas lecheras (zonas 5, 23 y 28), con el fin de evidenciar las particularidades de cada una de ellas o por el contrario los problemas comunes.

TERCERA PARTE

METODOLOGIAS SECTORIALES



III - 1

PLUVIOMETRIA

PLUVIOMETRIA

1 Objetivos—.

Como lo hemos visto en la Metodología General, el estudio pluviométrico no debe concebirse como una finalidad en sí mismo sino como una contribución a los futuros cálculos de las necesidades de agua. Es decir que los análisis de la red pluviométrica en general, de su disposición y de su optimización, realizados en los estudios específicos, no deben aparecer aquí como objetivos primordiales sino como comentarios cuando los plazos fijados lo permiten. Hemos considerado que para un estudio de tipo regional, como es el caso del Proyecto IGAC-ORSTOM, la precisión mensual parece necesaria y suficiente.

Sin embargo, las consideraciones anteriores no deben tampoco llevarnos a realizar un trabajo incompleto o erróneo. Los planificadores necesitan datos sintéticos pero también precisos, que reflejen la realidad y permitan tomar decisiones sobre bases seguras y completas.

Por estas razones hemos intentado efectuar el presente análisis con todo el rigor debido, con el fin de conocer las características pluviométricas del Altiplano Cundiboyacense en la forma más exacta posible, tanto en promedios como en frecuencias y tanto en sus variaciones interanuales como en su variación a lo largo del año.

2 Recolección y preparación de los datos

2.1. Selección de las estaciones

Las estaciones seleccionadas se escogieron con base en los listados del Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (HIMAT), en donde figuran la casi totalidad de las

estaciones de la red pluviométrica nacional.

Las estaciones elegidas están localizadas dentro y fuera de la zona de estudio, por la sencilla razón que la precisión de las isoyetas en los límites del Altiplano depende en gran medida de los datos obtenidos en la proximidad de dicho sector. Es por ello que aparecen estaciones localizadas en los departamentos de SANTANDER y TOLIMA.

Se dejaron de lado las estaciones que no tenían 5 años de registros, es decir las que se instalaron después de 1974, por considerar que no podían constituir una fuente de datos interesante. En efecto, los datos pluviométricos de dichas estaciones, raramente están completos y se tiene que acudir a correlaciones y regresiones para suplir sus vacíos, siendo que estas operaciones no son aconsejables cuando no existen ni siquiera 5 años de registros.

En total se seleccionaron 258 estaciones, las cuales se clasificaron por orden alfabético:

- Departamental
- Municipal
- Según el nombre de la estación

y cuya numeración aparece en los cuadros adjuntos.

Las características físicas de cada estación (latitud, longitud, altitud) se presentan en el Anexo Pluviométrico. Estas características se verificaron con la colaboración del HIMAT, sobre mapas a escala 1:25.000, luego de haber encontrado algunas inconsistencias.

Cada estación se encuentra localizada en el mapa a escala 1:400,000 "Localización y zonificación de las estaciones pluviométricas.

LISTA DE LAS ESTACIONES SELECCIONADAS

No	ESTACION	MUNICIPIO
DEPARTAMENTO DE BOYACA		
1	Almeida	ALMEIDA
2	Chivor	ALMEIDA
3	Aquitania	AQUITANIA
4	Potrerito	AQUITANIA
5	Toquilla	AQUITANIA
6	Arcabuco	ARCABUCO
7	Campamento Buenavista	BERBEO
8	Buenavista	BUENAVISTA
9	Caldas	CALDAS
10	Los Cedros	CAMPOHERMOSO
11	Cérinza	CERINZA
12	Combita	COMBITA
13	El Túnel	CUITIVA
14	Chameza	CHAMEZA
15	Chinavita	CHINAVITA
16	Los Quinchos	CHINAVITA
17	Esclusa Tolón	CHIQUINQUIRA
18	Duitama	DUITAMA
19	La Sierra	DUITAMA
20	Surbata	DUITAMA
21	Firavitoba	FIRAVITOBA
22	Garagoa	GARAGOA
23	Las Juntas	GARAGOA
24	La Granja	GUAYATA
25	Iza	IZA
26	Jericó	JERICO

No	ESTACION	MUNICIPIO
27	El Volador	MACANAL
28	Macanaí	MACANAL
29	Quebrada Honda	MACANAL
30	Maripí	MARIPI
31	Mongua	MONGUA
32	Monguí	MONGUI
33	Bertha	MONIQUIRA
34	Muzo	MUZO
35	Belencito	NOBSA
36	El Cerezo	PAIPA
37	Palermo	PAIPA
38	Tunguavita	PAIPA
39	Pauna	PAUNA
40	Santa Rita	PAUNA
41	Paz de Río	PAZ DE RIO
42	Pesca	PESCA
43	Ramiriquí	RAMIRIQUI
44	El Zarzal	RAQUIRA
45	La Candelaria	RAQUIRA
46	Raquira	RAQUIRA
47	Alto Saboya	SABOYA
48	Esclusa Merchán	SABOYA
49	La Gacha	SABOYA
50	El Morro	SAMACA
51	Villa del Carmen	SAMACA
52	San Luis de Gaceno	SAN LUIS DE GACENO
53	San Miguel de Sema	SAN MIGUEL DE SEMA
54	La Cómoda	SANTANA
55	Cachipay	SANTA MARIA
56	Lengupá	SANTA MARIA
57	Piedra Cámara	SANTA MARIA

No	ESTACION	MUNICIPIO
58	Santa María	SANTA MARIA
59	Santa Rosa de Viterbo	SANTA ROSA DE VITERBO
60	Santa Sofía	SANTA SOFIA
61	Sativanorte	SATIVANORTE
62	Siachoque	SIACHOQUE
63	Socotá	SOCOTA
64	Las Cintas	SOGAMOSO
65	Sena	SOGAMOSO
66	Somondoco	SOMONDOCO
67	Sotaquirá	SOTAQUIRA
68	Sutamarchán	SUTAMARCHAN
69	Tasco	TASCO
70	Tibaná	TIBANA
71	San Rafael	TIBASOSA
72	Tibasosa	TIBASOSA
73	Los Arrayanes	TINJACA
74	San Pedro	TOCA
75	Toca	TOCA
76	Tota	TOTA
77	U.P.T.C.	TUNJA
78	Turmequé	TURMEQUE
79	El Boquerón	TUTA
80	San Antonio	TUTA
81	Tutasa	TUTASA
82	Umbita	UMBITA
83	Ventaquemada	VENTAQUEMADA
84	El Emporio	VILLA DE LEIVA
85	Pasadena	VILLA DE LEIVA
86	Villa de Leiva	VILLA DE LEIVA
87	Zetaquirá	ZETAQUIRA

No	ESTACION	MUNICIPIO
DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA		
88	El Porvenir	ALBAÑ
89	Anolaima	ANOLAIMA
90	Cachipay	ANOLAIMA
91	Acueducto Bosa	BOGOTA D.E.
92	Aeropuerto El Dorado	BOGOTA D.E.
93	Alto Caicedo	BOGOTA D.E.
94	Arrayán San Francisco	BOGOTA D.E.
95	Avenida Jiménez	BOGOTA D.E.
96	El Chochal Los Amarillos	BOGOTA D.E.
97	El Delirio	BOGOTA D.E.
98	El Diamante	BOGOTA D.E.
99	El Granizo	BOGOTA D.E.
100	El Guamo	BOGOTA D.E.
101	El Hato	BOGOTA D.E.
102	El Verjón	BOGOTA D.E.
103	Inst. Geof. de los Andes	BOGOTA D.E.
104	Jardín Botánico	BOGOTA D.E.
105	La Candelaria	BOGOTA D.E.
106	La Vieja	BOGOTA D.E.
107	Laboratorios Hormona	BOGOTA D.E.
108	Las Sopas	BOGOTA D.E.
109	Obs. Meteo. Nal.	BOGOTA D.E.
110	Palo Blanco	BOGOTA D.E.
111	San Antonio	BOGOTA D.E.
112	San Diego	BOGOTA D.E.
113	San Juan	BOGOTA D.E.
114	San Luis	BOGOTA D.E.
115	Santa Lucía	BOGOTA D.E.
116	Santa Rosa Carretera	BOGOTA D.E.

No	ESTACION	MUNICIPIO
117	Santa Rosa Los Puentes	BOGOTA D.E.
118	Techo	BOGOTA D.E.
119	Vitelma	BOGOTA D.E.
120	Vivero Distrital	BOGOTA D.E.
121	Bojacá	BOJACA
122	La Merced	BOJACA
123	La Lumbre	BOSA
124	Cabrera	CABRERA
125	La Esperanza No 1	CABRERA
126	La Pradera	CABRERA
127	Peñas Blancas	CABRERA
128	Carmen de Carupa	CARMEN DE CARUPA
129	El Hato	CARMEN DE CARUPA
130	El Hato No 1	CARMEN DE CARUPA
131	El Hato No 2	CARMEN DE CARUPA
132	El Hato No 4	CARMEN DE CARUPA
133	El Hato No 5	CARMEN DE CARUPA
134	El Hato No 6	CARMEN DE CARUPA
135	El Hato No 7	CARMEN DE CARUPA
136	El Hato No 8	CARMEN DE CARUPA
137	Socotá	CARMEN DE CARUPA
138	Carrizal	CUCUNUBA
139	Cucunuba	CUCUNUBA
140	El Rhín	CHIA
141	Chipaque	CHIPAQUE
142	Choachí	CHOACHI
143	La Iberia	CHOCONTA
144	Represa Sisga	CHOCONTA
145	Saucio	CHOCONTA
146	Las Granjas	El Colegio
147	El Corazón	FACATATIVA

No	ESTACION.	MUNICIPIO
148	El Corzo Santa Tecla	FACATATIVA
149	El Tesoro No 1	FACATATIVA
150	El Tesoro No 2	FACATATIVA
151	Manjuí	FACATATIVA
152	Tesoro Vertiente	FACATATIVA
153	Tisquesusa	FACATATIVA
154	Venecia	FACATATIVA
155	La Ramada	FUNZA
156	El Santuario	FUQUENE
157	Isla El Santuario	FUQUENE
158	Monserate	FUQUENE
159	Bethania	FUSAGASUGA
160	Puesto de Monta	FUSAGASUGA
161	Vaisálice	FUSAGASUGA
162	Escuela Tena	GACHALA
163	Gachalá	GACHALA
164	Secretaría Agricultura	GACHETA
165	Gama	GAMA
166	El Puente	GUACHETA
167	Guachetá	GUACHETA
168	La Floresta	GUASCA
169	Palacios Guasca	GUASCA
170	San José	GUASCA
171	Guatavita	GUATAVITA
172	Junín	JUNIN
173	La Cabaña	LA CALERA
174	La Casita	LA CALERA
175	San Rafael No. 1	LA CALERA
176	Hacienda La Palma	LA MESA
177	La Mesa	LA MESA
178	El Espino	LENGUAZAQUE

No	ESTACION	MUNICIPIO
179	El Triángulo	LENGUAZAQUE
180	Tapias	LENGUAZAQUE
181	Secretaría Agricultura	MACHETA
182	Tibaitatá	MOSQUERA
183	Checua-Nemocón	NEMOCON
184	Santa Ana	NEMOCON
185	Escuela Vocacional	PACHO
186	Caracol	PANDI
187	La Playa	PANDI
188	Pandí	PANDI
189	Pasca	PASCA
190	El Consuelo	SESQUILE
191	Guaraní El Peñón	SIBATE
192	Muña	SIBATE
193	Apostólica	SIBATE
194	Simijaca	SIMIJACA
195	El Fute	SOACHA
196	San Jorge	SOACHA
197	San Cayetano	SAN CAYETANO
198	La Carlina	SAN FRANCISCO
199	Cerro de Suba	SUBA
200	Guaymaral	SUBA
201	Tibabuyes	SUBA
202	La Pradera	SUBACHOQUE
203	La Primavera	SUBACHOQUE
204	La Unión - El Rosal	SUBACHOQUE
205	Las Margaritas	SUBACHOQUE
206	Puente Manrique	SUBACHOQUE
207	Barrancas	SUESCA
208	El Hatillo	SUESCA
209	San Pedro	SUESCA

No	ESTACION	MUNICIPIO
210	Supatá	SUPATA
211	Tres Esquinas	SUSA
212	El Pedregal	SUTATAUSA
213	El Pino	SUTATAUSA
214	Sutatausa	SUTATAUSA
215	Santa Isabel	TABIO
216	Tabio	TABIO
217	El Encanto	TAUSA
218	El Salitre	TAUSA
219	Guanquica No 1	TAUSA
220	Los Pinos	TAUSA
221	Represa Neusa	TAUSA
222	La Aldea	TENJO
223	La Vuelta	TIBACUY
224	Tibacuy	TIBACUY
225	Tibitó	TOCANCIPA
226	Tocancipá	TOCANCIPA
227	Santa Rosa de Ubalá	UBALA
228	Ubalá	UBALA
229	La Boyera	UBATE
230	Novilleros	UBATE
231	Une	UNE
232	Contador	USAQUEN
233	Torca	USAQUEN
234	Usaquén	USAQUEN
235	Bocagrande	USME
236	El Bosque	USME
237	La regadera No. 1	USME
238	Ospina Pérez	VENECIA
239	La Fortuna	VILLAPINZON
240	Villapinzón	VILLAPINZON

No	ESTACION	MUNICIPIO
241	Atala	VIOTA
242	Hacienda Java	VIOTA
243	Ventalarga	ZIPAQUIRA
244	Zipaquirá	ZIPAQUIRA
DEPARTAMENTO DE SANTANDER		
245	Albania	ALBANIA
246	El Encino	ENCINO
247	Gámbita	GAMBITA
248	Jesús María	JESUS MARIA
249	Central No 2	PUENTE NACIONAL
250	Campiña	SUAITA
251	Vélez	VELEZ
DEPARTAMENTO DEL TOLIMA		
252	Carmen de Apicalá	CARMEN DE APICALA
253	Marañones	ESPINAL
254	Nataima	ESPINAL
255	Aerop. Santiago Vila	FLANDES
256	El Salero	MELGAR
257	Las Dos Aguas	SUAREZ
258	Luis Bustamante	VILLARRICA

2.2. Recolección de datos

Aun cuando normalmente el HIMAT debe encargarse de la centralización de la totalidad de los datos, la realidad es diferente. Existen varias entidades que manejan las estaciones y en consecuencia tienen sus propios archivos de datos. En el Altiplano hemos encontrado las siguientes empresas:

- La Corporación Autónoma Regional de los Valles de los ríos Bogotá, Ubaté y Suárez (CAR).
- La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB).
- La Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá (EEEB).
- La Federación Nacional de Cafeteros (FNC).
- La Empresa INGETEC que instaló algunas estaciones en el valle de Tenza.

Antes de 1970 no existía un servicio nacional de meteorología y las estaciones pertenecían a una multitud de institutos interesados de cerca o de lejos en el desarrollo de la región. Podemos citar al Banco de la República, el ICEL, el INCORA, En 1970 se creó el SCMH (Servicio Central de Meteorología e Hidrología), que empezó a encargarse del manejo de las estaciones. Dicho instituto se convirtió en HIMAT en 1976. Pero, si el SCMH pudo recolectar la mayoría de las informaciones, no recuperó los informes históricos correspondientes, los cuales hicieron mucha falta en estudio como veremos posteriormente.

La mayoría de los datos mensuales y anuales se recolectaron en el HIMAT mediante fotocopias. La CAR nos ofreció sus anuarios y tuvimos que emprender viaje hasta Chinchiná para obtener los últimos datos de la FNC.

El único problema que encontramos en la recolección de los datos fue para obtener la información que posee la EAAB, ya que pedía al IGAC más de 100,000 pesos para entregarla !! El problema se resolvió copiando manualmente dichos datos en la Biblioteca de la empresa y pasando luego por la mediación del HIMAT.

Todas las personas que nos ayudaron en esta ardua tarea reciban nuestros sinceros agradecimientos.

2.3. Sistematización y codificación de los datos

En vista del gran número de estaciones seleccionadas, que implica manipular y analizar una enorme cantidad de información, se resolvió efectuar el estudio pluviométrico mediante computador.

Como base de trabajo se escogieron una serie de programas elaborados por el Servicio Central de Hidrología del ORSTOM en los años 70, con el fin de constituir un banco de datos para el Africa Occidental.

Dichos programas fueron modificados y adaptados a los regímenes pluviométricos colombianos. Para utilizarlos se hizo necesario codificar y perforar sobre tarjetas de computador los datos ya seleccionados. La perforación se realizó con la colaboración de la sección de sistemas del IGAC, labor que agradecemos aquí. Se utilizaron tarjetas de computador y no cintas por la sencilla razón de que en esa época no podíamos disponer de estas últimas ni por intermedio del IGAC, ni por intermedio del ORSTOM. Es seguro que la elección de este método nos hizo ganar tiempo en un comienzo, pero planteó problemas en su manipulación puesto que el computador empleado se encuentra fuera del Instituto (Ministerio de Hacienda y Crédito Público) y que dicha localización obliga a transportar las cajas de tarjetas de un sitio al otro con todos los riesgos que esto conlleva.

Es claro que en caso de futuros estudios de este tipo debe cambiarse la forma de proceder puesto que el proceso a seguir es

muy largo y sería más conveniente utilizar el computador del IGAC o un microcomputador. En nuestro caso fue necesario esperar por lo menos un día para tener los resultados de un programa mientras que siguiendo los otros caminos propuestos las respuestas serían inmediatas, reduciendo así la duración del trabajo en forma considerable.

Los programas utilizados funcionan a partir de tres tipos de tarjetas.

2.3.1. La tarjeta de identificación (COH 106)

Esta tarjeta permite conocer las características propias de cada estación y sus 80 columnas se descomponen de la manera siguiente:

Columnas 1 a 6: Código de la estación (ISTL)
Columnas 7 a 22: Nombre del municipio (FRAG)
Columnas 23 a 46: Nombre de la estación (FMUN)
Columnas 47 a 53: Latitud (COM)
47: Se perfora el signo + para una latitud Norte y el signo - en el caso contrario
48 - 49: Grados (4 grados se escriben 04)
50 - 51: Minutos
52 - 53: Segundos

Ejemplo: 4° 7' 45'' N se escriben +040745

Columnas 54 a 61: Longitud (COM)
54: + para una longitud Oeste
- para una longitud Este
55 - 56 - 57: Grados (van hasta 180°)
58 - 59: Minutos
60 - 61: Segundos

Ejemplo: 72° 0' 5'' W se escriben +0720005

- Columnas 62 a 65: Altitud de la estación (COM) en metros, cuadrán-
dola a la derecha. Es decir que una altitud de
125 metros se escribe 0125. Esta regla es válida
para todo lo anterior y para lo posterior.
- Columnas 67 a 70: Año y mes de la iniciación de las observaciones.
El año se escribe en tres cifras excluyendo el
milenio y el mes con dos cifras.
Junio de 1969 se perfora como 96906.
- Columnas 71 a 80: No son utilizadas por los programas. General-
mente se anotó el nombre de la entidad encargada
de la toma de los datos.

Es decir que en términos de FORTRAN la tarjeta de identifica-
ción contiene las siguientes variables:

IST1	en formato	I6
FRAG	en formato	4A4
FMUN	en formato	6A4
COM	en formato	19A1

2.3.2. La tarjeta de corrección

Su empleo se precisará posteriormente en la explicación que
se hace sobre las pruebas de simples y dobles masas.

Por el momento anotamos que esta tarjeta contiene el código
de la estación considerada (IST2) escrito en las columnas de 1 a 6
o sea en formato I6.

2.3.3. Las tarjetas de datos mensuales y anuales (COH 102)

Cada tarjeta contiene los valores de un año dado y sus 80 columnas se descomponen de la manera siguiente:

Columnas 1 a 6: Código de la estación (IST3)

Columnas 7 a 10: Año considerado (JAN)

Columnas 11 a 70: Valores mensuales (XT) de lluvia en el año considerado, expresados en décimas de milímetros. Es decir que una lluvia 15,1 mm corresponde a 151 dmm.

Para cada mes se ha asignado un espacio de 5 columnas. Al mes de enero corresponden las columnas 11 a 15, a junio las de 36 a 40.

Como hemos dicho anteriormente, los datos deben cuadrarse a la derecha del espacio asignado. Una lluvia de 15 mm correspondiente al mes de enero se escribirá de la manera siguiente:

Columnas:	11	12	13	14	15
Lluvia:		1	5	0	

Columnas 71 a 76: El total anual (XT) expresado en décimas de milímetros y cuadrado de la manera dicha antes.

Columnas 77 a 80: En blanco.

Cuando no se han realizado observaciones durante un mes, o cuando éstas son incompletas, la lluvia mensual se escribe: - 99 .

Cuando un mes figura como - 99, el total anual también aparece como - 99 .

En términos de FORTRAN, las tarjetas COH 102 contienen las siguientes variables:

IST 3 en formato I6

JAN en formato I4

(XT (I), I = 1,13) en formato 12F5.1, F6.1

Para una mejor comprensión cualquier usuario interesado puede examinar cuidadosamente las tarjetas correspondientes a las 258 estaciones y compulsar el libro de codificación relativo a un estudio metodológico para el uso de los datos climatológicos, cuyas referencias anotamos en el capítulo correspondiente.

3 Presentación de los datos originales (PROGRAMA DATOR)

A partir de la codificación anterior, los datos recopilados y perforados se presentan para cada estación en el volumen "Anexo Pluvióométrico". La presentación se hizo mediante un programa sencillo (DATOR), cuyo listado figura en el Anexo 1, al final del presente informe metodológico.

Dicho programa requiere la siguiente forma de presentación de los datos:

- Para cada estación:
 - 1 tarjeta de identificación (COH 106)
 - 1 tarjeta de corrección
 - N tarjetas de datos (COH 102) correspondientes a los N años de registros y clasificadas por estricto orden cronológico.
 - 1 tarjeta blanca de fin de estación

- Al final de los datos:
 - 1 tarjeta blanca de fin de datos.

4 Análisis y tratamiento

Cualquier estudio climático, como también los hidrológicos, debe fundamentarse en la explotación de series cronológicas de datos registrados sobre períodos continuos o discontinuos de duración variable.

Dichas series tienen que ser homogéneas para que su análisis pueda efectuarse por métodos estadísticos, es decir que una parte de sus datos no tiene por que presentar errores de carácter sistemático. En términos de estadística, la serie cronológica debe constituir una muestra de una misma población. Para una estación pluviométrica dada, sus datos anuales deben representar la lluvia real que cae en un año, en el sitio de la estación.

4.1. Causas de heterogeneidad de los totales pluviométricos anuales.

4.1.1. Cambios de sitio.

Es frecuente que un pluviómetro sea desplazado durante su período de observación, conservando sin embargo el mismo nombre. Ello ocurre cuando se producen cambios de la entidad encargada de la toma de los datos o con un cambio de habitación del propio observador. Es decir que una parte de los totales pluviométricos corresponden a las lluvias de la primera ubicación y la otra a las de la segunda. Generalmente los desplazamientos son de poca amplitud y afectan levemente a la serie cronológica. Empero, en el Altiplano Cundiboyacense, en donde los gradientes pluviométricos son grandes, la diferencia puede ser significativa (por ejemplo la estación O.M.N. del IGAC, ilus-

trada en el volumen "Sabana de Bogotá").

4.1.2. Modificaciones del medio circundante.

La modificación puede ser rápida (construcción de un edificio en las cercanías de la estación) o lenta (crecimiento de árboles en las proximidades). En el primer caso encontramos algunas estaciones localizadas en la capital y el segundo caso corresponde a las estaciones ubicadas en la Isla El Santuario (FUQUENE), donde existen árboles muy cerca a los aparatos de medición.

4.1.3. Inadecuación de los aparatos.

En Colombia existen pluviómetros con áreas de recepción de 200 cm^2 (S1) y de $324,3 \text{ cm}^2$ (S2). Después de pasar a través de estas superficies, el agua cae en un tubo inferior que tiene un área más reducida (generalmente la décima parte de la de recepción). Las mediciones se efectúan con una reglilla, donde 1 mm de agua corresponde a 1 cm real.

Si el tubo no se adapta adecuadamente al área de recepción, el valor de la precipitación indicado en la reglilla es diferente al valor real. El caso de la estación Torca (USAQUEN), ilustra bien este fenómeno. En los mapas de isoyetas dicha estación tenía siempre valores muy superiores a los de las estaciones cercanas. Una visita a la estación mostró que los valores estaban siendo sobreevaluados. El pluviómetro tenía una superficie (S1) de $324,3 \text{ cm}^2$ y un tubo inferior de superficie (S2), 22 cm^2 . La reglilla era normal. En este caso, la relación entre S1 y S2 es de 14,7 mientras que en la reglilla es de 10 (1cm rela equivale a 1 mm graduado). Es decir que las lecturas efectuadas sobre la reglilla multiplicaban los valores de la lluvia por 1,47.

Por lo que para esta estación tuvimos que multiplicar todos los valores mensuales y anuales registrados por el inverso o sea 0,678.

Dicha modificación disminuyó la pluviometría interanual del sitio hasta valores aceptables.

4.2. Pruebas de simples masas

Para detectar las anomalías anteriormente descritas se utilizaron los métodos de simples y dobles masas.

El método de simples masas consiste en graficar:

- en abscisa, el número i del año en la serie cronológica, sin tener en cuenta los años incompletos, y por orden creciente o descendente.
- en ordenada $\sum P_j$ donde P_j corresponde a la pluviometría anual.

El primer punto del gráfico equivale a las coordenadas $i = 0$ y $P_j = 0$.

La distribución de los puntos debe seguir una recta ($y = MX$), cuya pendiente M es igual a la pluviometría multianual calculada sobre todos los años considerados. Cualquier anomalía debe analizarse.

El inconveniente de este método es que indica también las anomalías provenientes de la organización interna de la serie cronológica. De manera general las lluvias anuales son seguidas por períodos secos y húmedos, y la sequía del Sahel africano por ejemplo, aparece en una prueba de simples masas como anomalía siendo que corresponde a una realidad. Por esta razón el análisis debe continuarse con la prueba de dobles masas para detectar las anomalías que no se originan en caprichos de la naturaleza.

4.3. Pruebas de dobles masas.

Si dos estaciones consideradas están localizadas en la misma región climática y a una distancia relativamente pequeña, existe una relación significativa entre los totales pluviométricos de cada una. Es decir que las 2 series cronológicas no son independientes y que sus variaciones siguen más o menos el mismo esquema.

Esta relación se establece más claramente en los sectores planos; mientras que en regiones montañosas, como es el caso de la zona de estudio, tal relación existe pero sólo en áreas muy restringidas.

Si los totales pluviométricos anuales tienen un adecuado ajuste con la distribución de GAUSS, la relación entre las dos series debe ser lineal, como también la relación entre los totales acumulados calculados a partir de la misma fecha.

Es decir que con tal hipótesis, el gráfico que representa:

- en abscisa, los totales acumulados $\sum_{i=1}^n X_i$ de la estación A
- en ordenada, los totales acumulados $\sum_{i=1}^n Y_i$ de la estación B,

debe seguir una recta.

Cualquier anomalía debe provenir de una heterogeneidad en una de las dos series.

Este método permite detectar las fechas en que se produjeron las anomalías y también corregir los datos mensuales y anuales (hasta los diarios, en el caso de inadecuación de los aparatos). Pero en caso de heterogeneidad no se sabe de cual estación proviene la anomalía y es necesario volver al análisis de las simples masas para encontrar las causas.

En general, antes de corregir cualquier dato es importante verificar el análisis teórico con los informes históricos de cada estación y/o con una visita a la misma.

En la práctica se delimitaron en primer lugar las regiones climáticas (Véase informe regional), tratando de agrupar en cada zona estaciones de larga duración. Luego se graficaron las simples masas de cada estación, comparándose posteriormente estos datos con los de todas las otras estaciones localizadas en la zona climática de la región. Lo que implicó que para obtener un análisis preciso y resultados válidos, tuvo que realizarse un trabajo de bastante consideración.

4.4. Programa MASA

Para disminuir la duración del análisis las pruebas de simples y dobles masas se efectuaron mediante un programa (MASA), cuyo listado se presenta en el Anexo 2 de este Anexo Metodológico.

Cada zona climática comprende una decena de estaciones, a excepción de BOGOTA donde se agruparon 20.

Este programa requiere la siguiente forma de presentación de los datos:

- Para cada zona climática considerada:
 - 1 tarjeta indicando los límites del período de registro más largo, encontrado en las estaciones de la zona, señalado mediante el año más antiguo (JD) y el más reciente (JF), así como el número de estaciones (Kl) que incluye la zona.
- Para las Kl estaciones de la zona:
 - 1 tarjeta de identificación (COH 106)
 - 1 tarjeta de corrección
 - N tarjetas de datos (COH 102)
 - 1 tarjeta blanca de fin de estación
- 1 tarjeta blanca de fin de zona.

- Otra zona climática según el mismo esquema o la tarjeta blanca de fin de datos.

El programa opera zona por zona. Al interior de la primera, calcula los datos de simples masas de la primera estación y después los de sus dobles masas, comparandola con el resto de estaciones incluídas en la zona climática considerada. Una vez terminados estos cálculos, analiza las simples masas de la segunda estación y luego sus dobles masas comparandola con las estaciones restantes. Sigue este procedimiento hasta llegar a la última estación de la zona. Es decir que para cada zona el número de gráficos por analizar es igual a $N(N + 1) / 2$. En el caso que se tengan 10 estaciones en una zona climática equivale a 55 gráficos y para 20 estaciones 210. Por esta sencilla razón se trató siempre de no sobrepasar el número de estaciones por zona, establecido en 10.

Ahora bien, viene el momento de explicar la tarjeta de corrección.

En la práctica, el análisis de los gráficos se divide en dos partes:

- Cuando el programa analiza una zona por primera vez, la tarjeta de corrección está presente pero contiene únicamente el código de la estación, es decir que los coeficientes de corrección C y los períodos correspondientes no son perforados. De esta manera, el programa escoge automáticamente $C = 1$, y los datos analizados corresponden a los datos originales. En esta fase se trata de detectar los errores sistemáticos. Si en una estación se pone de manifiesto uno o varios errores en un período dado y si los informes históricos permiten cuantificar el error (inadecuación de aparatos por ejemplo), es interesante corregir los datos alterados y volver a efectuar las pruebas para verificar si la corrección es efectiva.

- Para evitar la perforación de los nuevos datos corregidos y no modificar así los datos originales, se perfora en la tarjeta de corrección (C), el coeficiente que debe aplicarse a los datos alterados y el período (LA) durante el cual se debe aplicar. Las verificaciones son más sencillas y sobretodo no se modifican los datos originales.

El programa MASA se pasa tantas veces como sea necesario para encontrar las correcciones definitivas y poder efectuar el diagnóstico final. Es así como cada estación se analiza por su prueba de simples masas y por las pruebas de dobles masas con todas las otras estaciones de la zona.

En lenguaje FORTRAN, los datos de entrada del programa se presentan de la siguiente manera:

- * lera. tarjeta JD, JF, K1 en formato 2I4, I2
- * tarjeta COH 106, ya definida anteriormente
- * tarjeta de corrección IST2, (C(I), LA(I), I=1,9) en formato (I6, 9(F4.3, I4))
- * tarjetas COH 102, ya definidas anteriormente

4.5. Resultados

En el anexo pluviométrico se presentan, para cada estación, la prueba más significativa que puede ser, según los casos, la de simples masas o la de dobles masas. Pero vale la pena recordar que el diagnóstico hecho sobre los datos proviene del análisis de muchas pruebas y no solamente de las presentadas.

La representación gráfica de los análisis se modificó para facilitar la comprensión y dicha representación se fundamenta en el

principio de una figuración ortogonal según escalas normalizadas. Es decir que los totales anuales y los totales acumulados no se representan directamente sino mediante los índices (ECR y PCAN) derivados, los cuales fueron explicados en dicho anexo.

De las 258 estaciones estudiadas:

- 37 fueron eliminadas (o sea el 14%) por inconsistencias importantes en sus datos, que no pudieron explicarse. En el anexo pluviométrico se presentan anteceditas por un punto (.).
- 107 fueron modificadas parcialmente (o sea el 42%). En general no se corrigieron los datos por la imposibilidad de contrastar las teorías con la realidad (visitas de campo) o con los informes históricos, que son muy escasos para los años anteriores a 1970 (a excepción de las estaciones bajo control de la CAR).
- 114 tenían series cronológicas homogéneas (o sea el 44%).

Estos resultados muestran que es urgente la realización de análisis similares y mucho más completos por parte de los organismos encargados de manejar las estaciones de la red pluviométrica, con el fin de ofrecer bases de datos fiables con las que se pueda trabajar sin temor o equivocaciones, en aras del desarrollo de una región dada.

5 Características de los datos verificados (Programa DATOC)

A partir de los análisis anteriores se calcularon las características mensuales y anuales de las series cronológicas ya homogeneizadas, dando prioridad en primera instancia a:

- los valores promedios
- la variación interanual (coeficiente de variación)
- la variación a lo largo del año (trimestres más lluviosos y más secos)

Se calcularon también otros índices ya explicados detalladamente en el anexo.

Los cálculos y la presentación de los resultados se hicieron mediante el programa DATOC, cuyo listado aparece en el anexo 3 siguiendo el siguiente esquema para el tratamiento de los datos:

* Para cada estación:

- 1 tarjeta de identificación (COH 106)
- 1 tarjeta de corrección en la que aparece el código. Una vez hecho el diagnóstico se corrigen o se eliminan los valores alterados. Se conservó la tarjeta de corrección sólo para facilitar la manipulación de los datos de los programas posteriores.
- N tarjetas COH 102
- 1 tarjeta blanca de fin de estación

* 1 tarjeta blanca de fin de datos luego de la última estación.

6 Ajuste de los totales anuales a distribuciones estadísticas

Al exponer la metodología de las dobles masas hemos precisado que una relación entre dos estaciones pertenecientes a la misma zona climática era lineal si sus series cronológicas se ajustaban a una ley normal.

Corresponde en este apartado verificar si tal hipótesis es válida. Además dicha característica (si puede comprobarse) sería de mucha ayuda para los cálculos posteriores.

Para verificarla se seleccionaron 10 estaciones bien distribuidas a lo largo del Altiplano y cuyos datos se extienden sobre un amplio período.

Los totales anuales de cada estación se ajustaron a las siguientes distribuciones estadísticas:

- La distribución de GAUSS (o ley Normal)
- La distribución de GUMBEL (o ley de dos exponenciales)
- La distribución de GALTON (o ley Gausso-logarítmica)
- La distribución de GOODRICH (en exponencial generalizado)

Los ajustes se realizaron por el método de la "máxima verosimilitud", y en los siguientes cuadros se presentan los valores anuales estimados según cada distribución teniendo en cuenta también algunas frecuencias. Las distribuciones se clasificaron por orden descendente de acuerdo con la calidad del ajuste (1 designa por lo tanto el mejor ajuste).

Los resultados muestran que de manera general, la distribución que más conviene es la de GALTON, lo que en sí mismo no tiene nada extraño.

Sin embargo, los valores estimados mediante la ley de GALTON no difieren considerablemente de los establecidos con la ley de GAUSS. La diferencia no alcanza un 10% en las frecuencias extremas y no es significativa en las frecuencias centrales.

Entonces, si el ajuste con la ley Normal no es el mejor, por lo menos no discuerda mucho con la realidad y la hipótesis considerada, de que los totales anuales de la región siguen una ley Normal, es aceptable.

ESTIMACIONES DE LOS TOTALES PLUVIOMETRICOS ANUALES
 PARA ALGUNAS FRECUENCIAS, A PARTIR DE
 DISTRIBUCIONES ESTADISTICAS AJUSTADAS
 (valores en milímetros)

DISTRIBUCIONES ESTADISTICAS	FRECUENCIAS						
	0,99	0,95	0,90	0,50	0,10	0,05	0,01

Chinavita (CHINAVITA)

1 GOODRICH	1.742	1.655	1.606	1.431	1.259	1.215	1.146
2 GAUSS	1.751	1.658	1.607	1.431	1.254	1.204	1.110
3 GALTON	1.790	1.674	1.615	1.424	1.256	1.212	1.133
4 GUMBEL	1.955	1.744	1.652	1.409	1.254	1.220	1.164

Esclusa Tolón (CHIQUINQUIRA)

1 GOODRICH	1.455	1.339	1.279	1.079	919	886	841
2 GALTON	1.464	1.338	1.276	1.081	920	879	809
3 GAUSS	1.415	1.320	1.270	1.091	913	862	767
4 GUMBEL	1.591	1.389	1.301	1.068	920	888	835

Granja Bertha (MONIQUIRA)

1 GALTON	2.540	2.368	2.281	1.999	1.751	1.687	1.573
2 GAUSS	2.491	2.350	2.275	2.009	1.744	1.669	1.527
3 GOODRICH	2.517	2.372	2.293	2.002	1.718	1.647	1.534
4 GUMBEL	2.866	2.527	2.377	1.985	1.735	1.680	1.591

DISTRIBUCIONES ESTADISTICAS	FRECUENCIAS						
	0,99	0,95	0,90	0,50	0,10	0,05	0,01

Tasco (TASCO)

1 GUMBEL	1.244	1.059	977	764	628	598	549
2 GALTON	1.224	1.052	975	765	627	597	550
3 GOODRICH	1.201	1.057	984	764	619	594	564
4 GAUSS	1.121	1.023	971	787	603	551	453

El Delirio (BOGOTA D.E.)

1 GALTON	1.652	1.519	1.453	1.242	1.061	1.015	933
2 GOODRICH	1.636	1.519	1.456	1.241	1.058	1.017	959
3 GAUSS	1.608	1.503	1.447	1.251	1.054	999	894
4 GUMBEL	1.817	1.590	1.489	1.227	1.060	1.023	963

Represa Sisga (CHOCONTA)

1 GUMBEL	1.160	1.034	979	833	741	720	687
2 GALTON	1.164	1.037	981	833	740	721	691
3 GOODRICH	1.142	1.037	986	832	736	720	703
4 GAUSS	1.077	1.011	975	850	725	689	622

La Ramada (FUNZA)

1 GALTON	1.038	923	869	711	596	569	525
2 GOODRICH	1.021	922	872	710	593	570	541
3 GUMBEL	1.095	946	879	706	596	572	533
4 GAUSS	976	902	863	724	586	546	473

DISTRIBUCIONES ESTADISTICAS	FRECUENCIAS						
	0,99	0,95	0,90	0,50	0,10	0,05	0,01

Tibacuy (TIBACACUY)

1 GALTON	1.605	1.423	1.338	1.089	904	861	790
2 GUMBEL	1.698	1.460	1.355	1.080	905	867	804
3 GOODRICH	1.554	1.414	1.340	1.094	895	854	797
4 GAUSS	1.507	1.390	1.328	1.108	889	826	710

La Regadera (USME)

1 GAUSS	1.331	1.239	1.190	1.016	843	794	702
2 GOODRICH	1.327	1.239	1.191	1.015	842	798	728
3 GALTON	1.386	1.262	1.201	1.007	845	804	732
4 GUMBEL	1.546	1.334	1.241	996	840	806	750

Ventalarga (ZIQUAIRA)

1 GALTON	1.646	1.422	1.326	1.083	940	912	869
2 GUMBEL	1.600	1.402	1.315	1.087	942	910	858
3 GOODRICH	1.605	1.429	1.342	1.086	926	890	870
4 GAUSS	1.508	1.393	1.331	1.114	898	836	721

7 Selección de un período de referencia

Si bien la utilización de las variables pluviométricas controladas y corregidas como se expuso antes, es satisfactoria para el análisis independiente de cada estación, en el caso de un estudio regional o de estudios de cuencas, en donde es necesario comparar entre sí las características de varias estaciones, el empleo de períodos de registro diferentes origina una heterogeneidad de segunda especie. Es decir que se hace necesario efectuar las comparaciones sobre un período común.

Siguiendo esta consideración dividimos la red pluviométrica existente (compuesta por las 258 estaciones), en dos grupos:

- Las estaciones de base, cuyos datos se analizaron sobre un período común y con una distribución espacial lo suficientemente adecuada para los procesos de mapificación.

A partir de esta red de base se dibujaron las isoyetas y se calcularon las diferentes características de las variaciones interanuales y a lo largo del año.

- Las estaciones de apoyo, las cuales, como su nombre lo indica, servirán únicamente de apoyo para las observaciones anteriormente citadas.

El problema que se plantea luego de esta división es el siguiente: ¿Cuál es la dimensión mínima de una serie cronológica para que permita estimar de manera satisfactoria, el módulo pluviométrico anual (m), es decir la pluviometría anual promedia calculada sobre un número infinito de años?

Es decir que si tenemos una serie cronológica de totales pluviométricos (x_i), observados durante n años, cuál es el valor mínimo de n para que $(m - \bar{n}) / \bar{n}$ sea aceptable?

Cabe recordar que m es un parámetro desconocido.

El promedio calculado sobre los n años es $\bar{x} = 1/n (\sum x_i)$

Admitiendo que los totales pluviométricos siguen una ley Normal (lo que hemos hecho anteriormente), se demuestra que \bar{x} también sigue una ley Normal cuando $n \geq 30$ y una ley de STUDENT a $n-1$ grados de libertad si $n < 30$.

En ambos casos tenemos la siguiente relación:

$$\bar{x} - \frac{t_{1-\alpha}}{2} \cdot \sigma/\sqrt{n} < m < \bar{x} + \frac{t_{1-\alpha}}{2} \cdot \sigma/\sqrt{n}$$

en la que t corresponde a la variable de la ley de STUDENT y α a la posibilidad, expresada en %, con la que se verificó la relación.

El intervalo $|\bar{x} - \frac{t_{1-\alpha}}{2} \cdot \sigma/\sqrt{n}, \bar{x} + \frac{t_{1-\alpha}}{2} \cdot \sigma/\sqrt{n}|$ se denomina intervalo de confianza (IC) y constituye los límites en los cuales tenemos α % de probabilidades de encontrar m ,

Es decir que la precisión con la cual \bar{x} estima el módulo m con un error posible de $1/2 (1 - \alpha)$ % es de:

$$- \frac{t_{1-\alpha}}{2} \cdot CV/\sqrt{N} < (m-\bar{x})/\bar{x} < \frac{t_{1-\alpha}}{2} CV/\sqrt{n}$$

donde CV es el coeficiente de variación de las variables consideradas.

Se observa que el intervalo de confianza IC aumenta cuando α aumenta y cuando n disminuye.

La selección del grado de confianza α es arbitraria y depende de los riesgos que se quieran tomar. El grado es tanto más alto cuanto más se busque la seguridad.

En el presente estudio efectuamos los cálculos con $\alpha = 0,95$, $0,90$ y $0,80$.

CALCULO DE $\frac{m-\bar{x}}{\bar{x}}$ PARA:

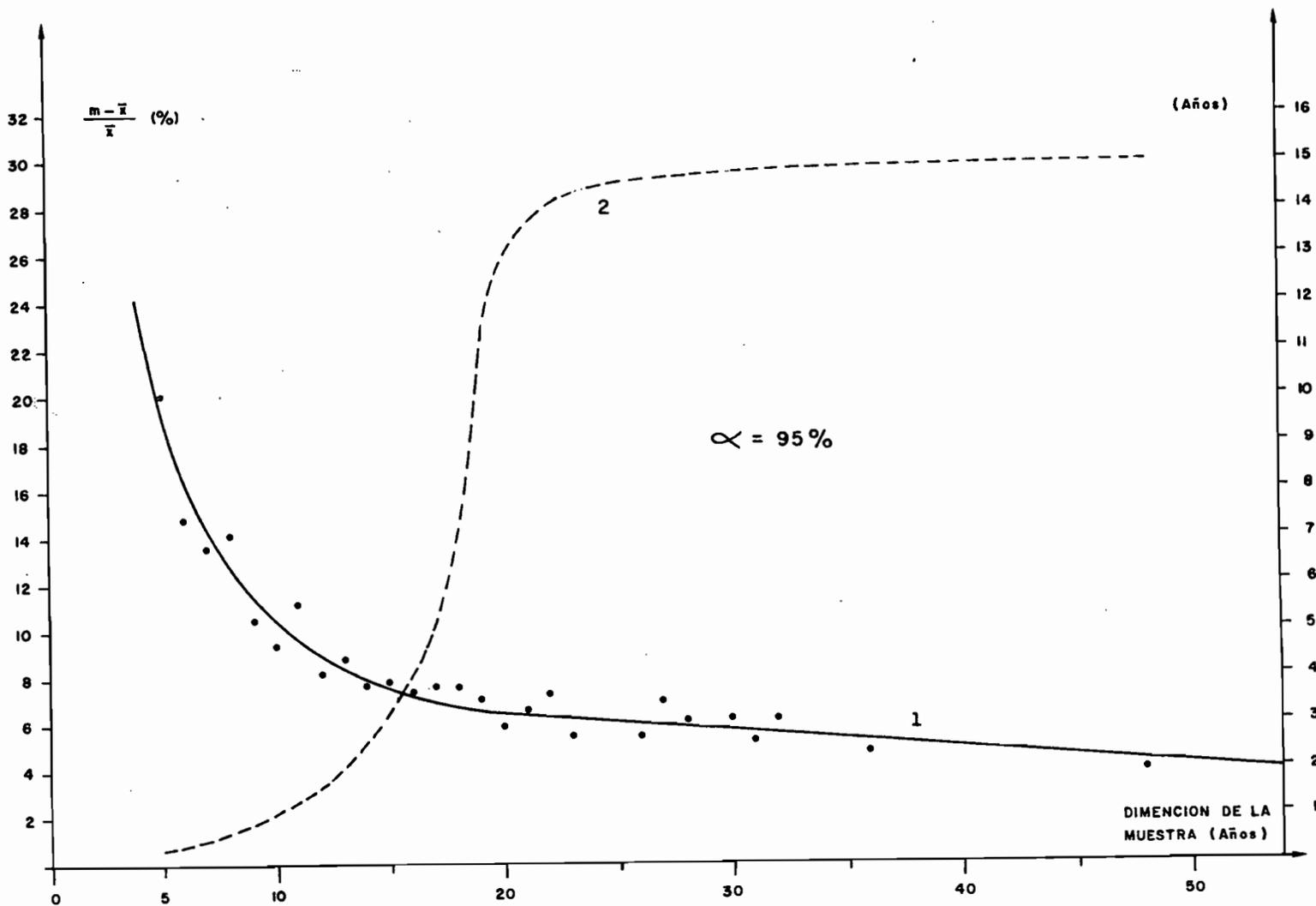
- Diferentes años de registro (n)
- Diferentes grados de confianza (α)

Períodos de registro (años)	Coeficientes de variación promedios	Precisión de la estimación del módulo		
		$\alpha = 95\%$	$\alpha = 90\%$	$\alpha = 80\%$
5	0,16	20,1	15,4	11,1
6	0,14	14,9	11,7	8,6
7	0,15	13,6	10,8	8,0
8	0,17	14,1	11,3	8,5
9	0,14	10,5	8,5	6,4
10	0,13	9,4	7,6	5,7
11	0,17	11,2	9,1	6,9
12	0,13	8,2	6,7	5,1
13	0,15	8,8	7,2	5,5
14	0,13	7,6	6,2	4,7
15	0,14	7,8	6,4	4,9
16	0,14	7,3	6,0	4,6
17	0,15	7,7	6,4	4,9
18	0,15	7,6	6,2	4,8
19	0,15	7,1	5,9	4,5
20	0,13	5,9	4,8	3,7
21	0,14	6,6	5,4	4,2
22	0,16	7,3	6,0	4,6
23	0,13	5,5	4,6	3,5
26	0,13	5,4	4,5	3,4
27	0,17	6,9	5,7	4,4
28	0,16	6,1	5,1	3,9
30	0,16	6,2	5,1	3,9
31	0,14	5,2	4,3	3,3
32	0,17	6,2	5,2	4,0
36	0,14	4,7	3,9	3,0
48	0,13	3,9	3,2	2,5

Calculamos también la precisión con la que \bar{x} estima el módulo m para diferentes años de registro,

Las estaciones se clasificaron por años de registros y para cada período se calcularon los coeficientes de variación promedios y la precisión obtenida.

Los cálculos se presentan en el cuadro correspondiente y están ilustrados mediante el siguiente gráfico:



La curva 1 representa la variación de $(m-\bar{x}) / \bar{x}$ para un grado de confianza de 95%.

Al principio la curva tiene una pendiente fuerte, que se va suavizando al llegar a períodos de registro de 20 años. Es decir que en el caso de períodos cortos la precisión de los promedios aumenta rápidamente cuando se alarga poco la dimensión de la muestra. Lo que no es válido a partir de 20 años de registro.

La curva 2 representa los años que sería necesario añadir para aumentar la precisión en un 1% y corresponde a la ordenada derecha.

Lo que significa que para 20 años de registro tenemos una precisión de 6,5%, en promedio. Para pasar la precisión a 5,5% se requeriría aumentar el período en 13 años o sea tomar un período total de 33 años.

Tal hipótesis no se justifica. Para concluir, el período de 20 años permite estimar la pluviometría anual promedio con una precisión aceptable (6,5% con $\alpha = 0,95$, 5,2% con $\alpha = 0,90$ y 4% con $\alpha = 0,80$) y a partir de este valor se hace necesario aumentar los períodos de registro en forma considerable para ganar poca precisión. Por lo que se decidió efectuar los cálculos sobre un período de 20 años.

Se eligió como período de referencia el de 1960 - 1979, por considerar que las estaciones seleccionadas contaban con el mayor número de datos durante este lapso.

8 Construcción de la red de base

A partir de lo anteriormente expuesto, se seleccionaron 100 estaciones pluviométricas, cuyos datos alcanzan a cubrir por lo menos 10 años del período de referencia y que a la vez presentan una buena distribución espacial.

Los datos faltantes, mensuales y anuales, de dichas estaciones de base durante el período elegido, 1960 - 1979, se estimaron por regresión lineal,

En la práctica se sigue el siguiente procedimiento:

8.1. Metodología

- Para los totales anuales, cada estación de base se correlacionó con todas las restantes (tanto de base como de apoyo) y para cada una se calcularon:
 - * los coeficientes de correlación
 - * la distancia entre las dos estaciones correlacionadas
 - * el número de años en común, sobre el cual se establece la correlación.
 - * las estimaciones de los valores faltantes en la estación de base, calculados a partir de las ecuaciones de regresión

- Para los totales mensuales se efectúan las mismas operaciones pero las estimaciones de los valores faltantes en la estación de base se calculan con base en las relaciones existentes (A) entre los valores promedios de la estación de base (Y) y de la estación correlacionada (X).

8.2. Cálculos (Programa CORAN)

En primer término el programa CORAN lee los datos anuales de todas las estaciones. Después de verificar cuáles son las estaciones de base, efectúa los cálculos de las correlaciones y de las regresiones entre cada estación de base y todas las otras, eliminando las correlaciones realizados sobre un período común menor a 5 años (no significativo),

Para cada estación de base, CORAN clasifica las distintas correlaciones por orden decreciente y calcula los valores faltantes en

las estaciones, pero únicamente sobre las primeras 20 correlaciones. Después clasifica las estaciones correlacionadas por intervalos de distancia y presenta los resultados de la siguiente manera:

- Presentación de la estación de base que se va a correlacionar y de sus datos anuales existentes y faltantes durante el período de referencia.
- Las 20 mejores correlaciones. Para cada una se anota el nombre de la estación con la que se correlacionó la estación de base considerada, el municipio, la distancia en Km entre las dos estaciones, los años comunes, el coeficiente de correlación, los parámetros de la línea de regresión (pendiente y ordenada al origen), los datos anuales de la estación sobre el período 1960 - 1979 y al final los valores faltantes de la estación de base estimados a partir de los coeficientes de regresión.
- La clasificación de las correlaciones por intervalos de distancia con respecto a la estación de base. Los intervalos elegidos se expresan en Km y son (0,20), (20,40), (40,70), (70,100), (100,150), (150,200), (200,250), (250,350).
Para cada uno de estos intervalos se presentan el número de estaciones que se correlacionaron con la estación de base cuyas distancias estén comprendidas en él, los coeficientes de correlación promedios y las distancias promedias.

Para funcionar el programa CORAN requiere la siguiente presentación de las estaciones:

- 1 tarjeta de identificación (COH 106)
- 1 tarjeta de corrección o 1 tarjeta blanca

Si la tarjeta de corrección que viene de los programas anteriores ha sido cambiada por una tarjeta blanca, ello indica al programa que la estación pertenece a la red de base

- N tarjetas de datos (COH 102)
- 1 tarjeta blanca de fin de estación

Para pasar a las correlaciones mensuales toca cambiar la tarjeta de lectura de los datos. Para los valores anuales dicha tarjeta de formato se escribe de la manera siguiente:

- 5002 FORMAT (I6, 2X, I2, 60X, F6.1)

Por ejemplo para analizar los meses de octubre se cambiaría por:

- 5002 FORMAT (I6, 2X, I2, 45X, F5.1)

según las especificaciones de las tarjetas COH 102

El listado del programa CORAN aparece en el Anexo 4 del presente informe metodológico.

8.3. Resultados

Las 20 mejores correlaciones de cada estación de base se presentan en el Anexo 6.

Es curioso ver como a veces los mejores resultados se obtienen con estaciones muy lejanas mientras que las relaciones con estaciones cercanas no son estrechas,

El análisis de todos estos datos sería particularmente interesante en un estudio específico de la red pluviométrica, sobretodo en lo que concierne la zonificación pluviométrica.

Sin embargo, lo anterior no es la finalidad del presente estudio y si publicamos los resultados lo hacemos con miras a facilitar la tarea de los interesados en el tema.

Los coeficientes de correlación clasificados por intervalos de distancia se presentan en el Anexo 7. Las consideraciones anteriores son también válidas en este caso.

Podemos anotar sencillamente que los coeficientes de correlación promedios, comprendidos entre 0 y 40 Km no son muy altos. Esto indica que la zonificación pluviométrica debe realizarse con extremada atención y debe incluir superficies restringidas. El reagrupamiento de los resultados a nivel de todo el Altiplano es el siguiente:

Intervalos de distancia (Kms)	Coeficientes de correlación		
	MAXI	MEDIA	MINI
0 - 20	0,75	0,55	0,10
20 - 40	0,64	0,44	0,19
40 - 70	0,63	0,41	0,34
70 - 100	0,57	0,39	0,21
100 - 150	0,56	0,39	0,22
150 - 200	0,61	0,37	0,10
200 - 250	0,57	0,32	0,05
250 - 350	0,68	0,32	0,11

9 Características de la red de base

9.1. Estimaciones de los valores faltantes

Los resultados del programa CORAN proponen al climatólogo una especie de "menú" compuesto por varias estimaciones de los valores faltantes en la estación de base, clasificadas de acuerdo con los valores del coeficiente de correlación en orden decreciente.

Ahora bien, las estimaciones que se escogen no proviene siempre de la mejor correlación. Hay que tener en cuenta también el número

de años comunes y la distancia entre las dos estaciones. Aquí interviene la experiencia del climatólogo y su conocimiento del terreno. Una vez escogidas las estimaciones mensuales (EI) y anuales (EA) de los valores faltantes, se hace necesario ajustarlas porque:

$$\Sigma EI \neq EA$$

Se conserva como base la estimación del total anual por ser más segura y porque proviene de los coeficientes de regresión. Si EFI corresponde a las estimaciones definitivas de los valores mensuales, tenemos entonces que:

$$EFI = EI \times \frac{EA}{\Sigma EI}$$

En este caso $\Sigma EFI = ES$ y los valores definitivos se incorporan a los datos de las 100 estaciones de base, las que a partir de este momento tienen un período completo sobre los 20 años comprendidos entre 1960 y 1979.

9.2. Cálculos de las características (Programa DATOF)

Este programa calcula los valores promedios y frecuenciales de las estaciones de base, así como sus variaciones interanuales y a lo largo del año. Los resultados se agrupan en el Anexo Pluviométrico.

El programa DATOF tiene la misma estructura que el DATOC y requiere una idéntica presentación de los datos.

10 Isoyetas y regímenes pluviométricos

Estos parámetros se dibujaron en el mapa correspondiente que se presenta en el estudio general.

Las isoyetas se trazaron a partir de los cálculos efectuados sobre la red de base, del análisis de los fenómenos que rigen la lluvia y de las relaciones encontradas entre los totales anuales de lluvia y del relieve.

La descripción y la explicación de dichos fenómenos se comentan en el volumen correspondiente.

11 Conclusión

Como se ha detallado a lo largo del presente informe, los pasos a dar para permitir el establecimiento de las características pluviométricas de manera lo suficientemente precisa para que puedan ser utilizadas, condujeron a un trabajo largo y a cálculos completos, sin embargo necesarios. El tiempo empleado para efectuar los análisis se hubiera podido reducir si los organismos encargados de manejar las estaciones hubieran realizado el tratamiento de los valores (creación de un banco de datos) y si existieran estudios fundamentales, que en el momento son muy raros.

Desde el punto de vista técnico la duración de los cálculos podría reducirse utilizando un computador más cercano. A pesar de la buena voluntad de la sección de sistemas del IGAC, los tiempos de ida y regreso de los programas hasta el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, son largos y las manipulaciones involucran riesgos.

12 Referencias bibliográficas

- AKMANOGLU N.O. : Datos mínimos para la determinación de los módulos interanuales pluviométricos e hidrométricos en Africa Occidental.
in CAHIERS ORSTOM Série Hydrologie
Vol. VII, No. 2 - 1970 -
- BRUNET - MORET Y.: Análisis de la homogeneidad de series cronológicas de precipitaciones anuales por el método de dobles masas.
in CAHIERS ORSTOM Série Hydrologie
Vol. VIII No. 4 - 1971 -
- DUBREUIL P. : Iniciación al análisis hidrológico.
MASSON et CIE ORSTOM - 1974 -
- F.A.O. : Estudio agroclimatológico de la zona andina
- 1975 -
- GUHL E. : Las lluvias en el clima de los Andes Ecuatoriales húmedos de Colombia.
Universidad Nacional - 1974 -
- OSTER R. : Las precipitaciones en Colombia.
Tesis de 3er. ciclo Universidad de Dijon
- 1979 -
- ROCHE M. : Hidrología de superficie
GAUTHIER - VILLARS ORSTOM - 1963 -
- ROCHE M. : Estudio metodológico para el uso de los datos climatológicos en Africa Occidental. Libro 1 de codificación.
Ministère de la Coopération ORSTOM
- SIRCOULON J. : Estudio metodológico para el uso de los datos climatológicos en Africa Occidental. Libro 2 de tratamiento sistemático. Ministère de la Coopération ORSTOM

PLUVIOMETRIA

ANEXO 1

PROGRAMA DATOR

Presentación de los datos originales
de las lluvias mensuales y anuales

```

0001      1000 FORMAT(16,4A4,6A4,19A1)
0002      1001 FORMAT(1H1,' CODIGO',3EX,'ESTACION',12X,'MUNICIPIO',10X,'LATITUD',
16X,'LONGITUD',7X,'ALTITUD'/18,30X,6A4,1X,4A4,4X,3A1,1X,2A1,1X
2:2A1,4X,4A1,1X,2A1,1X,2A1,4X,4A1,' METROS'/)
0003      1002 FORMAT(16,14,12F5.1,F6.1)
0004      1003 FORMAT(11X,14)
0005      1090 FORMAT(16)
0006      1091 FORMAT(/11X,'DATOS ORIGINALES DE LLUVIAS MENSUALES Y ANUALES EN MI
LIMETROS (LOS VALORES FALTANTES SE HAN SEÑALADO CON -9.9)'/40X,
2'HIGAC #, PROYECTO ECCIDINAMICO * CORDILLERA CENTRAL')
0007      1092 FORMAT(12X,'ANO      ENE      FEB      MAR      ABR      MAY      JUN
1 JUL      AGO      SEP      OCT      NOV      DIC      TOTAL')
0006      1004 FORMAT(11X,14,(2F8.1,F11.1)
0009      DIMENSION XT(13),FRAC(6),FMUN(4),IAND(1)
0010      LOGICAL ICCM(19)
0011      1 READ(1,1000) IST1,FMUN,FRAG,CCM
0012      IF(IST1.EQ.0) GO TO 95
0013      WRITE(3,1001) IST1,FRAG,FMUN,CCM
0014      READ(1,1090) IST2
0015      WRITE(3,1092)
0016      N=0
0017      4 READ(1,1002) IST3,JAN,(XT(I),I=1,13)
0018      IF(IST3.NE.0) GO TO 10
0019      WRITE(3,1091)
0020      GO TO 1
0021      10 N=N+1
0022      IAND(N)=JAN
0023      IF(N.EQ.1) GO TO 2
0024      DO 3 I=1,100
0025      KK=IAND(N)-(IAND(N-1)+1)
0026      IF(KK.EQ.0) GO TO 2
0027      KK1=IAND(N-1)+1
0028      WRITE(3,1003) KK1
0029      3 CONTINUE
0030      2 WRITE(3,1004) JAN,(XT(I),I=1,13)
0031      GO TO 4
0032      99 STOP
0033      END

```

51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

PLUVIOMETRIA

ANEXO 2

PROGRAMA MASA

Análisis de los datos pluviométricos anuales
por simples y dobles masas

```

C   PROGRAMA     PDH 102   (UDM.COR)
1  C   TEST_PGR_MASA_SENCILLA Y MASAS DOBLES DE LOS TOTALES ANUALES
2  C   DE LLUVIA
3  C   PRESENTACION DE LOS DATOS
4  C   -POR GRUPO DE ESTACIONES
5  C   - TARJETA DE LIMITACION DE PERIODO (JF,JJ)(JF OBLIGATORIO)
6  C   Y DEL NUMERO DE PUESTOS A PROFAN (K1)
7  C   - TARJETA DE IDENTIFICACION (CCH 100)
8  C   - TARJETA DE CORRECCION
9  C   - N TARJETAS DE PLUVIOMETRIA (CCH 102)
10 C   - TARJETA BLANCA DE FIN DE ESTACION
11 C   - TARJETA BLANCA DE FIN DE GRUPO
12 C   - TARJETA BLANCA DE FIN DE TRABAJO
13 0001 DIMENSION NS(50),FRAG(50,6),FMUN(50,4),XA(50,99),KD(50),KF(50),
14      ICC(50,9),IAL(50,9)
15 0002 10 READ(1,5001)JF,JD,K1
16 0003 5001 FORMAT(214,12)
17 0004 IF(JF.EQ.0)GO TO 9999
18 0005 CALL LCCDGN(JF,JD,NS,FRAG,XA,KD,KF,CC,IAL,K,FMUN)
19 0006 IF(K1.EQ.0) K1=K
20 0007 DO 100 I=1,K1
21 0008 WRITE(3,6000)(FRAG(I,JS),JS=1,6),(FMUN(I,JS),JS=1,4)
22 0009 6000 FORMAT(1H1,' ESTACION X ',6A4,' MUNICIPIO DE ',4A4,T80,' PERIODO',
23      1BX,'COEF DE CORRECCION')
24 0010 CALL IMPCOR(JF,KD(I),KF(I),CC,IAL,I)
25 0011 CALL UNMASS (XA,I,JF,KD(I),KF(I))
26 0012 I2=I+1
27 0013 DO 100 J=I2,K
28 0014 ID=MAX0(KD(I),KD(J))
29 0015 IT=MIN0(KF(I),KF(J))
30 0016 IF((IT-ID).GE.4) GO TO 50
31 0017 GO TO 100
32 0018 50 WRITE(3,6000)(FRAG(I,JS),JS=1,6),(FMUN(I,JS),JS=1,4)
33 0019 CALL IMPCOR(JF,ID,IT,CC,IAL,I)
34 0020 WRITE(3,6002)(FRAG(J,JS),JS=1,6),(FMUN(J,JS),JS=1,4)
35 0021 6002 FORMAT(1X,' ESTACION Y ',6A4,' MUNICIPIO DE ',4A4,T80,' PERIODO',
36      1BX,'COEF DE CORRECCION')
37 0022 CALL IMPCOR(JF,ID,IT,CC,IAL,J)
38 0023 CALL DBLMSS(JF,I,J,ID,IT,XA)
39 0024 100 CONTINUE
40 0025 GO TO 10
41 0026 9999 STOP
42 0027 END

```

↑

- 96 -

Ministerio de Hacienda
 y
 Crédito Público

12
 11
 10
 9
 8
 7
 6
 5
 4
 3
 2

```

0001 SUBROUTINE LECCUR(JE,NST,K,CC,IAL,CCA)
0002 DIMENSION C(9),LA(9),CC(50,9),IAL(50,9),CCA(9)
0003 READ(1,5100)NSC,(C(I),LA(I),I=1,9)
0004 5100 FORMAT(10,9,(F4,3,14))
0005 IF(NSC.EQ.NST) GO TO 1
0006 WRITE(3,6100)NST,NSC
0007 6100 FORMAT(' ERROR DE TARJETA DE CORRECCION -',6,' '=',16,' '=CORRECCION
0008 1 NO HECHA!/)
0009 C(1)=0
0010 LA(1)=0
0011 DO 2 I=1,9
0012 IE(C(I),LE,0,001) C(I)=1
0013 CC(K,I)=C(I)
0014 IAL(K,I)=JE-LA(I)+1
0015 IF(LA(I),EQ,0) GO TO 3
0016 2 CONTINUE
0017 3 I=1
0018 DO 4 IA=1,99
0019 IF(IA.GT.IAL(K,I)) I=I+1
0020 4 CCA(IA)=CC(K,I)
0021 RETURN
0022 END

```

↑

- 97 -

Ministerio de Hacienda
y
Crédito Público

11
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2

```

0001 SUBROUTINE LCCDON(JF,JD,NS,FRAG,XA,KD,KE,CC,IAL,K,FMUN)
0002 DIMENSION NS(50),FRAG(50,6),FMUN(50,4),XA(50,99),KD(50),KE(50),
0003 ICC(50,9),IAL(50,9),CCA(99)
0004 DO 20 I=1,50
0005 DO 20 J=1,99
0006 XA(I,J)=-9.9
0007 KE=0
0008 I K=K+1
0009 READ(1,5106)INST,(FMUN(K,JS),JS=1,4),(FRAG(K,JS),JS=1,6)
0010 FORMAT(16,4A4,6A4)
0011 IF(NSI.EQ.0) GO TO 10
0012 NS(K)=NST
0013 CALL LECCOR(JF,NST,K,CC,IAL,CCA)
0014 KKD=JF
0015 KKF=1
0016 2 READ(1,5102)IST,JA,XT,KT
0017 5102 FORMAT(16,14,60X,F6.1,3X,11)
0018 IF(IST.EQ.0) GO TO 4
0019 IF(IST.EQ.NST) GO TO 3
0020 WRITE(3,6001)NST,IST,JA
0021 6001 FORMAT(1A,'ERRORES DE ESTACION -',3X,16,3X,'-',3X,16,6X,14/)
0022 GO TO 2
0023 3 IF(JA.LT.JD.OR.JA.GT.JF.OR.KT.EQ.3) GO TO 2
0024 IA=JF-JA+1
0025 IF(IA.LE.99) GO TO 5
0026 JL=JF-99
0027 WRITE(3,6010)NST,JL
0028 6010 FORMAT(' ESTACION ',16,' DATOS ANTERIORES A ',14,' = TAMANO SUPERIO
0029 IR AL PREVISTO')
0030 GO TO 2
0031 5 KKD=MIN0(KKD,IA)
0032 KKF=MAX0(KKF,IA)
0033 XA(K,IA)=XT*CCA(IA)
0034 GO TO 2
0035 4 KF(K)=KKF
0036 KD(K)=KKD
0037 GO TO 1
0038 10 K=K-1
0039 RETURN
0040 END

```

Ministerio de Hacienda
y
Crédito Público

86
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2

```

0001      SUBROUTINE IMPCOR(JF, ID, IT, CC, IA, K)
0002      DIMENSION CC(50,9), IAL(50,9)
0003      I=1
0004      1 IF(ID,LT.,IAL(K,I)) GO TO 2
0005      I=I+1
0006      GO TO 1
0007      2 IAD=ID
0008      DO 3 IA=ID,IT
0009      IF(IA,LT.,IAL(K,I).AND.,IA,LT.,IT) GO TO 3
0010      JAD=JF-IAD+1
0011      JAF=JF-IA+1
0012      WRITE(3,6200)JAF,JAD,CC(K,I)
0013      6200 FORMAT(178,14,' - ',14,10X,F7.3/)
0014      IAD=IA+1
0015      I=I+1
0016      3 CONTINUE
0017      RETURN
0018      END

```



Ministerio de Hacienda
y
Crédito Público

```

0001 SUBROUTINE UNMASS(XT,J,JE,KD,KF)
0002 DIMENSION XT(50,99),XA(59),MA(99),CU(59),XM(99),IND(71),SI(5)
0003 DATA SI/' ','1','2','+', '**/'
0004 WRITE(3,2003)
0005 2003 FORMAT(160,'P = -3.',7X,'-2.',7X,'-1.',7X,'0.0',7X,'+1.',7X,'+2.',
0006 17X,'+J.',7X,'N',T9,'AN',T10,'T A',T28,'CU',T37,'MU',T46,'ECR',T53
0007 2,'PCAN',T65,'!',6(9X,'(')//)
0008 N=0
0009 SX=0.
0010 SX2=0.
0011 DO 11 I=KD,KF
0012 XA(I)=XT(J,I)
0013 IF(XA(I).LE.0.) GO TO 11
0014 N=N+1
0015 SX=SX+XA(I)
0016 SX2=SX2+XA(I)*XA(I)
0017 MA(N)=JE-I+1
0018 CU(N)=SX
0019 XA(N)=XA(I)
0020 XM(N)=SX/N
0021 11 CONTINUE
0022 NN=N
0023 IF(NN.EQ.1) RETURN
0024 XMOY=XM(NN)
0025 VRX=(NN*SX2-SX*SX)/(NN*(NN-1))
0026 ETX=SQRT(VRX)
0027 CVX=ETX/XMOY
0028 DO 20 N=1,NN
0029 ECR=(XA(N)-XMOY)/ETX
0030 PCAN=CJ(N)/XMOY-N*1.
0031 JAND=FIX(10.*ECR)+36
0032 JCAND=FIX(10.*PCAN)+36
0033 IF(JAND.LE.0) JAND=1
0034 IF(JAND.GE.72) JAND=71
0035 IF(JCAND.LE.0) JCAND=1
0036 IF(JCAND.GE.72) JCAND=71
0037 DO 30 IJK=1,71
0038 IND(IJK)=1
0039 IF(IJK.EQ.36) IND(IJK)=2
0040 IF(IJK.EQ.JAND) IND(IJK)=3
0041 IF(IJK.EQ.JCAND) IND(IJK)=4
0042 IF(IJK.EQ.JAND.AND.IJK.EQ.JCAND) IND(IJK)=5
0043 30 CONTINUE
0044 20 WRITE(3,2004)N,MA(N),XA(N),CU(N),XM(N),ECR,PCAN,SI(IND(IJK)),IJK=
0045 11,71)
0046 2004 FORMAT(14,3X,14,2X,F7.1,2X,F9.1,2X,F7.1,2X,F6.3,2X,F6.3,3X,71A1)
0047 WRITE(3,2005)N,XMOY,ETX,CVX
0048 2005 FORMAT(2X,'PROMEDIO DE LUS',T3,' ANOS =',F7.1,T33,'*****
0049 1*****'/6X,'DEVIACION ESTANDAR =',F7.1,T83,'* PRUEBAS DE SIMP
0050 2LE MASA **/1X,'COEFICIENTE DE VARIACION =',F9.3,T83,'*****
0051 3*****'/24X,'PROYECTO IGAC-ORSTOM *** GRUPO DE HIDROCLIMAT
0052 A G L O I A *** PROGRAMA CRSTOM')
0053 RETURN
0054 END

```

Ministerio de Hacienda
y
Crédito Público

↑

100

12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2

```

0001 SUBROUTINE DJLMSS(JF,I,J,II,XA)
0002 DIMENSION XA(50,99),MA(99),RA(99),CX(99),CY(99),IND(81),SI(5)
0003 DATA SI/' ',' ',' ',' ',' ',' ',' ',' ',' '
0004 WRITE(3,6003)
0005 6003 FORMAT('T46,IP = -4.,7X,-3.,7X,-2.,7X,-1.,7X,0.0',7X,'+1.',
17X,'+2.',7X,'+3.',7X,'+4.)/T4,'N',T8,'JAN',T17,'UX',T27,'CUI',T37,
2,'RAN',T44,'PCAN',T51,'I',B(5X,'I')/T4,'R : 0.0',7X,'0.7',7X,'0.8',
3,7X,'0.9',7X,'1.0',7X,'1.1',7X,'1.2',7X,'1.3',7X,'1.4'//)
0006 N=0
0007 SX=0.
0008 SY=0.
0009 DO 200 IN=10,II
0010 X=XA(I,IN)
0011 Y=XA(J,IN)
0012 IF(X.LE.0..OR.Y.LE.0.) GO TO 200
0013 N=N+1
0014 MA(N)=JF+I-IN
0015 RA(N)=X/Y
0016 SX=SX+X
0017 SY=SY+Y
0018 CX(N)=SX
0019 CY(N)=SY
0020 200 CONTINUE
0021 NN=N
0022 IF(NN.GT.0) GO TO 202
0023 201 WRITE(3,6006)
0024 6006 FORMAT(' NINGUN ANO COMUN ENTRE ESTAS DOS ESTACIONES')
0025 GO TO 100
0026 202 RT=SX/SY
0027 XM=SX/NN
0028 YM=SY/NN
0029 DO 300 N=1,NN
0030 RAN=RA(N)/RT
0031 PCAN=CX(N)/XM-CY(N)/YM
0032 JAND=IF(IX(100.*(RAN-1.))+41
0033 JCAND=IF(IX(10.*PCAN)+41
0034 IF(JAND.LE.0) JAND=1
0035 IF(JCAND.LE.0) JCAND=1
0036 IF(JAND.GE.82) JAND=81
0037 IF(JCAND.GE.82) JCAND=81
0038 DO 400 IJK=1,81
0039 IND(IJK)=1
0040 IF(IJK.EQ.41) IND(IJK)=2
0041 IF(IJK.EQ.JAND) IND(IJK)=3
0042 IF(IJK.EQ.JCAND) IND(IJK)=4
0043 IF(IJK.EQ.JAND.AND.IJK.EQ.JCAND) IND(IJK)=5
0044 400 CONTINUE
0045 300 WRITE(3,6004)N,MA(N),CX(N),CY(N),RAN,PCAN,(SI(IND(IJK)),IJK=1,81)
0046 6004 FORMAT(14,2X,14,3X,F8.0,2X,F8.0,3X,F6.3,2X,F6.3,2X,B1A1)
0047 WRITE(3,6003)
0048 RY=RT
0049 RX=1./RT
0050 WRITE(3,6005)XM,YM,RX,RY
0051 6005 FORMAT('PROMEDIOS =',F9.1,1X,F9.1,T79,'*****')
1**/1X,' RAZONES PROMEDIOS Y/X =',,T79,'* PRUEBAS DE DOBLE M
2ASA **/22X,'X/Y =',F7.3,T79,'*****'//21X,'PROY
3ECTO IGAC-URSTOM *** GRUPO DE HIDROCLIMATULOGIA *** PROGRAMA URSTO
4ND)

```

↑

101

12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2

Ministerio de Hacienda
y
Crédito Público

0.052 L00 RETURN
0.053 END

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60



Ministerio de Hacienda
y
Crédito Público

12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2

PLUVIOMETRIA

ANEXO 3

PROGRAMA DATOC

Presentación de las características pluviométricas
mensuales y anuales a partir de los datos
verificados por simples y dobles masas

```

1 C
2 C PROGRAMA DE RESTITUCION DE LAS LLUVIAS MENSUALES Y ANUALES
3 C A PARTIR DE LAS TARJETAS CCH 106 Y CCH 102
4 C
5 C PRESENTACION DE LAS TARJETAS
6 C
7 C TARJETA DE IDENTIFICACION DE LA ESTACION (CGH 106)
8 C TARJETA DE CORRECCIONES
9 C N. TARJETAS DE LLUVIAS MENSUALES Y ANUALES (CGH 102)
10 C TARJETA BLANCA DE FIN DE ESTACION
11 C TARJETA BLANCA DE FIN DE TRAEAJC
12 C
13 C PARA CADA ESTACION VALOR DE ANOS INFERIOR O IGUAL A 99 ANOS
14 C
15 0001 DIMENSION NAP(99),IZ(12,55)
16 0002 IC NAF=99
17 0003 CALL JMPTC(IDENT,IZ,NAP,N,NA)
18 0004 IF(N.EQ.0) GO TO 555
19 0005 CALL TAELEV(IZ,NAP,N,NA)
20 0006 GO TO IC
21 0007 559 PRINT,BCO
22 0008 ECG FFORMAT(LH1)
23 0009 STOP
24 0010 END
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

```

Ministerio de Hacienda
 y
 Crédito Público

104

12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2

```

0001 SUBROUTINE JMNT0(ICENT,IZ,NAN,N,NA)
0002 DIMENSION NANINA(IZ,IZ,NA),ETA(4),STAT(6)
0003 LOGICAL ICC(15),DONNE(1)
0004 DATA IIR,IIH,I,3/
0005 C LECTURA DE LA TARJETA CCF 106
0006 READ(IIR,112) IDENI,ETA,STAT,CCM
0007 I12 FORMAT(16,4A,6A4,15A1)
0008 IF(ICENT.EC.0) STOP
0009 C LECTURA DE LA TARJETA DE CORRECCIONES
0010 READ(IIR,1001) DONNE
0011 I001 FORMAT(6A1)
0012 N=0
0013 S N=N+1
0014 C LECTURA DE LAS TARJETAS CCF 102
0015 READ(IIR,111) ISTA,JAN,(IZ(I,N),I=1,IZ)
0016 I11 FORMAT(16,14,1215,16)
0017 I0 IF(ISTA)8,8,7
0018 I7 IF(ISTA-IDENI)555,6,555
0019 I555 WRITE(IIR,909) ISTA,ICENT,JAN
0020 I555 FORMAT(///2CX,'ERROR DE ESTACION',311())
0021 STOP
0022 I6 NAN(N)=JAN
0023 I6 CTL=9
0024 I6 N=N-1
0025 IF(N.EC.NA) WRITE(IIR,500)
0026 I500 FORMAT(///20X,'AUMENTAR LOS TAMAÑOS')
0027 IF(N.EC.NA) STOP
0028 IF(N.EC.0) WRITE(IIR,785) ICENT,STAT,ETA,CCM
0029 I785 FORMAT(1F1,' CCDICC',2EX,' ESTACION',12), ' MUNICIPIO',10X,' LATITUD',
0030 I16X,' LONGITUD',7X,' ALTITUD',7IE,2CX,6A4,1X,4A4,4X,3A1,1X,2A1,1X
0031 I2,2A1,4X,4A1,1X,2A1,1X,2A1,4X,4A1,' METROS'///,1X,' *** LLUVIAS MENSU
0032 I2ALES Y ANUALES SELECCIONADAS POR SIMPLES Y DOBLES MASAS ** (LUS VA
0033 I4LCRES FALTANTES SE VAN SEÑALADO CON -9,9) ***'//)
0027 RETURN
0028 END

```

105

Ministerio de Hacienda
y
Crédito Público

12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2

```

0001      SUBROUTINE TAELEV (IE42, NAN, NEAN, NA)
0002      DIMENSION IE42(13,NA), AE42(13,SS), NAN(NA), IE(13), AE(13), NG(13)
0003      DIMENSION X(4,13), CV(13), SIC(13), ASY(13), PCR(12), ITRI(12), SI(12)
0004      DIMENSION E(12,SS), FMAX(13), FGI(13), FPEC(13), HQJ(13), HMIN(13)
0005      DATA SI/, ENE/, FEE/, MAR/, ABR/, MAY/, JUN/, JUL/, AGC/,
0006      ISEP/, CCT/, NOV/, DIC/
0006      L=3
0007      CC 250 L=1.13
0008      IE(1)=0
0009      NE(1)=0
0010      CC 250 L=1.4
0011      250 X(L,1)=0.
0012      CC 251 I1=1.13
0013      CC 251 JJ=1,NA
0014      251 AE43(I1,JJ)=IE43(I1,JJ)/IC.
0015      WRITE(I1W,2154)
0016      2154 FORMAT(12X,'ANOS.   ENE   FEE   MAR   ABR   MAY   JUN
0017      L=1
0018      JAN=NAN(I1)
0019      120 IF(JAN.EQ.NAN(L)) CC TC 100
0020      WRITE(I1W,1100) JAN,JAN
0021      1100 FORMAT(13X,14,109X,14)
0022      CC TC 110
0023      100 WRITE(I1W,1000) JAN,(AE43(MC,L),MC=1,13),JAN
0024      1000 FORMAT(13X,14,12FE,1,FIC,1,L7)
0025      CC 90 MC=1,13
0026      IF(IE43(MC,L).EQ.-55) CC TC 50
0027      NE(MC)=NE(MC)+1
0028      F(MC,NE(MC))=IE43(MC,L)/IC.
0029      IE(MC)=IE(MC)+IE43(MC,L)
0030      AE(MC)=IE(MC)/10.
0031      AX=IE43(MC,L)+0.1
0032      AY=1.
0033      CC 91 M=1.4
0034      AY=AX*AY
0035      91 X(M,MC)=AY*X(M,MC)
0036      50 CCNT INVE
0037      L=L+1
0038      110 JAN=JAN+1
0039      IF(JAN.LE.NAN(NEAN)) CC TC 120
0040      IF(NG(13).LT.5) RETLFA
0041      AS=0.
0042      CC 120 MC=1,13
0043      AE(MC)=AE(MC)/NE(MC)
0044      AS=AS+AE(MC)
0045      130 CCNT INVE
0046      AS=AS-AE(13)
0047      CC 151 M1=1,12
0048      151 FOR(M1)=AE(M1)/AS+100.
0049      CC 152 M1=1,10
0050      152 ITRI(M1)=10.*(AE(M1)+AE(M1+1)+AE(M1+2))
0051      ITRI(11)=10.*(AE(11)+AE(12)+AE(13))
0052      ITRI(12)=10.*(AE(12)+AE(11)+AE(2))
0053      ITRI=M*AO(ITRI(1),ITRI(2),ITRI(3),ITRI(4),ITRI(5),ITRI(6),ITRI(7)
0054      1,ITRI(8),ITRI(9),ITRI(10),ITRI(11),ITRI(12))
0054      ITRI=M*INO(ITRI(1),ITRI(2),ITRI(3),ITRI(4),ITRI(5),ITRI(6),ITRI(7)
0054      1,ITRI(8),ITRI(9),ITRI(10),ITRI(11),ITRI(12))

```

Ministerio de Hacienda
 Y
 Crédito Público

```

0055      MGI=0
0056      153 MC1=ML1+1
0057      IF((TRIM.GI.ITR1(MC1)) CC TC 153
0058      I1=MC1
0059      IF(MC1.EG.12) MC1=C
0060      I2=ML1+1
0061      IF(MC1.EG.11) MC1=-1
0062      I3=ML1+2
0063      MCIS=0
0064      154 MCIS=MGIS+1
0065      IF((TRIC.LT.ITR1(MCIS)) CC TC 154
0066      I4=MCIS
0067      IF(MGIS.EG.12) MCIS=C
0068      I5=MGIS+1
0069      IF(MGIS.EG.11) MCIS=-1
0070      I6=MGIS+2
0071      TRIM=TRIM/10
0072      CCT=3.*TRIM/(AS-TRIM)
0073      150 CONTINUE
0074      CC 92 MC=1 I13
0075      SIG(MI)=100000000
0076      CV(MI)=100000000
0077      ASY(MI)=100000000
0078      NV=NL(MI)
0079      XMCY=X(1,MC)/NV
0080      IF(XMCY.LE.C.) CC TC 52
0081      SIG(MC)=SQRT((X(2,MC)-NV*XMCY+NDY)/(NV-1))
0082      CV(MC)=SIG(MC)/XMCY
0083      XM2=(NV*X(2,MC)-X(1,MC)*X(1,MC))/(NV*(NV-1))
0084      XM3=(NV*NV*X(3,MC)-3.*NV*X(2,MC)*X(1,MC)+2.*X(1,MC)*X(1,MC))/(NV*(NV-1)
0085      ASY(MC)=XM2/XM3*1.5
0086      52 CONTINUE
0087      CC 300 I=1 I3
0088      K=NB(I)
0089      K1=K-1
0090      CC 301 J=1 K1
0091      L1=K-J
0092      CC 301 L=1 L1
0093      IF(M(L,L).GE.F(1,L+1)) CC TC 301
0094      TEMP=F(1,L)
0095      F(1,L)=F(1,L+1)
0096      F(1,L+1)=TEMP
0097      301 CONTINUE
0098      K1=K/4
0099      K2=K/2
0100      K3=K-K1
0101      FG1(I)=100000
0102      FG3(I)=100000
0103      IF(NBAN.LI.I2.CH.NE(I).L1.I2) CC TC 302
0104      FG1(I)=F(1,K1+1)+F(1,K1)-F(1,K1+1))/2+(MGD(K+2,4)/2)
0105      FG3(I)=F(1,K3)-[F(1,K3)-F(1,K3+1)]/2+(MGD(K+2,4)/2)
0106      302 CONTINUE
0107      FMEU(I)=F(1,K2+1)+F(1,K2)-F(1,K2+1))/2+(MGD(K+1,2)
0108      FMAX(I)=F(1,I)
0109      FMIN(I)=F(1,K)
0110      300 CONTINUE
0111      FGUR=AMAX1(AE(1),AE(2),AE(3),AE(4),AE(5),AE(6),AE(7),AE(8),AE(9))

```

-107-

Ministerio de Hacienda
 y Crédito Público

```

1 0112 1AE(10),AE(11),AE 2))
2 0113 FOUR=FCLR*ECUR/A
3 0114 CC 310 I=1,12
4 0115 310 ARNCL=ARNCL+AE(11)*AE(11)/AE
5 0116 NMAX=MAX(NEAN)-N*AI(1)
6 0117 IF(NMAX.LE.25) GO TO 303
7 0118 WRITE(11W,1249)
8 0119 1249 FORMAT(1F11///2EX,'*** CARACTERISITICA: FLUVIOMETRICAS MENSUALES Y
9 1ANUALES DE LA PAGINA ANTERIOR ***')
10 0120 WRITE(11W,12154)
11 0121 303 CONTINUE
12 0122 WRITE(11W,1205) (NE(AC),AC=1,12)
13 0123 WRITE(11W,1250) (NMAX(I),I=1,12)
14 0124 IF(INEAN.LT.12) GO TO 304
15 0125 WRITE(11W,1260) (PG(I),I=1,12)
16 0126 304 CONTINUE
17 0127 WRITE(11W,1270) (MEC(I),I=1,12)
18 0128 IF(INEAN.LT.12) GO TO 305
19 0129 WRITE(11W,1280) (PG2(I),I=1,12)
20 0130 305 CONTINUE
21 0131 WRITE(11W,1290) (FIN(I),I=1,12)
22 0132 WRITE(11W,1200) (AE(AC),AC=1,12),AS
23 0133 WRITE(11W,1240) (FCF(AC),AC=1,12),SI(11),SI(12),SI(13),SI(14),
24 ISI(15),SI(16),FGUR, ARNCL
25 0134 WRITE(11W,1210) (SIG(AC),AC=1,12)
26 0135 WRITE(11W,1220) (CVI(AC),AC=1,12)
27 0136 WRITE(11W,1230) (ASY(AC),AC=1,12)
28 0137 1205 FORMAT(//2X,' NUMERO DE ANOS',12E,110)
29 0138 1250 FORMAT(5X,' VALOR MAXIMO',12F6,1,F10,1)
30 0139 1260 FORMAT(1X,' CUARTIL SUPERIOR',12(3X,F5,1),4X,F6,1)
31 0140 1270 FORMAT(10X,' MEDIANA',12F6,1,F10,1)
32 0141 1280 FORMAT(1X,' CUARTIL INFERIOR',12(3X,F5,1),4X,F6,1)
33 0142 1290 FORMAT(5X,' VALOR MINIMO',12F6,1,F10,1)
34 0143 1200 FORMAT(5X,' PROMEDIOS MENSUALES =',F6,1)
35 0144 1240 FORMAT(6X,' PORCENTAJES',12F6,1//22X,' TRIMESTRE MAS LLUVIOSO',3
36 144,' *** TRIMESTRE MENOS LLUVIOSO',3A4//32X,' INDICE DE FOURNIE
37 2R =',F5,1,2X,' INDICE DE ARNCLCLES =',F6,1)
38 0145 1210 FORMAT(24X,' DEV. ESTADISTICA',12F6,1,F10,1)
39 0146 1220 FORMAT(2X,' COEF. VARIACION',12F6,3,F10,3)
40 0147 1230 FORMAT(2X,' COEF. ASIMETRIA',12F6,3,F10,3//40X,' PROYECTO IGAL-CRSTC
41 1W *** GRUPO DE MICROCLIMATOLOGIA',5EX,' PROGRAMA ORSTCM')
42 0148 RETURN
43 0149 END

```

Ministerio de Hacienda
 Y
 Crédito Público

-80-

DL5 FORTAN IV 24CN-FC-479 2-E

12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2

PLUVIOMETRIA

ANEXO 4

PROGRAMA CORAN

Estimación de los valores faltantes en las estaciones
de base por correlaciones y regresiones

OPTIONS IN EFFECT: NOLIST NOMAP NOXREF COSTMT NODECK SOURCE NOTERM OBJECT FIXED NOTEST
OPTIMIZE(2) LANGLVL(77) NOEIPS FLAG(1) NAME(MAIN) LINECOUNT(60)

*.....1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8

// LIBDEF CL TO=LIBCOR2

[SN 1 DIMENSION TOTA(300,99),NOSTA(300),FRAG(300,6),FMUN(300,4) ID
[SN 2 DOUBLE PRECISION COST,XLAT1,XLAT2,XLON1,XLON2,XLA(300),XLO(300)
[SN 3 DIMENSION IDENT(300),NN(300),COR(300),BI(300),T(300),D(300)
[SN 4 DIMENSION ICCD(300),DIST(300),PENT(300),ORD(300),CORAN(300)
[SN 5 DIMENSION NUM(300),EST(300,6),MUN(300,4),T7(6),T8(4),T9(20)
[SN 6 DIMENSION XX(300,20),PROH(20,20),NC(8),CR(8),DS(8)
[SN 7 IIR=1
[SN 8 IIR=3

C LECTURA DE DATOS ANUALES

[SN 9 DO 50 I=1,300
[SN 10 DO 50 J=1,99
[SN 11 50 TOTAL(I,J)=-9.9
[SN 12 K=0
[SN 13 51 K=K+1
[SN 14 READ(1,5000) NS1,(FMUN(K,JS),JS=1,4),(FRAG(K,JS),JS=1,6),ILAD,
[SN 15 5000 FORMAT(16,AAA,6AA,13,2F2.0,14,2F2.0)
[SN 16 IF(NS1.EQ.0) GO TO 120
[SN 17 NOSTA(K)=NS1
[SN 18 XLAD=ILAD
[SN 19 XLDD=ILDD
[SN 20 XLAK(K)=(3600.*XLAD+60.*XLAM+XLAS)*3.14159/648000.
[SN 21 XLDK(K)=(3600.*XLDD+60.*XLDM+XLDL)*3.14159/648000.
[SN 22 READ(1,5001) NS2
[SN 23 5001 FORMAT(16)

[SN 24 IDENT(K)=NS2
[SN 25 53 READ(1,5002) NS3,JA,TOTAL
[SN 26 5002 FORMAT(16,2X,12,60X,F6.1)
[SN 27 IF(NS3.EQ.0) GO TO 51
[SN 28 IF(NS3.EQ.NS1) GO TO 52
[SN 29 WRITE(3,1000) NS1,NS3
[SN 30 1000 FORMAT(5X,'ERROR DE ESTACION',2(10))
[SN 31 GO TO 53
[SN 32 52 JAN=JA
[SN 33 TOTAL(K,JAN)=TOTAL
[SN 34 GO TO 53
[SN 35 120 K=K-1
[SN 36 DO 300 I=1,K
[SN 37 IF(IDENT(I).NE.0) GO TO 150
[SN 38 XLAT1=XLA(I)
[SN 39 XLON1=XLO(I)
[SN 40 WRITE(IIR,1001) NOSTA(I),(FRAG(I,JS),JS=1,6),(FMUN(I,JS),JS=1,4),
[SN 41 1001 FORMAT(1H1,110,' ESTACION ',6A4,' MUNICIPIO DE ',4A4,' LATI
[SN 42 1961 1962 1963 1964
[SN 43 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975
[SN 44 1976 1977 1978 1979)'/5X,20F6.1/)

[SN 42 DO 302 JJ=1,300
[SN 43 302 COR(JJ)=10.
[SN 44 DO 151 J=1,K
[SN 45 IF(J.EQ.1) GO TO 151
[SN 46 XLAT2=XLA(J)

```

1
2      *....*...1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8
3
4      [SN      47      XL CN2=XLO(J)
5      [SN      48      N=0
6      [SN      49      SX=0.
7      [SN      50      SY=0.
8      [SN      51      SX2=0.
9      [SN      52      SY2=0.
10     [SN      53      SX2=0.
11     [SN      54      DO 152 JAN=30,79
12     [SN      55      Y=TOTA(I,JAN)
13     [SN      56      X=TOTA(J,JAN)
14     [SN      57      IF(Y,LT,0.) GO TO 152
15     [SN      58      IF(X,LT,0.) GO TO 152
16     [SN      59      N=N+(
17     [SN      60      SX=SY+X*Y
18     [SN      61      SX=SX+X
19     [SN      62      SY=SY+Y
20     [SN      63      SX2=SX2+X*X
21     [SN      64      SY2=SY2+Y*Y
22     [SN      65      152 CONTINUE
23     [SN      66      IF(N,LT,5) GO TO 151
24     [SN      67      NN(J)=N
25     [SN      68      XMOY=SX/N
26     [SN      69      YMOY=SY/N
27     [SN      70      COR(J)=(N*SXY-SX*SY)/SQRT((N*SX2-SX*SX)*(N*SY2-SY*SY))
28     [SN      71      T(J)=(SXY-N*XMOY*YMOY)/(SX2-SX*SX/N)
29     [SN      72      B(J)=YMOY-T(J)*XMOY
30     [SN      73      COST=DCOS(XLAT1)*DCOS(XLAT2)+DSIN(XLAT1)*DSIN(XL
31     [SN      74      D(J)=6366.D0*DATAN(DSQRT(1.D0-COST*COST)/COST)
32     [SN      75      151 CONTINUE
33     C      ELIMINACION DE LAS CORRELACIONES CON MENOS DE 5 ANOS
34     [SN      76      JK=0
35     [SN      77      DO 153 J=1,300
36     [SN      78      IF(ABS(COR(J)).GT,1.) GO TO 153
37     [SN      79      JK=JK+1
38     [SN      80      ICOD(JK)=NOSTA(J)
39     [SN      81      DIST(JK)=D(J)
40     [SN      82      PENT(JK)=T(J)
41     [SN      83      ORD(JK)=B(J)
42     [SN      84      CORAN(JK)=COR(J)
43     [SN      85      NUM(JK)=NN(J)
44     [SN      86      DO 300 JAN=60,79
45     [SN      87      JAN0=JAN-59
46     [SN      88      300 XX(JK,JAN0)=TOTA(J,JAN)
47     [SN      89      DO 154 JS=1,6
48     [SN      90      154 EST(JK,JS)=FRAG(J,JS)
49     [SN      91      DO 155 JS=1,4
50     [SN      92      155 MUN(JK,JS)=FMUN(J,JS)
51     [SN      93      153 CONTINUE
52     C      CLASIFICACION POR CORRELACIONES DECRECIENTES
53     [SN      94      JK1=JK-1
54     [SN      95      DO 156 J=1,JK1
55     [SN      96      L1=JK-J
56     [SN      97      DO 156 L=1,L1
57     [SN      98      IF(ABS(CORAN(L)).GE,ABS(CORAN(L+1))) GO TO 156
58     [SN      99      T1=ICOD(L)
59
60

```

```

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

```

*.....1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8

```

1 SN 100 ICOD(L)=ICOD(L+1)
2 SN 101 ICOD(L+1)=IT1
3 SN 102 T2=DIST(L)
4 SN 103 DIST(L)=DIST(L+1)
5 SN 104 DIST(L+1)=T2
6 SN 105 T3=PENT(L)
7 SN 106 PENT(L)=PENT(L+1)
8 SN 107 PENT(L+1)=T3
9 SN 108 T4=ORD(L)
10 SN 109 ORD(L)=ORD(L+1)
11 SN 110 ORD(L+1)=T4
12 SN 111 T5=CORAN(L)
13 SN 112 CORAN(L)=CORAN(L+1)
14 SN 113 CORAN(L+1)=T5
15 SN 114 T6=NUM(L)
16 SN 115 NUM(L)=NUM(L+1)
17 SN 116 NUM(L+1)=T6
18 SN 117 DO 157 JS=1,6
19 SN 118 T7(JS)=EST(L,JS)
20 SN 119 EST(L,JS)=EST(L+1,JS)
21 SN 120 157 EST(L+1,JS)=T7(JS)
22 SN 121 DO 158 JS=1,4
23 SN 122 T8(JS)=MUN(L,JS)
24 SN 123 MUN(L,JS)=MUN(L+1,JS)
25 SN 124 158 MUN(L+1,JS)=T8(JS)
26 SN 125 DO 301 JANQ=1,20
27 SN 126 T9(JANQ)=XX(L,JANQ)
28 SN 127 XX(L,JANQ)=XX(L+1,JANQ)
29 SN 128 301 AX(L+1,JANQ)=T9(JANQ)
30 SN 129 156 CONTINUE
31
32 C CALCULO DE LOS VALORES FALTANTES
33 SN 130 DO 160 JK=1,20
34 SN 131 DO 160 JAN=60,79
35 SN 132 JANQ=JAN-59
36 SN 133 Y=TOTA(L,JAN)
37 SN 134 X=XX(JK,JANQ)
38 SN 135 IF(Y,GE,0.,.OR,X,LT,0.) PROB(JK,JANQ)=1000000.
39 SN 137 IF(Y,GE,0.,.OR,X,LT,0.) GO TO 160
40 SN 138 PROB(JK,JANQ)=PENT(JK)*X
41 SN 139 160 CONTINUE
42 SN 140 DO 161 J1=1,4
43 SN 141 J2=1+5*(J1-1)
44 SN 142 J3=J2+4
45 SN 143 WRITE((IW,1100) (ICOD(JK), JK=J2,J3), ((EST(JK,JS), JS=1,6), JK=J2,J3)
46 1, (MUN(JK,JS), JS=1,4), JK=J2,J3), (DIST(JK), JK=J2,J3), (NUM(JK), JK=J2
47 2,J3), (CORAN(JK), JK=J2,J3), (PENT(JK), JK=J2,J3), (ORD(JK), JK=J2,J3)
48
49 SN 144 DO 162 JANQ=1,20
50 SN 145 JAN1=JANQ+1959
51 SN 146 162 WRITE((IW,1200) JAN1,XX(J2,JANQ),PROB(J2,JANQ),JAN1,XX(J2+1,JANQ),
52 (PROB(J2+1,JANQ),JAN1,XX(J2+2,JANQ),PROB(J2+2,JANQ),JAN1,XX(J2+3,JA
53 2NQ),PROB(J2+3,JANQ),JAN1,XX(J3,JANQ),PROB(J3,JANQ)
54
55 SN 147 161 CONTINUE
56 SN 148 1100 FORMAT(//5(10X,16,9X)/5(1X,6A4)/5(5X,4A4,9X)/5(10X,F6,1,9X)/5(12X,
57 112,11X)/5(10X,F6,4,9X)/5(10X,F6,4,9X)/5(10X,F6,1,9X))
58 SN 149 1200 FORMAT(5(4X,1,4,1X,F6,1,1X,F6,1,4X))
59 C CLASIFICACION POR DISTANCIAS
60

```

```
1
2      *...*...1...2...3...4...5...6...7...8
3
4      [SN 150      JK=JK1+1
5      [SN 151      DO 163 I=1,8
6      [SN 152      NC(I)=0
7      [SN 153      CR(I)=0.
8      [SN 154      163 DS(I)=0.
9      [SN 155      DO 164 J=1,JK
10     [SN 156      IF(DIST(J).LT.350.) IN=8
11     [SN 158      IF(DIST(J).LT.250.) IN=7
12     [SN 160      IF(DIST(J).LT.200.) IN=6
13     [SN 162      IF(DIST(J).LT.150.) IN=5
14     [SN 164      IF(DIST(J).LT.100.) IN=4
15     [SN 166      IF(DIST(J).LT.70.) IN=3
16     [SN 168      IF(DIST(J).LT.40.) IN=2
17     [SN 170      IF(DIST(J).LT.20.) IN=1
18     [SN 172      NC(IN)=NC(IN)+1
19     [SN 173      CR(IN)=CR(IN)+ABS(CORAN(J))
20     [SN 174      164 DS(IN)=DS(IN)+DIST(J)
21     [SN 175      DO 165 IN=1,8
22     [SN 176      IF(NC(IN).GT.0) GO TO 166
23     [SN 177      CR(IN)=1000000.
24     [SN 178      DS(IN)=1000000.
25     [SN 179      GO TO 165
26     [SN 180      166 CR(IN)=CR(IN)/NC(IN)
27     [SN 181      DS(IN)=DS(IN)/NC(IN)
28     [SN 182      165 CONTINUE
29     [SN 183      WRITE(IW,1300) (NC(IN),IN=1,8),(CR(IN),IN=1,8),(DS(IN),IN=1,8)
30     [SN 184      1300 FORMAT(///7X,'0-20 KMTS',6X,'20-40 KMTS',6X,'40-70 KMTS',5X,'70-10
31           10 KMTS',4X,'100-150 KMTS',4X,'150-200 KMTS',4X,'200-250 KMTS',4X,'
32           250-350 KMTS'/8(7X,I2,7X)/8(5X,F6.4,5X)/8(5X,F6.1,5X)
33     [SN 185      150 CONTINUE
34     [SN 186      STOP
35     [SN 187      END
36
```

PLUVIOMETRIA

ANEXO 5

PROGRAMA DATOF

Presentación de las características pluviométricas
de las estaciones de base, calculadas sobre el
período de referencia 1960 - 1979


```
1 C
2 C PROGRAMA DE RESTITUCION DE LAS LLUVIAS MENSUALES Y ANUALES
3 C A PARTIR DE LAS TARJETAS COH 106 Y COH 102
4 C
5 C PRESENTACION DE LAS TARJETAS
6 C
7 C TARJETA DE IDENTIFICACION DE LA ESTACION (COH 106)
8 C TARJETA DE CORRECCIONES
9 C N TARJETAS DE LLUVIAS MENSUALES Y ANUALES (COH 102)
10 C TARJETA BLANCA DE FIN DE ESTACION
11 C TARJETA BLANCA DE FIN DE TRABAJO
12 C
13 C PARA CADA ESTACION NUMERO DE ANOS INFERIOR O IGUAL A 99 ANOS
14 C
```

```
15 0001 DIMENSION NAN(99),IZ(13,99)
16 0002 10 NA=99
17 0003 ITEST=0
18 0004 CALL JMTO(IIDENT,(2,NAN,N,NA,ITEST)
19 0005 IF(N.EQ.0) GO TO 999
20 0005 IF(ITEST.GT.0) WRITE(3,909) ITEST
21 0007 909 FORMAT(////////,50X,16,'ERRORES DE CODIGO')
22 0008 IF(ITEST.GT.0) GO TO 10
23 0009 CALL TABLEV(IZ,NAN,N,NA)
24 0010 GO TO 10
25 0011 999 PRINT 800
26 0012 800 FORMAT(1H1)
27 0013 STOP
28 0014 END
```

```

1 0001 SUBROUTINE JMTO(I,DENT,I2,MAN,N,NA,ITEST)
2 0002 DIMENSION NAN(NA),I2(I3,NA),ETA(4),STAT(6)
3 0003 LOGICAL*LCOM(19),DONNE(6)
4 0004 DATA IIR,(IW/1.3/
5 C LECTURA DE LA TARJETA CON 106
6 0005 READ(IIR,112)IDENT,ETA,STAT,COM
7 0006 112 FORMAT(16,4A4,6A4,19A1)
8 0007 IF(IDENT.EQ.0) STOP
9 C LECTURA DE LA TARJETA DE CORRECCIONES
10 0008 READ(IIR,1001) DONNE
11 0009 1001 FORMAT(6A1)
12 0010 N=0
13 0011 9 N=N+1
14 C LECTURA DE LAS TARJETAS CON 102
15 0012 69 READ(IIR,111) (STA,JAN,(I2(I,N),I=1,13)
16 0013 111 FORMAT(16,14,12(5,16)
17 0014 IF(JAN.LT.1960.AND.JAN.GT.0) GO TO 69
18 0015 10 IF(ISTA)8,8,7
19 0016 7 IF(ISTA-IDENT)999,6,999
20 0017 999 ITEST=ITEST+1
21 0018 6 NAN(N)=JAN
22 0019 GO TO 9
23 0020 8 N=N-1
24 0021 IF(N.GE.NA) WRITE(IIW,900)
25 0022 900 FORMAT(///.20X,'AUMENTAR LOS TAMAÑOS')
26 0023 IF(N.GE.NA) STOP
27 0024 IF(N.LE.0) WRITE(IIW,789)IDENT,STAT,ETA,COM
28 0025 789 FORMAT(1H1,' CODIGO',38X,'ESTACION',12X,' MUNICIPIO',10X,'LATITUD',
29 16X,'LONGITUD',7X,'ALTITUD'/18,30X,6A4,1X,4A4,4X,3A1,1X,2A1,1X
30 2,2A1,4X,4A1,1X,2A1,1X,2A1,4X,4A1,' METROS'//.27X,'*** LLUVIAS MENS
31 3UALES Y ANUALES EXTENDIDAS POR CORRELACIONES Y REGRESIONES ***'//.
32 443X,'*** PERIODO COMUN DE 20 AÑOS (1960-1979) ***'//)
33
34 0026 RETURN
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

```

```

0001 SUBROUTINE TABLEV(IE43,NAN,NBAN,NA)
0002 DIMENSION IE43(13,NA),AE43(13,99),NAN(NA),IE(13),AE(13),NB(13)
0003 DIMENSION X(4,13),CV(13),SIG(13),ASY(13),POR(12),ITR(12),SI(12)
0004 DIMENSION H(13,99),HMAX(13),HQ1(13),HMED(13),HQ3(13),HM(N(13)
0005 DATA SI,' FEB',' MAR',' ABR',' MAY',' JUN',' JUL',' AGO','
ISEP',' OCT',' NOV',' DIC' /
0006 ILM=3
0007 DO 250 I=1,13
0008 IE(I)=0
0009 NB(I)=0
0010 DO 250 L=1,4
0011 250 X(L,I)=0,
0012 DO 251 I=1,13
0013 DO 251 JJ=1,NA
0014 251 AE43(I,JJ)=IE43(I,JJ)/10,
0015 WRITE(ILM,2154)
0016 2154 FORMAT(13X,'ANOS ENE FEB MAR ABR MAY JUN
2 JUL AGO SEP OCT NOV DIC TOTAL ANOS')
0017 L=1
0018 JAN=NAN(L)
0019 120 IF(JAN.EQ.NAN(L)) GO TO 100
0020 WRITE(ILM,1100) JAN,JAN
0021 1100 FORMAT(13X,14,109X,14)
0022 GO TO 110
0023 100 WRITE(ILM,1000) JAN,(AE43(MO,L),MO=1,13),JAN
0024 1000 FORMAT(13X,14,12F8,1,F10,1,17)
0025 DO 90 MO=1,13
0026 IF(IE43(MO,L).EQ.-99) GO TO 90
0027 NB(MO)=NB(MO)+1
0028 H(MO,NB(MO))=IE43(MO,L)/10,
0029 IE(MO)=IE(MO)+IE43(MO,L)
0030 AE(MO)=IE(MO)/10,
0031 AX=IE43(MO,L)*0.1
0032 AY=1,
0033 DO 91 M=1,4
0034 AY=AX*AY
0035 91 X(M,MO)=AY+X(M,MO)
0036 90 CONTINUE
0037 L=L+1
0038 110 JAN=JAN+1
0039 IF(JAN.LE.NAN(NBAN)) GO TO 120
0040 IF(NB(13).LT.5) RETURN
0041 AS=0,
0042 DO 130 MO=1,13
0043 AE(MO)=AE(MO)/NB(MO)
0044 AS=AS+AE(MO)
0045 130 CONTINUE
0046 AS=AS-AE(13)
0047 DO 151 M=1,12
0048 151 POR(MI)=AE(MI)/AS*100,
0049 DO 152 MI=1,10
0050 152 ITR(MI)=10.*(AE(MI)+AE(MI+1)+AE(MI+2))
0051 ITR(11)=10.*(AE(11)+AE(12)+AE(1))
0052 ITR(12)=10.*(AE(12)+AE(1)+AE(2))
0053 ITRIM=MAXO(ITR(1),ITR(2),ITR(3),ITR(4),ITR(5),ITR(6),ITR(7)
1,ITR(8),ITR(9),ITR(10),ITR(11),ITR(12))
0054 ITRIO=MINO(ITR(1),ITR(2),ITR(3),ITR(4),ITR(5),ITR(6),ITR(7)
1,ITR(8),ITR(9),ITR(10),ITR(11),ITR(12))

```

```

0055      MO1=0
0056      153 MO1=MO1+1
0057      IF (TRIM.GT.1TR1(MO1)) GO TO 153
0058      I1=MO1
0059      IF (MO1.EQ.12) MO1=0
0060      I2=MO1+1
0061      IF (MO1.EQ.11) MO1=-1
0062      I3=MO1+2
0063      MOIS=0
0064      154 MOIS=MO(S+1)
0065      IF (TR10.LT.1TR1(MOIS)) GO TO 154
0066      I4=MOIS
0067      IF (MOIS.EQ.12) MOIS=0
0068      I5=MOIS+1
0069      IF (MOIS.EQ.11) MOIS=-1
0070      I6=MOIS+2
0071      TRIM=(TRIM/10.
0072      CCT=3.*TRIM/(AS-TRIM)
0073      150 CONTINUE
0074      DO 92 MO=1.13
0075      SIG(MO)=1000000000.
0076      CV(MO)=1000000000.
0077      ASY(MO)=1000000000.
0078      NV=NB(MO)
0079      XMUY=X(1,MO)/NV
0080      IF (XMUY.LE.0.) GO TO 92
0081      SIG(MO)=SQRT((X(2,MO)-NV*XMUY*XMUY)/(NV-1))
0082      CV(MO)=SIG(MO)/XMUY
0083      XM2=(NV*X(2,MO)-X(1,MO)*X(1,MO))/(NV*(NV-1))
0084      XM3=(NV*NV*X(3,MO)-3.*NV*X(2,MO)*X(1,MO)+2.*X(1,MO)**3)/(NV*(NV-1)
          I*(NV-2))
0085      ASY(MO)=XM3/XM2**1.5
0086      92 CONTINUE
0087      DO 300 I=1.13
0088      K=NB(I)
0089      K1=K-1
0090      DO 301 J=1.K1
0091      L1=K-J
0092      DO 301 L=1.L1
0093      IF (H(I,L).GE.H(I,L+1)) GO TO 301
0094      TEMP=H(I,L)
0095      H(I,L)=H(I,L+1)
0096      H(I,L+1)=TEMP
0097      301 CONTINUE
0098      K1=K/4
0099      K2=K/2
0100      K3=K-K1
0101      HQ1(I)=1000000.
0102      HQ3(I)=1000000.
0103      IF (NBAN.LT.12.OR.NB(I).LT.12) GO TO 302
0104      HQ1(I)=H(I,K1+1)+(H(I,K1)-H(I,K1+1))/2*(MOD(K+2,4)/2)
0105      HQ3(I)=H(I,K3)-(H(I,K3)-H(I,K3+1))/2*(MOD(K+2,4)/2)
0106      302 CONTINUE
0107      HMED(I)=H(I,K2+1)+(H(I,K2)-H(I,K2+1))/2*MOD(K+1,2)
0108      HMAX(I)=H(I,1)
0109      HMIN(I)=H(I,K)
0110      300 CONTINUE
0111      FOUR=AMAX1(AE(1),AE(2),AE(3),AE(4),AE(5),AE(6),AE(7),AE(8),AE(9)).
    
```

-120-

```

1      (AE(10),AE(11),AE(12))
2      0112      FOUR=FOUR*FCUR/AS
3      0113      REGUL=(AS+1.282*SIG(13))/(AS-1.282*SIG(13))
4      0114      ARNOL=0.
5      0115      DD 310 I=-1.12
6      0116      310 ARNOL=ARNOL+AE(I)*AE(I)/AS
7      0117      ETA=SIG(13)
8      0118      HA=AS+1.046*ETA
9      0119      HB=AS+1.282*ETA
10     0120      HC=AS+0.842*ETA
11     0121      HM=AS
12     0122      HD=AS-0.842*ETA
13     0123      HE=AS-1.282*ETA
14     0124      HF=AS-1.046*ETA
15     0125      NMAX=MIN(NBAN)-MIN(I)
16     0126      IF(NMAX.LE.29) GO TO 303
17     0127      WRITE(IW,1249)
18     0128      1249 FORMAT(1H1///26X,'*** CARACTERISTICAS PLUVIOMETRICAS MENSUALES Y
19           ANUALES DE LA PAGINA ANTERIOR ***1//)
20     0129      WRITE(IW,2154)
21     0130      303 CONTINUE
22     0131      WRITE(IW,1209) (NB(MD),MU=1,13)
23     0132      WRITE(IW,1250) (HMAX(I),I=1,13)
24     0133      IF(NBAN.LT.12) GO TO 304
25     0134      WRITE(IW,1260) (HQ1(I),I=1,13)
26     0135      304 CONTINUE
27     0136      WRITE(IW,1270) (HMED(I),I=1,13)
28     0137      IF(NBAN.LT.12) GO TO 305
29     0138      WRITE(IW,1280) (HQ3(I),I=1,13)
30     0139      305 CONTINUE
31     0140      WRITE(IW,1290) (HMIN(I),I=1,13)
32     0141      WRITE(IW,1200) (AE(MD),MU=1,13)
33     0142      WRITE(IW,1240) (POR(MD),MD=1,12),SI((1)),SI((2)),SI((3)),SI((4)),
34           ISI((5)),SI((6)),FOUR,ARNOL
35     0143      WRITE(IW,1241) REGUL
36     0144      WRITE(IW,1210) (SIG(MD),MU=1,13)
37     0145      WRITE(IW,1220) (CV(MD),MU=1,13)
38     0146      WRITE(IW,1231) HA,HB,HC,HM,HD,HE,HF
39     0147      WRITE(IW,1232)
40     0148      WRITE(IW,1230) (ASY(MD),MU=1,13)
41     0149      1209 FORMAT(//2X,' NUMERO DE AÑOS',12(8,110)
42           0150      1250 FORMAT(5X,' VALOR MAXIMO',12F8.1,F10.1)
43           0151      1260 FORMAT(1X,' CUARTIL SUPERIOR',12(3X,F5.1),4X,F6.1)
44           0152      1270 FORMAT(10X,' MEDIANA',12F8.1,F10.1)
45           0153      1280 FORMAT(1X,' CUARTIL INFERIOR',12(3X,F5.1),4X,F6.1)
46           0154      1290 FORMAT(5X,' VALOR MINIMO',12F8.1,F10.1)
47           0155      1200 FORMAT(78X,' PROMEDIOS',12F8.1,F10.1/)
48           0156      1240 FORMAT(6X,' PORCENTAJES',12F8.1//22X,' TRIMESTRE MAS LLUVIOSO',3
49           1A4,' *** TRIMESTRE MENOS LLUVIOSO',3A4//32X,' INDICE DE FOURNIÉ
50           2R='F5.0,20X,' INDICE DE ARNOLDUS ='F6.0)
51           0157      1241 FORMAT(45X,' INDICE DE IRREGULARIDAD INTERANUAL ='F4.2)
52           0158      1210 FORMAT(74X,' DEV. ESTANDAR',12F8.1,F10.1)
53           0159      1220 FORMAT(2X,' CUEF. VARIACION',12F8.3,F10.3)
54           0160      1230 FORMAT(2X,' CUEF. ASIMETRIA',12F8.3,F10.3/)
55           0161      1231 FORMAT(40X,' LLUVIAS ANUALES CALCULADAS PARA ALGUNAS FRECUENCIAS'/3
56           12X,' FRECUENCIAS 0.05 0.10 0.20 0.50 0.80 0.90
57           2 0.95//36X,' VALORES',7F8.0)
58           0162      1232 FORMAT(//40X,' PROYECTO (CAC-DRSTOM *** GRUPO DE HIDROCLIMATOLOGIA'

```

```
1  
2  
3 0163 I/SBX, 'PROGRAMA ORSY JM')  
4 0164 RETURN  
5 END  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60
```



PLUVIOMETRIA

ANEXO 6

Presentación de las 20 mejores correlaciones
obtenidas para cada estación de base

P : Coeficiente de correlación

Años : Años comunes sobre los cuales se
calcularon los coeficientes

d : Distancia en kilómetros que separa
las dos estaciones consideradas

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
2	ESTACION DE CHIVOR MUNICIPIO DE ALMEIDA	0,91	5	EL BOQUERON	88
		0,91	5	TOCA	78
		0,91	9	JUNIN	34
		0,87	5	SAN RAFAEL No. 1	72
		0,87	11	USAQUEN	76
		0,85	6	DUITAMA	111
		0,84	8	ATALA	139
		0,81	8	PALERMO	114
		0,79	5	CHAMEZA	67
		0,79	6	ALBANIA	116
		0,78	5	PASCA	123
		0,77	10	QUEBRADA HONDA	9
		0,71	6	LA PRADERA	161
		0,71	10	RAMIRIQUI	57
		0,70	8	CHIPAQUE	90
		0,67	9	ALTO CAICEDO	129
		0,66	5	TOQUILLA	96
		0,66	8	CERRO DE SUBA	80
		0,65	12	LA REGADERA	101
0,63	11	TECHO	91		
3	ESTACION DE AQUITANIA MUNICIPIO DE AQUITANIA	0,89	7	SAN PEDRO	110
		0,87	5	PALERMO	55
		0,84	6	CARACOL	231
		0,81	16	EL DELIRIO	169
		0,79	5	SURBATA	38
		0,77	5	PEÑAS BLANCAS	244
		0,76	10	LA CANDELARIA	80
		0,75	7	TURMEQUE	71
		0,73	6	BELENCITO	29
		0,71	7	COMBITA	51
		0,70	7	CACHIPAY	82
		0,69	11	SAN JOSE	135
		0,69	7	EL CONSUELO	116
		0,67	5	LA CARLINA	173
		0,65	12	SANTA ANA	121
		0,62	5	PANDI	231
		0,61	5	EL EMPORIO	74
		0,60	7	TUNGUAVITA	38
		0,59	11	PASADENA	81
0,58	5	MARIPI	125		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
9	ESTACION CALDAS	0,89	5	INST. GEO. ANDES	105
		0,89	5	SAN ANTONIO	170
		0,85	5	LA PLAYA	167
		0,84	5	LA ALDEA	88
		0,83	9	LA COMODA	74
		0,83	12	EL SANTUARIO	17
		0,82	12	SIMIJACA	6
		0,79	5	ESPERANZA	185
		0,79	7	LAS DOS AGUAS	175
		0,78	13	ESCLUSA TOLON	11
		0,77	8	LA SIERRA	95
		0,76	6	SENA	109
		0,76	7	ATALA	149
		0,76	6	EL HATO	35
		0,75	8	DUITAMA	97
		0,75	11	CARMEN DE CARUPA	23
	0,74	12	ESCLUSA MERCHAN	20	
	0,74	11	CERRO DE SUBA	93	
	0,74	11	TISQUESUSA	96	
	0,73	7	CACHIPAY	114	
15	ESTACION CHINAVITA	0,79	11	VALSALICE	143
		0,78	9	LA COMODA	101
		0,75	9	SAN MIGUEL DE SEMA	55
		0,71	11	CALDAS	70
		0,69	7	CACHIPAY	36
		0,69	13	UMBITA	11
		0,68	5	EL EMPORIO	52
		0,67	16	VILLAPINZON	26
		0,66	10	SAN PEDRO	47
		0,65	6	SANTA LUCIA	107
		0,64	13	BOCAGRANDE	124
		0,63	6	TOTA	60
		0,63	5	PALERMO	83
		0,62	14	ACUEDUCTO BOSA	110
		0,62	7	VILLA DEL CARMEN	41
		0,62	12	EL TRIANGULO	31
	0,58	12	BUENAVISTA	80	
	0,58	16	MACANAL	22	
	0,57	5	EL MORRO	37	
	0,56	10	UNE	113	
	MUNICIPIO DE CHINAVITA				

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
18	ESTACION DUITAMA MUNICIPIO DE DUITAMA	0,95	5	LA SIERRA	15
		0,85	6	CHIVOR	111
		0,83	6	TISQUESUSA	180
		0,82	7	SANTA ROSA	7
		0,82	5	VILLA DE LEIVA	60
		0,81	11	EL SANTUARIO	88
		0,80	6	UNE	193
		0,79	5	SIBATE APOSTOLICA	200
		0,78	8	CARMEN DE CARUPA	110
		0,77	6	SANTA RITA	102
		0,76	7	SAN JORGE	195
		0,76	8	EL GUAMO	249
		0,75	8	CALDAS	97
		0,75	7	ESCUELA VACACIONAL	147
		0,75	12	SOTAQUIRA	25
		0,72	11	ISLA EL SANTUARIO	88
		0,72	9	SAN. MIGUEL DE SEMA	84
		0,71	6	SUTATAUSA	112
0,69	11	GACHALA	137		
0,68	8	LA COMODA	55		
23	ESTACION LAS JUNTAS MUNICIPIO DE GARAGOA	0,89	5	UBALA	35
		0,88	5	LOS PINOS	75
		0,79	6	EL CORZO STA TECLA	108
		0,76	10	SOMONDOCO	6
		0,75	5	SENA	97
		0,75	6	FIRAVITوبا	85
		0,71	5	EL HATO No. 2	65
		0,69	7	SAN LUIS DE GACENO	33
		0,68	6	SAN DIEGO	88
		0,64	5	IZA	80
		0,63	12	TABIO	80
		0,60	9	TIBASOSA	91
		0,60	7	TOCANCIPA	59
		0,58	6	TOTA	74
		0,58	13	MACANAL	9
		0,58	7	VITELMA	90
		0,57	14	BOCAGRANDE	110
		0,58	5	TESORO No. 2	107
0,57	9	CHIPAQUE	97		
0,56	5	PUESTO DE MONTA	133		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
32	ESTACION MONGUI MUNICIPIO DE MONGUI	0,95	6	VILLA DE LEIVA	76
		0,95	7	IZA	19
		0,94	6	CARACOL	249
		0,90	6	EL TUNEL	20
		0,90	8	HDA. JAVA	227
		0,84	11	TOCA	41
		0,84	10	EL HATO	127
		0,83	9	TURMEQUE	84
		0,83	8	SANTA ROSA	22
		0,82	8	EL BOSQUE	195
		0,81	7	BELENCITO	8
		0,79	5	TUTASA	34
		0,78	15	LA CABAÑA	162
		0,76	7	SAN DIEGO	183
		0,76	5	ARCABUCO	66
		0,74	6	LOS QUINCHOS	79
		0,74	6	SAN, ANTONIO	244
		0,73	13	LOS ARRAYANES	97
0,72	17	CUCUNUBA	114		
0,72	15	EL PINO	122		
33	ESTACION BERTA MUNICIPIO DE MONIQUIRA	0,93	5	CHAMEZA	108
		0,92	5	EL TUNEL	78
		0,88	7	ATALA	197
		0,87	8	ALTO CAICEDO	208
		0,85	5	SENA	75
		0,85	5	EL CORAZON	138
		0,84	7	VILLA DE LEIVA	28
		0,82	6	PUENTE MANRIQUE	126
		0,82	5	LOS QUINCHOS	78
		0,82	5	LAS CINTAS	84
		0,80	5	LOS CEDROS	105
		0,80	5	TUTASA	81
		0,79	6	LOS PINOS	88
		0,78	13	LOS NOVILLEROS	65
		0,77	13	CARMEN DE CARUPA	69
		0,77	13	LA PRIMAVERA	134
		0,77	11	HDA. JAVA	186
		0,76	11	TISQUESUSA	144
0,75	12	ESCUELA VOCACIONAL	104		
0,75	9	SIBATE APOSTOLICA	170		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
38	ESTACION TUNGUAVITA MUNICIPIO DE PAIPA	0,88	5	JERICO	74
		0,88	5	VIVERO DISTRITAL	165
		0,87	6	SURBATA	8
		0,86	5	HDA. LA PALMA	199
		0,84	5	EL TUNEL	28
		0,82	7	SOTAQUIRA	13
		0,81	7	BELENCITO	26
		0,79	6	SAN PEDRO	21
		0,78	7	SANTA ROSA	21
		0,77	10	PESCA	26
		0,76	9	EL HATO	100
		0,73	5	PANDI	229
		0,73	7	LOS ARRAYANES	67
		0,71	7	PALERMO	18
		0,69	6	CABRERA	246
		0,69	5	SENA	25
		0,68	6	SAN DIEGO	164
		0,68	10	LA GRANJA	94
0,66	8	SIBATE APOSTOLICA	186		
0,66	9	SIACHOQUE	29		
42	ESTACION PESCA MUNICIPIO DE PESCA	0,97	5	PTE. MANRIQUE	138
		0,87	7	SAN PEDRO	91
		0,85	5	EL TUNEL	16
		0,82	7	PALERMO	43
		0,79	8	EL BOSQUE	161
		0,78	5	VILLA DE LEIVA	51
		0,78	5	ANOLAIMA	174
		0,77	10	TUNGUAVITA	26
		0,77	6	LAS CINTAS	26
		0,73	6	IZA	15
		0,72	14	SAN JOSE	118
		0,71	8	SIBATE APOSTOLICA	172
		0,71	14	LOS ARRAYANES	71
		0,69	10	RAMIRIQUI	31
		0,68	13	SIACHOQUE	19
		0,67	5	PANDI	215
		0,66	10	INST. GEO. ANDES	148
		0,64	17	LA BOYERA	89
0,64	6	CERINZA	52		
0,64	14	SOTAQUIRA	32		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
43	ESTACION RAMIRIQUI MUNICIPIO DE RAMIRIQUI	0,94	6	EL HATO No.6	69
		0,91	7	SOTAQUIRA	42
		0,90	10	EL PUENTE	37
		0,89	5	LA PRADERA	207
		0,89	8	ATALA	174
		0,86	6	EL HATO No. 2	67
		0,86	8	CHOACHI	117
		0,85	9	CUCUNUBA	51
		0,84	10	USAQUEN	110
		0,84	10	LA REGADERA	142
		0,83	8	SOMONDOCO	47
		0,82	7	PALERMO	57
		0,81	9	EL FUTE	136
		0,81	10	TORCA	103
		0,80	7	JUNIN	77
		0,79	9	ARRAYAN SAN FRANCISCO	120
		0,78	6	EL HATO No. 1	66
		0,77	10	EL DELIRIO	124
		0,77	6	CHIPAQUE	133
0,77	8	STA. ROSA CARRETERA	160		
44	ESTACION EL ZARZAL MUNICIPIO DE RAQUIRA	0,97	8	VITELMA	109
		0,95	5	EL CORAZON	97
		0,93	6	LOS QUINCHOS	43
		0,92	9	ALTO CAICEDO	162
		0,92	12	LA VIEJA	101
		0,91	10	LOS ARRAYANES	16
		0,89	10	UNIVERSIDAD DE TUNJA	35
		0,89	10	RAQUIRA	9
		0,89	13	MUÑA	122
		0,87	5	HDA. JAVA	143
		0,87	6	VIVERO DISTRITAL	106
		0,87	6	EL TUNEL	80
		0,86	6	ESPERANZA	184
		0,86	7	SANTA MARIA	80
		0,86	7	SAN DIEGO	105
		0,86	6	SAN ANTONIO	169
		0,85	6	TOCA	53
		0,85	7	ALBANIA	45
		0,84	8	ATALA	154
0,83	10	SANTA LUCIA	111		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
58	ESTACION SANTA MARIA	0,98	5	SIBATE APOSTOLICA	116
		0,97	5	RAQUIRA	85
		0,95	6	SUTATAUSA	78
		0,95	7	UNIVERSIDAD DE TUNJA	78
		0,94	7	AEROPUERTO EL DORADO	100
		0,93	8	LOS NOVILLEROS	78
		0,93	6	EL HATO	85
		0,91	7	CARMEN DE CARUPA	89
		0,89	5	EL EMPORIO	88
		0,89	7	ESCLUSA MERCHANT	107
	0,89	7	MUÑA	114	
	0,88	5	SANTA LUCIA	100	
	0,87	5	TOCANCIPA	73	
	0,86	7	EL ZARZAL	80	
	0,84	11	LOS ARRAYANES	95	
	0,82	9	MONSERRATE	85	
	0,82	10	LA GRANJA	27	
	0,81	6	BOJACA	120	
	0,81	7	SAN JORGE	110	
	0,79	5	ATALA	149	
59	ESTACION SANTA ROSA	0,83	8	MONGUI	22
		0,82	7	DUITAMA	7
		0,82	7	EL BOQUERON	34
		0,82	7	LA CABAÑA	163
		0,80	8	EL BOSQUE	197
		0,78	7	TUNGUAVITA	21
		0,78	6	SIBATE APOSTOLICA	207
		0,79	9	EL PINO	117
		0,77	7	BELENCITO	14
		0,75	6	TOTA	35
	0,75	9	SUTATAUSA	116	
	0,74	6	SAN LUIS DE GACENO	119	
	0,74	5	SAN DIEGO	185	
	0,73	10	REPRESA DEL NEUSA	136	
	0,72	9	BOJACA	197	
	0,71	10	EL SALITRE	137	
	0,68	5	SURBATA	13	
	0,67	8	CERRO DE SUBA	174	
	0,67	9	CARMEN DE CARUPA	117	
	0,66	10	TIBASOSA	14	
MUNICIPIO DE SANTA MARIA	0,83	8	MONGUI	22	
	0,82	7	DUITAMA	7	
	0,82	7	EL BOQUERON	34	
	0,82	7	LA CABAÑA	163	
	0,80	8	EL BOSQUE	197	
	0,78	7	TUNGUAVITA	21	
	0,78	6	SIBATE APOSTOLICA	207	
	0,79	9	EL PINO	117	
	0,77	7	BELENCITO	14	
	0,75	6	TOTA	35	
0,75	9	SUTATAUSA	116		
0,74	6	SAN LUIS DE GACENO	119		
0,74	5	SAN DIEGO	185		
0,73	10	REPRESA DEL NEUSA	136		
0,72	9	BOJACA	197		
0,71	10	EL SALITRE	137		
0,68	5	SURBATA	13		
0,67	8	CERRO DE SUBA	174		
0,67	9	CARMEN DE CARUPA	117		
0,66	10	TIBASOSA	14		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
60	ESTACION SANTA SOFIA	0,97	6	ESCUELA TENA	111
		0,96	5	PANDI	195
		0,93	5	ARCABUCO	19
		0,90	5	TUTASA	90
		0,89	8	ATALA	180
		0,88	9	EL BOSQUE	148
		0,83	5	EL CORAZON	121
		0,82	7	SAN DIEGO	133
		0,81	6	LOS QUINCHOS	62
		0,80	7	LOS PINOS	71
	0,80	5	TOQUILLA	93	
	0,80	13	EL SALITRE	74	
	0,79	8	PEÑAS BLANCAS	215	
	0,78	5	SUPATA	101	
	0,77	9	ALTO CAICEDO	190	
	0,76	13	LA RAMADA	129	
	0,76	12	TISQUESUSA	126	
	0,75	14	LA PRIMAVERA	116	
	0,75	5	CARMEN DE APICALA	213	
	0,75	9	SIBATE APOSTOLICA	152	
62	ESTACION SIACHOQUE	0,93	6	PALERMO	43
		0,91	7	SIBATE APOSTOLICA	158
		0,87	5	PANDI	201
		0,85	13	LA BOYERA	71
		0,84	5	EL CORZO STA. TECLA	145
		0,83	12	LA RAMADA	137
		0,82	12	LOS NOVILLEROS	63
		0,81	5	HDA. LA PALMA	173
		0,81	11	MUÑA	155
		0,80	6	SAN DIEGO	135
	0,79	10	BOJACA	149	
	0,78	10	LOS ARRAYANES	52	
	0,78	5	EL HATO No. 6	83	
	0,77	7	ATALA	189	
	0,76	5	TESORO VERTIENTE	141	
	0,75	11	TECHO	140	
	0,74	9	CERRO DE SUBA	126	
	0,74	5	EL TUNEL	34	
	0,74	6	VITELMA	138	
	0,74	6	VITELMA	138	

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
67	ESTACION SOTAQUIRA MUNICIPIO DE SOTAQUIRA	0,96	5	LAS DOS AGUAS	238
		0,94	6	ATALA	209
		0,91	7	RAMIRIQUI	42
		0,88	7	EL CHOCHAL LOS AMARILLOS	215
		0,87	9	EL CORZO STA.TECLA	162
		0,82	7	TUNGUAVITA	13
		0,79	5	PALERMO	16
		0,78	6	VILLA DE LEIVA	34
		0,77	6	ALTO CAICEDO	213
		0,76	6	SENA	38
		0,75	12	DUITAMA	25
		0,74	5	SAN ANTONIO	7
		0,72	15	USAQUEN	147
		0,70	6	SIBATE APOSTOLICA	179
		0,67	8	TAPIAS	74
		0,66	10	ESCUELA VOCACIONAL	123
		0,65	6	TOTA	37
		0,64	14	PESCA	32
		0,63	15	CONTADOR	145
0,63	5	PEÑAS BLANCAS	240		
68	ESTACION SUTAMARCHAN MUNICIPIO DE SUTAMARCHAN	0,97	5	EL CORAZON	112
		0,96	5	PASCA	165
		0,95	7	LOS PINOS	62
		0,94	5	LOS CEDROS	82
		0,92	6	SAN ANTONIO	187
		0,91	6	ESPERANZA 1	201
		0,91	10	RAQUIRA	9
		0,91	9	TOCANCIPA	80
		0,90	6	LOS QUINCHOS	54
		0,90	8	FIRAVITOA	71
		0,87	13	MUÑA	139
		0,87	5	ARCABUCO	25
		0,87	7	SAN DIEGO	123
		0,86	5	VILLA DE LEIVA	11
		0,84	8	ATALA	170
		0,84	10	SANTA LUCIA	128
		0,83	8	PUESTO DE MONTA	165
		0,82	5	CARMEN DE APICALA	204
		0,82	14	CARMEN DE CARUPA	43
0,82	12	EL HATO	48		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
69	ESTACION TASCO	0,96	5	PASCA	245
		0,94	5	ARCABUCO	74
		0,90	5	TUTASA	16
		0,87	7	LOS PINOS	156
		0,85	6	EL TUNEL	41
		0,85	6	LOS QUINCHOS	99
		0,83	7	IZA	39
		0,83	6	TIBABUYES	196
		0,83	8	FIRAVITOBA	34
		0,77	8	BELENCITO	19
	0,75	12	EL HATO	141	
	0,73	11	SANTA RITA	130	
	0,72	17	EL PINO	137	
	0,72	12	TURMEQUE	101	
	0,72	5	EL CORAZON	203	
	0,71	9	COMBITA	67	
	0,70	6	ESPERANZA	277	
	0,68	12	INST. GEO ANDES	200	
	0,68	18	LA PRADERA	180	
	0,67	18	EL ENCANTO	147	
72	ESTACION TIBASOSA	0,99	5	NATAIMA	274
		0,88	5	SIBATE APOSTOLICO	195
		0,75	5	SAN LUIS DE GECENO	105
		0,74	7	SOMONDOCO	97
		0,74	5	TOTA	21
		0,73	9	SUTATAUSA	109
		0,71	8	CHIPAQUE	186
		0,69	7	VILLA DEL CARMEN	60
		0,66	6	DUITAMA	10
		0,66	10	SANTA ROSA	14
	0,64	5	LA CABAÑA	151	
	0,63	8	PALACIOS GUASCA	149	
	0,63	8	BOJACA	187	
	0,63	6	LA CARLINA	171	
	0,62	8	SIMIJACA	98	
	0,60	6	SENA	10	
	0,60	9	LAS JUNTAS	91	
	0,59	9	EL SALITRE	128	
	0,58	8	CUCUNUBA	101	
	0,58	10	CALDAS	98	
MUNICIPIO DE TASCO	0,96	5	PASCA	245	
	0,94	5	ARCABUCO	74	
	0,90	5	TUTASA	16	
	0,87	7	LOS PINOS	156	
	0,85	6	EL TUNEL	41	
	0,85	6	LOS QUINCHOS	99	
	0,83	7	IZA	39	
	0,83	6	TIBABUYES	196	
	0,83	8	FIRAVITOBA	34	
	0,77	8	BELENCITO	19	

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
77	ESTACION UNIVERSIDAD DE TUNJA	0,98	5	EL TUNEL	46
		0,96	5	EL CORAZON	129
		0,95	9	EL HATO	67
		0,95	7	SANTA MARIA	78
		0,94	5	LOS QUINCHOS	37
		0,90	10	EL ZARZAL	35
		0,89	7	VITELMA	134
		0,88	9	EL ENCANTO	73
		0,88	11	LA BOYERA	61
		0,87	5	TOCA	19
	MUNICIPIO DE TUNJA	0,87	9	CUCUNUBA	37
		0,86	8	RAQUIRA	30
		0,86	9	SUTATAUSA	65
		0,86	10	MONSERRATE	52
		0,85	10	EL PINO	63
		0,85	6	SAN DIEGO	131
		0,84	5	LOS CEDROS	62
		0,83	6	LOS PINOS	83
		0,83	10	CARMEN DE CARUPA	64
		0,83	10	MUÑA	150
78	ESTACION TURMEQUE	0,94	6	IZA	65
		0,92	7	BELENCITO	83
		0,91	7	LA CABAÑA	80
		0,91	5	COMBITA	39
		0,91	5	SAN ANTONIO	165
		0,88	6	ALTO CAICEDO	157
		0,83	9	MONGUI	84
		0,83	7	VILLA DEL CARMEN	22
		0,80	10	CHOACHI	100
		0,80	6	ATALA	155
	MUNICIPIO DE TURMEQUE	0,80	7	LAS GRANJAS	135
		0,78	9	OBS. METEO NACIONAL	100
		0,75	7	AQUITANIA	71
		0,75	5	SAN DIEGO	102
		0,74	5	TOQUILLA	81
		0,74	7	EL CHOCHAL LOS AMARILLOS	159
		0,73	9	EL HATO	46
		0,72	12	TASCO	101
		0,71	6	EL HATO No. 4	53
		0,71	6	TOCA	43

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
82	ESTACION UMBITA	0,92	5	SAN DIEGO	96
		0,85	5	SURBATA	77
		0,77	5	CARACOL	162
		0,77	10	HDA. JAVA	140
		0,76	8	PUESTO DE MANTA	141
		0,75	8	SAN MIGUEL DE SEMA	44
		0,71	8	CACHIPAY	45
		0,69	10	LUIS BUSTAMANTE	190
		0,69	13	CHINAVITA	11
		0,68	6	LA SIERRA	90
		0,67	8	JUNIN	53
		0,66	9	SANTA MARIA	45
		0,65	7	PEÑAS BLANCAS	177
		0,64	8	TESORO VENTIENTE	104
		0,63	6	MARIPI	71
		0,63	15	MACANAL	31
		0,62	9	CHIVOR	38
	0,60	11	VEIEZ	91	
	0,58	9	LAS MARGARITAS	98	
	0,57	7	TIBITO	64	
85	ESTACION PASADENA	0,82	10	SANTA ANA	71
		0,81	6	SAN PEDRO	46
		0,77	5	EL HATO No. 4	63
		0,75	5	PASCA	171
		0,75	5	SAN ANTONIO	41
		0,72	7	LA CARLINA	113
		0,72	5	SAN PEDRO	66
		0,70	7	CACHIPAY	142
		0,69	6	LAS DOS AGUAS	204
		0,67	6	INST. GEO. ANDES	126
		0,65	6	EL TUNEL	73
		0,63	7	SAN LUIS DE GACENO	105
	0,62	11	BUENA VISTA	45	
	0,60	12	PIEDRA CAMPANA	98	
	0,60	5	LOS QUINCHOS	56	
	0,59	11	AQUITANIA	81	
	0,56	11	CALDAS	33	
	0,54	9	ZIPAQUIRA	84	
	0,54	12	SOCOTA	46	
0,54	7	SAN MIGUEL DE SEMA	21		
	MUNICIPIO DE VILLA DE LEIVA				

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
90	ESTACION CACHIPAY MUNICIPIO DE ANOLAIMA	0,87	7	BUENA VISTA	106
		0,85	7	HDA. LA PALMA	14
		0,84	7	CABRERA	81
		0,82	7	EL GUAMO	86
		0,82	5	EL HATO No. 6	81
		0,80	8	PALO BLANCO	49
		0,76	5	JERICO	260
		0,75	5	EL HATO No. 1	87
		0,75	5	SAN PEDRO	169
		0,73	7	CALDAS	114
		0,72	10	EL TESORO 1	18
		0,72	5	TESORO VERTIENTE	20
		0,71	5	LA PRADERA	96
		0,71	5	LAS MARGARITAS	27
		0,70	7	PASADENA	142
		0,70	7	UNE	59
		0,70	7	LUIS BUSTAMANTE	85
		0,67	8	SAN JORGE	38
		0,67	10	BOCAGRANDE	55
		0,66	5	EL CORZO STA. TECLA	16
91	ESTACION ACUEDUCTO BOSA MUNICIPIO DE BOGOTA D.E.	0,87	6	LAS CINTAS	183
		0,85	6	SAN ANTONIO	161
		0,82	5	ARCABUCO	151
		0,77	7	SAN PEDRO	153
		0,75	7	EL HATO No. 4	73
		0,74	5	TOQUILLA	184
		0,74	5	EL RHIN	34
		0,73	5	SECR. AGRICULTURA	82
		0,72	5	SUPATA	50
		0,71	6	ANOLAIMA	35
		0,69	7	LA SIERRA	191
		0,68	13	MANJUI	31
		0,67	12	ISLA SANTUARIO	107
		0,65	11	SATIVA NORTE	236
		0,64	7	CERINZA	205
		0,64	11	CACHIPAY	32
		0,62	12	CABRERA	77
		0,62	8	LA MERCED	14
0,62	15	LA GRANJA	87		
0,62	14	CHINAVITA	110		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
92	ESTACION AEROPUERTO EL DORADO MUNICIPIO DE BOGOTÁ D. E.	0,97	5	LOS QUINCHOS	105
		0,95	5	MARIPI	95
		0,94	6	EL TUNEL	165
		0,94	7	SANTA MARIA	100
		0,91	8	TOCANCIPA	39
		0,91	6	LA ALDEA	11
		0,90	11	CERRO DE SUBA	9
		0,87	8	ALTO CAICEDO	65
		0,87	7	SAN DIEGO	15
		0,86	12	MUÑA	22
		0,84	13	LABORATORIO HORMONA	10
		0,83	5	ESPERANZA 1	86
		0,83	7	FIRAVITOBA	168
		0,82	6	EL HATO No. 2	67
		0,82	5	SAN ANTONIO	71
		0,81	9	RAQUIRA	109
		0,81	13	CONTADOR	14
		0,80	6	LOS PINOS	60
		0,78	15	LA BOYERA	74
0,78	12	REPRESA DEL NEUSA	52		
94	ESTACION ARRAYAN SAN FRANCISCO MUNICIPIO DE BOGOTÁ D.E.	0,95	5	VIVERO DISTRITAL	2
		0,94	6	EL HATO No. 2	77
		0,90	6	SURBATA	172
		0,89	6	SAN DIEGO	3
		0,87	5	ESPERANZA	77
		0,85	7	ATALA	57
		0,85	7	PEÑAS BLANCAS	82
		0,82	5	EL MORRO	105
		0,80	6	EL HATO No. 1	80
		0,79	25	EL GRANIZO	2
		0,79	28	SAN LUIS	4
		0,79	9	RAMIRIQUI	120
		0,78	6	LOS PINOS	72
		0,76	5	LA PRADERA	90
		0,74	9	EL CONSUELO	54
		0,73	8	TOCANCIPA	44
		0,73	11	HDA. JAVA	47
		0,72	7	VILLA DE LEIVA	130
		0,72	19	SAN RAFAEL No. 1	14
0,71	23	VENTA LARGA	53		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
97	ESTACION EL DELIRIO MUNICIPIO DE BOGOTA D.E.	0,94	7	EL HATO No. 6	76
		0,92	7	EL HATO No. 1	83
		0,89	6	LA PRADERA	86
		0,81	16	AQUITANIA	169
		0,79	9	STA. ROSA CARRETERA	39
		0,78	15	LA FORTUNA	96
		0,77	10	RAMIRIQUI	124
		0,77	7	EL HATO No. 2	81
		0,77	6	SAN ANTONIO	157
		0,76	31	SAN LUIS	8
		0,75	5	EL MORRO	109
		0,73	8	PALERMO	177
		0,72	10	EL CONSUELO	57
		0,69	7	VILLA DE LEIVA	134
		0,69	10	EL CHOCHAL LOS AMAHILOS	54
		0,69	13	LAS SOPAS	51
		0,69	8	COMBITA	145
0,69	16	EL PUENTE	99		
0,67	6	LAS CINTAS	177		
0,67	15	SAN JOSE	37		
100	ESTACION EL GUAMO MUNICIPIO DE BOGOTA D.E.	0,96	5	SAN MIGUEL DE SEMA	184
		0,94	5	HDA. JAVA	57
		0,91	8	ALTO CAICEDO	19
		0,87	6	SAN ANTONIO	15
		0,86	5	SUPATA	121
		0,84	12	ESCUELA VOCACIONAL	134
		0,83	12	SAN JORGE	61
		0,83	6	LA PRADERA	17
		0,82	7	CACHIPAY	86
		0,82	5	EL CORAZON	99
		0,82	8	HDA. LA PALMA	75
		0,79	9	EL CONSUELO	127
		0,79	11	VALSALICE	49
		0,78	5	LOS CEDROS	166
		0,78	9	CERROS DE SUBA	90
		0,77	13	TIBACUY	47
		0,77	8	SIBATE APOSTOLICA	60
0,77	5	CARMEN DE APICALA	53		
0,77	10	CONTADOR	87		
0,76	8	DUITAMA	249		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
101	ESTACION EL HATO MUNICIPIO DE BOGOTA D.E.	0,99	5	EL HATO No. 7	100
		0,89	5	UBALA	81
		0,89	5	EL HATO No. 1	105
		0,86	5	EL HATO No. 2	102
		0,83	5	EL HATO No. 6	98
		0,79	5	ESPERANZA 1	51
		0,77	31	LA REGADERA	4
		0,76	7	EL EMPORIO	152
		0,75	18	PALO BLANCO	20
		0,72	15	BOCAGRANDE	7
		0,70	8	SIBATE APOSTOLICA	14
		0,69	11	VITELMA	24
		0,69	11	CARACOL	40
		0,68	6	ATALA	38
		0,67	19	LA IBERIA	88
		0,66	19	CERRO DE SUBA	42
		0,64	11	EL ZARZAL	133
		0,64	20	SAN RAFAEL No. 1	41
		0,63	8	RAQUIRA	142
0,62	20	GUATAVITA	68		
105	ESTACION LA CANDELARIA EL TUNAL MUNICIPIO DE BOGOTA D.E.	0,97	5	SUPATA	54
		0,96	5	CARMEN DE APICALA	79
		0,91	5	EL CORAZON	35
		0,89	10	LA CARLINA	47
		0,84	8	PEÑAS BLANCAS	75
		0,84	9	EL CONSUELO	62
		0,83	6	SAN ANTONIO	57
		0,83	6	SAN MIGUEL DE SEMA	115
		0,82	5	ARCABUCO	153
		0,79	8	SIBATE APOSTOLICA	13
		0,79	7	SAN PEDRO	153
		0,79	7	SAN DIEGO	11
		0,79	5	LOS CEDROS	116
		0,77	7	SURBATA	181
		0,76	7	LOS PINOS	75
		0,75	12	SAN JORGE	9
		0,74	6	LOS QUINCHOS	114
		0,73	9	TOCANCIPA	51
		0,72	12	CARMEN DE CARUPA	90
0,70	8	ALTO CAICEDO	50		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
110	ESTACION PALO BLANCO MUNICIPIO DE BOGOTA D.E.	0,99 0,98 0,94 0,93 0,89 0,89 0,89 0,87 0,85 0,80 0,77 0,77 0,75 0,74 0,72 0,72 0,69 0,68 0,68 0,66	6 5 6 5 7 6 5 5 13 8 8 6 18 6 20 10 9 11 16 16	EL HATO No. 6 LA PRADERA STA. ROSA CARRETERA ESCUELA TENA EL CONSUELO EL HATO No. 1 ANOLAIMA VIVERO DISTRITAL BOCAGRANDE CACHIPAY SAN MIGUEL DE SEMA EL HATO No. 7 EL HATO EL HATO No. 2 LA REGADERA EL CORZO STA. TECLA SAN PEDRO SAN RAFAEL No. 1 VILLAPINZON LA IBERIA	81 82 34 64 61 88 52 9 20 49 118 83 20 85 15 42 72 22 93 69
114	ESTACION SAN LUIS MUNICIPIO DE BOGOTA D.E.	0,99 0,86 0,85 0,81 0,80 0,79 0,79 0,78 0,78 0,77 0,77 0,77 0,76 0,75 0,75 0,74 0,74 0,74 0,74 0,74	5 5 7 5 26 28 7 15 15 16 10 7 31 11 17 5 7 7 13 5	EL CORAZON ARCABUCO SAN DIEGO SUPATA EL GRANIZO ARRAYAN SAN FRANCISCO SURBATA SAN JOSE SAUCIO LA VIEJA EL CONSUELO LA PLAYA EL DELIRIO AV. JIMENEZ EL HATILLO EL MORRO EL HATO No. 2 IZA TIBABUYES TOQUILLA	37 142 3 52 2 4 168 29 66 2 49 71 8 5 65 101 73 160 16 171

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
115	ESTACION SANTA LUCIA MUNICIPIO DE BOGOTA D.E.	0,95	8	JARDIN BOTANICO	11
		0,95	6	LOS QUINCHOS	111
		0,94	5	ARCABUCO	151
		0,91	9	TOCANCIPA	49
		0,90	8	SIMIJACA	107
		0,90	7	LOS ARRAYANES	122
		0,90	5	EL CORAZON	36
		0,89	6	ENCINO	207
		0,88	6	VITELMA	6
		0,88	5	SANTA MARIA	100
		0,87	5	LAS DOS AGUAS	81
		0,87	5	SUPATA	55
		0,87	10	ESCLUSA MERCHAN	131
		0,86	5	HDA. LA PALMA	43
		0,86	7	CERINZA	203
		0,85	10	EL SALITRE	68
		0,85	6	LA COMODA	182
		0,84	10	SUTAMARCHAN	128
0,83	10	EL ZARZAL	111		
117	ESTACION SANTA ROSA (LOS PUENTES) MUNICIPIO DE BOGOTA D.E.	0,90	6	GAMBITA	216
		0,79	6	SAN PEDRO	189
		0,76	5	SAN RAFAEL No. 1	61
		0,75	10	VELEZ	210
		0,75	7	ATALA	42
		0,71	5	HDA. JAVA	40
		0,71	5	JERICO	280
		0,67	6	LA VUELTA	34
		0,65	9	SATIVA NORTE	272
		0,63	5	PANDI	33
		0,61	11	LENGUPA	128
		0,59	6	EL BOQUERON	197
		0,59	11	CHOACHI	48
		0,58	9	VENTALARGA	99
		0,58	5	TOTA	202
		0,58	8	CERRO DE SUBA	63
		0,57	10	SOTAQUIRA	204
		0,57	10	LA CANDELARIA	161
0,57	11	BERTHA	199		
0,56	10	ACUEDUCTO BOSA	47		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
118	ESTACION TECHO	0,96	5	SUPATA	49
		0,95	5	EL CORAZON	30
		0,93	11	TISQUESUSA	24
		0,88	6	VIVERO DISTRITAL	10
		0,87	13	LOS ARRAYANES	117
		0,86	8	LA SIERRA	187
		0,86	5	VILLA DE LEIVA	132
		0,85	8	PEÑAS BLANCAS	81
		0,85	8	SIBATE APOSTOLICA	18
		0,83	8	PALERMO	176
	0,82	8	TIBITO	43	
	0,81	11	SUTATAUSA	76	
	0,81	11	VITELMA	11	
	0,81	8	ATALA	50	
	0,81	7	SAN DIEGO	10	
	0,80	13	CARMEN DE CARUPA	85	
	0,79	8	ALTO CAICEDO	56	
	0,79	5	ARCABUCO	148	
	0,78	15	LA GRANJA	83	
	0,77	12	LA PRIMAVERA	26	
121	ESTACION BOJACA	0,93	5	PANDI	62
		0,91	11	CUAYMARAL	32
		0,86	11	CARRIZAL	83
		0,84	6	EL TUNEL	181
		0,84	12	TORCA	35
		0,83	5	EL CORAZON	15
		0,82	9	TOCANCIPA	54
		0,82	6	LOS QUINCHOS	122
		0,81	6	SANTA MARIA	120
		0,80	7	SAN DIEGO	34
	0,79	12	LOS NOVILLEROS	91	
	0,79	10	SANTA RITA	107	
	0,79	10	SIACHOQUE	149	
	0,79	9	SIBATE APOSTOLICA	27	
	0,79	12	LABORATORIOS HORMONA	31	
	0,78	11	EL HATILLO	77	
	0,78	8	LA CABAÑA	43	
	0,77	12	MUÑA	24	
	0,76	5	ARCABUCO	151	
	0,76	7	EL HATO No. 2	76	

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
124	ESTACION CABRERA	0,84	7	CACHIPAY	81
		0,78	9	HDA. LA PALMA	68
		0,78	9	BUENA VISTA	182
		0,76	9	AV. JIMENEZ	82
		0,74	6	LA PLAYA	22
		0,73	5	SAN LUIS DE GACENO	173
		0,73	6	UNIVERSIDAD DE TUNJA	214
		0,70	8	EL HATO	158
		0,69	6	TUNGUAVITA	246
		0,68	8	SANTA SOFIA	215
	0,67	7	HDA. JAVA	51	
	0,66	6	ANOLAIMA	87	
	0,65	8	LAS DOS AGUAS	45	
	0,65	12	JARDIN BOTANICO	86	
	0,64	9	INST. GEO. ANDES	85	
	0,64	7	PUESTO DE MONTA	40	
	0,63	5	VILLA DE LEIVA	211	
	0,62	12	ACUEDUCTO BOSA	77	
	0,62	9	LABORATORIO HORMONA	90	
	0,61	9	VELEZ	242	
128	ESTACION CARMEN DE CARUPA	0,99	5	EL CORAZON	69
		0,99	5	LOS CEDROS	85
		0,97	7	SAN DIEGO	84
		0,93	7	ATALA	128
		0,92	5	CARMEN DE APICALA	161
		0,92	6	HDA. JAVA	117
		0,91	5	VIVERO DISTRITAL	85
		0,91	7	SANTA MARIA	89
		0,90	8	VITELMA	88
		0,90	7	LOS PINOS	19
	0,90	7	TOCA	82	
	0,89	8	PEÑAS BLANCAS	165	
	0,89	11	SUTATAUSA	12	
	0,89	13	EL PINO	11	
	0,88	12	EL SALITRE	22	
	0,88	9	SIBATE APOSTOLICA	101	
	0,87	6	SAN ANTONIO	147	
	0,88	12	TISQUESUSA	74	
	0,86	7	SURBATA	104	
	0,86	5	SUPATA	50	
	MUNICIPIO DE CABRERA				

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
129	ESTACION EL HATO MUNICIPIO CARMEN DE CARUPA	0,97	7	BELENCITO	124
		0,97	6	EL TUNEL	111
		0,95	9	UNIVERSIDAD DE TUNJA	67
		0,95	6	TOCA	85
		0,94	5	HDA, JAVA	111
		0,93	6	SANTA MARIA	85
		0,91	12	MUÑA	92
		0,91	6	SAN DIEGO	78
		0,91	6	LOS QUINCHOS	62
		0,91	5	LAS CINTAS	120
		0,89	10	CUCUNUBA	18
		0,89	9	LOS ARRAYANES	40
		0,89	6	IZA	109
		0,87	6	EL HATO No. 2	3
		0,86	12	LA BOYERA	6
		0,86	10	EL ENCANTO	13
		0,85	7	VITELMA	81
		0,85	10	LA PRADERA	41
		0,84	7	LA CABAÑA	58
		0,84	10	MONGUI	127
137	ESTACION SOCOTA MUNICIPIO DE CARMEN DE CARUPA	0,98	5	EL CORAZON	74
		0,95	5	LOS CEDROS	90
		0,86	5	ARCABUCO	66
		0,85	13	BARRANCAS	29
		0,84	15	CHECUA-NEMOCON	33
		0,83	11	EL TESORO No. 1	81
		0,84	9	SIBATE APOSTOLICA	107
		0,82	12	JARDIN BOTANICO	85
		0,82	9	EL EMPORIO	47
		0,82	5	ELCORZO STA. TECLA	83
		0,82	14	LOS NOVILLEROS	16
		0,81	13	GUATAVITA	56
		0,81	6	LOS QUINCHOS	66
		0,81	10	SANTA LUCIA	95
		0,81	10	UNIVERSIDAD DE TUNJA	64
		0,81	6	ESPERANZA 1	167
		0,80	15	LA BOYERA	14
		0,80	7	LOS PINOS	23
		0,79	13	SIMIJACA	13
		0,79	5	SUPATA	53

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
138	ESTACION CARRIZAL MUNICIPIO CUCUNUBA	0,98	6	EL HATO No. 2	19
		0,91	6	LA VUELTA	124
		0,91	6	SAN PEDRO	12
		0,90	5	ESCUELA TENA	61
		0,89	16	EL HATILLO	6
		0,86	11	BOJACA	83
		0,85	5	ESPERANZA 1	152
		0,85	6	EL TUNEL	100
		0,85	5	LOS QUINCHOS	46
		0,83	5	PANDI	138
		0,82	15	TORCA	35
		0,80	16	REPRESA SISGA	14
		0,80	8	SAN MIGUEL DE SEMA	36
		0,80	9	EL BOSQUE	88
		0,79	8	TOCANCIPA	31
		0,79	13	GUAYMARAL	55
		0,79	16	VILLAPINZON	19
		0,79	6	IZA	98
0,77	8	EL EMPORIO	51		
0,77	15	CUCUNUBA	5		
139	ESTACION CUCUNUBA MUNICIPIO DE CUCUNUBA	0,98	6	LOS QUINCHOS	46
		0,95	6	EL TUNEL	98
		0,92	7	ATALA	128
		0,91	7	EL BOSQUE	93
		0,90	6	VILLA DE LEIVA	51
		0,89	10	VITELMA	82
		0,89	10	EL HATO	16
		0,88	5	TOQUILLA	112
		0,87	9	UNIVERSIDAD DE TUNJA	57
		0,87	11	MUÑA	95
		0,87	17	LA BOYERA	11
		0,86	15	EL FUTE	91
		0,86	5	EL CORAZON	72
		0,86	8	VILLA DEL CARMEN	43
		0,85	7	EL HATO No. 2	18
		0,85	9	RAMIRIQUI	51
		0,84	15	LA CABAÑA	57
		0,83	14	TORCA	59
0,82	12	LOS NOVILLEROS	10		
0,82	8	SIBATE APOSTOLICA	98		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
143	ESTACION LA IBERIA MUNICIPIO DE CHOCONTA	0,87	18	REPRESA SISGA	6
		0,83	5	LA PRADERA	150
		0,82	6	EL HATO No. 2	35
		0,81	6	TOTA	100
		0,81	16	EL HATILLO	17
		0,79	6	GAMBITA	110
		0,78	6	EL HATO No. 6	33
		0,76	15	EL FUTE	78
		0,76	10	LA ALDEA	52
		0,76	6	LAS CINTAS	114
		0,73	15	BOCAGRANDE	88
		0,73	20	GUATAVITA	21
		0,72	19	VILLAPINZON	24
		0,72	9	JUNIN	28
		0,71	6	SENA	121
		0,70	7	SECR. AGRICULTURA	13
		0,70	7	CARACOL	127
0,69	5	EL TUNEL	105		
0,69	5	PASCA	104		
0,67	19	EL HATO	88		
144	ESTACION REPRESA SISGA MUNICIPIO DE CHOCONTA	0,93	13	SAUCIO	5
		0,92	7	EL HATO No. 2	30
		0,89	6	GAMBITA	105
		0,87	6	LAS CINTAS	112
		0,87	18	LA IBERIA	6
		0,86	17	EL HATILLO	11
		0,86	6	LOS QUINCHOS	44
		0,84	6	EL TUNEL	103
		0,83	5	EL CORAZON	66
		0,80	5	PANDI	130
		0,80	16	CARRIZAL	14
		0,79	17	EL ENCANTO	21
		0,78	7	IZA	102
		0,77	5	CHAMEZA	57
		0,76	7	BELENCITO	120
		0,75	18	VILLAPINZON	20
		0,75	18	GUATAVITA	25
0,74	6	LA PRADERA	155		
0,73	10	SANTA RITA	62		
0,73	15	EL TRIANGULO	27		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
146	ESTACION LAS GRANJAS MUNICIPIO EL COLEGIO	0,98	5	EL HATO No. 1	100
		0,94	5	SAN ANTONIO	52
		0,91	5	EL HATO No. 2	98
		0,90	5	EL HATO No. 6	93
		0,89	7	LAS SOPAS	54
		0,85	5	LAS MARGARITAS	37
		0,81	8	LOS ARRAYANES	140
		0,81	7	ESCUELA VOCACIONAL	73
		0,80	5	TESORO VERTIENTE	32
		0,79	7	TURMEQUE	135
		0,78	6	EL CHOCHAL LOS AMARILLOS	56
		0,77	6	SANTA LUCIA	35
		0,76	6	TOCA	178
		0,76	7	SAN JORGE	38
		0,75	7	ALBANIA	148
		0,74	6	CAÇHIPAY	137
		0,72	5	TESORO No. 2	30
0,72	7	BARRANCAS	95		
0,71	7	MUÑA	21		
0,71	6	ALTO CAICEDO	51		
149	ESTACION EL TESORO No. 1 MUNICIPIO DE FACATATIVA	0,95	6	SIBATE APOSTOLICA	34
		0,94	5	SUPATA	30
		0,93	7	ALTO CAICEDO	75
		0,91	5	EL CORAZON	8
		0,88	6	ATALA	52
		0,86	13	LA GRANJA	95
		0,86	7	EL CONSUELO	63
		0,85	6	SAN ANTONIO	78
		0,84	12	MONSERRATE	88
		0,84	9	SAN JORGE	36
		0,83	11	SOCOTA	81
		0,80	9	ESCUELA VOCACIONAL	43
		0,79	5	LA SIERRA	186
		0,78	5	LOS CERROS	126
		0,78	8	SUTATAUSA	72
		0,78	8	VITELMA	37
		0,77	8	TISQUESUSA	4
0,76	6	LA PRADERA	105		
0,76	9	TESORO No. 2	1		
0,76	10	CARMEN DE CARUPA	77		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
151	ESTACION MANJUI	0,89	5	PUESTO DE MONTA	53
		0,88	6	LA PLAYA	69
		0,85	6	INST. GEO. ANDES	41
		0,82	6	AV. JIMENEZ	42
		0,80	9	TAPIAS	93
		0,80	6	EL HATO No. 4	67
		0,80	5	SAN ANTONIO	163
		0,76	5	PASCA	56
		0,75	6	EL TUNEL	182
		0,73	6	EL BOQUERON	163
		0,72	9	LA COMODA	175
		0,69	8	EL CHOCHAL LOS AMARILLOS	80
		0,68	12	LA VIEJA	42
	MUNICIPIO FACATATIVA	0,69	8	LA CABAÑA	49
		0,68	13	ACUEDUCTO BOSA	31
		0,68	5	LAS CINTAS	191
		0,68	6	CERINZA	207
		0,67	5	CARMEN DE APICALA	81
		0,67	5	TESORO No. 2	7
		0,66	5	SAN ANTONIO	79
154	ESTACION VENEZIA	0,94	6	GAMBITA	169
		0,80	7	EL HATO No. 1	72
		0,79	6	SAN ANTONIO	84
		0,74	6	LA PRADERA	110
		0,72	9	SAN PEDRO	74
		0,72	9	STA. ROSA CARRETERA	72
		0,71	7	EL HATO No. 7	69
		0,71	5	PASCA	61
		0,70	7	EL HATO No. 6	67
		0,66	11	BETHANIA	54
	MUNICIPIO FACATATIVA	0,66	5	EL RHIN	41
		0,65	9	COMBITA	147
		0,64	8	CARACOL	76
		0,64	7	TRES ESQUINAS	85
		0,62	6	SENA	194
		0,62	5	CARMEN DE APICALA	85
		0,61	5	SUPATA	29
		0,59	7	UBALA	96
		0,59	14	LAS SOPAS	84
		0,58	5	EL CORAZON	13

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
158	ESTACION MONSERRATE MUNICIPIO FUQUENE	0,92	12	SUTATAUSA	18
		0,86	10	UNIVERSIDAD DE TUNJA	52
		0,84	12	EL TESORO No. 1	88
		0,83	8	SIBATE APOSTOLICA	111
		0,82	9	SANTA MARIA	85
		0,82	10	TOCA	71
		0,81	8	VITELMA	96
		0,81	6	EL HATO No. 7	21
		0,81	6	SENA	107
		0,80	12	CARMEN DE CARUPA	12
		0,79	8	LAS DOS AGUAS	100
		0,79	7	ATALA	138
		0,79	14	SOCOTA	13
		0,78	5	LA PRADERA	183
		0,78	13	LOS ARRAYANES	23
		0,78	8	VILLA DEL CARMEN	37
		0,77	13	LOS NOVILLEROS	7
		0,76	5	SAN ANTONIO	72
0,74	12	ESCLUSA MERCHAN	33		
0,74	11	ISLA SANTUARIO	10		
161	ESTACION VALSALICE MUNICIPIO DE FUSAGASUGA	0,93	5	SAN ANTONIO	34
		0,91	8	BETHANIA	4
		0,89	8	ISLA EL SANTUARIO	139
		0,88	11	LA PRADERA	73
		0,85	7	ALTO CAICEDO	33
		0,84	5	EL HATO No. 1	112
		0,84	7	EL CONSUELO	94
		0,83	6	PEÑAS BLANCAS	48
		0,83	7	EL CHOCHAL LOS AMARILLOS	38
		0,82	10	EL ZARZAL	144
		0,82	5	UBALA	102
		0,81	9	LUIS BUSTAMANTE	54
		0,81	7	SANTA LUCIA	36
		0,80	5	LOS CEDROS	148
		0,79	11	CHINAVITA	143
		0,79	11	EL GUAMO	49
		0,78	9	EL HATO	113
		0,75	14	SUTAMARCHAN	160
0,73	5	EL HATO No. 7	108		
0,71	10	SAN JORGE	25		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
166	ESTACION EL PUENTE MUNICIPIO GUACHETA	0,91	5	EL MORRO	10
		0,90	10	RAMIRIQUI	37
		0,89	7	EL HATO No. 7	33
		0,87	6	LA PRADERA	185
		0,87	7	COMBITA	48
		0,83	8	ATALA	144
		0,82	9	STA. ROSA CARRETERA	138
		0,82	5	SAN PEDRO	32
		0,81	9	BETHANIA	136
		0,77	7	EL HATO No. 1	29
		0,76	5	PASCA	137
		0,76	5	ANOLAIMA	110
		0,75	10	JUNIN	64
		0,73	6	VIVERO DISTRIITAL	96
		0,73	7	EL HATO No. 2	30
		0,72	6	PUESTO DE MONTA	138
		0,72	5	CARACOL	160
0,70	7	AV. JIMENEZ	96		
0,69	16	EL DELIRIO	99		
0,68	11	HDA. LA PALMA	126		
169	ESTACION PALACIOS GUASCA MUNICIPIO GUASCA	0,99	5	SAN ANTONIO	87
		0,89	5	LA PRADERA	112
		0,86	7	PEÑAS BLANCAS	106
		0,84	6	EL HATO no. 1	66
		0,84	9	EL CONSUELO	32
		0,83	5	TOTA	134
		0,83	5	SAN ANTONIO	130
		0,82	6	BETHANIA	70
		0,80	6	EL HATO No. 6	59
		0,80	9	TISQUESUSA	50
		0,79	8	STA. ROSA CARRETERA	65
		0,77	11	LAS SOPAS	76
		0,75	7	SAUCIO	48
		0,74	10	EL TESORO 1	54
		0,72	7	ALTO CAICEDO	78
		0,70	9	EL CHOCHAL LOS AMARILLOS	80
		0,68	12	LA GRANJA	50
0,68	9	CARMEN DE CARUPA	71		
0,65	6	EL HATO No. 7	61		
0,65	11	LA FORTUNA	70		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
170	ESTACION SAN JOSE MUNICIPIO DE GUASCA	0,93	5	EL CORAZON	44
		0,85	5	COMBITA	108
		0,84	6	SAN PEDRO	31
		0,84	5	SUPATA	46
		0,83	8	SIBATE APOSTOLICA	54
		0,79	9	EL CONSUELO	21
		0,79	6	INST. GEO. ANDES	30
		0,78	15	SAN LUIS	29
		0,78	15	EL HATILLO	37
		0,77	15	LA PRADERA	33
		0,77	5	PANDI	98
		0,77	13	LA FORTUNA	60
		0,75	6	LAS CINTAS	142
		0,75	6	SURBATA	139
		0,74	7	BELENCITO	152
		0,72	14	PESCA	118
		0,72	14	LA GRANJA	47
		0,72	10	EL HATO	50
		0,71	7	EL HATO No. 2	48
		0,70	16	REPRESA SISGA	32
171	ESTACION GUATAVITA MUNICIPIO DE GUATAVITA	0,92	5	EL CORAZON	47
		0,91	6	LOS QUINCHOS	67
		0,89	6	EL TUNEL	126
		0,87	5	PASCA	83
		0,86	14	EL TRIANGULO	52
		0,84	7	EL HATO No.2	41
		0,84	5	ANOLAIMA	68
		0,83	12	BARRANCAS	28
		0,82	9	EL EMPORIO	85
		0,82	5	TOQUILLA	137
		0,81	13	SOCOTA	36
		0,81	8	CARACOL	106
		0,80	12	MUÑA	59
		0,79	6	LA PRADERA	130
		0,79	17	CHECUA NEMOCON	23
		0,79	15	EL FUTE	56
		0,78	10	UNIVERSIDAD DE TUNJA	91
		0,78	16	EL HATILLO	29
		0,77	9	TOCANCIPA	8
		0,77	6	ESPERANZA 1	118

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACION CORRELACIONADA	d
173	ESTACION LA CABAÑA	0,92	5	TOQUILLA	154
		0,91	6	EL BOSQUE	36
		0,91	7	TURMEQUE	80
		0,89	5	EL TUNEL	143
		0,88	5	SAN ANTONIO	86
		0,87	8	VITELMA	25
		0,86	8	RAQUIRA	92
		0,85	6	HDA. JAVA	66
		0,85	15	TABIO	22
		0,85	6	IZA	143
	0,85	7	VILLA DEL CARMEN	97	
	0,85	10	TORCA	8	
	0,84	15	CUCUNUBA	57	
	0,84	7	EL HATO	58	
	0,83	8	LOS NOVILLEROS	65	
	0,82	8	GUAYMARAL	13	
	0,82	6	SANTA RITA	92	
	0,82	7	SANTA ROSA	163	
	0,82	5	COMBITA	118	
	0,81	11	EL FUTE	40	
176	ESTACION HDA. LA PALMA	0,97	5	LA VUELTA	30
		0,88	7	ESCUELA VOCACIONAL	73
		0,86	6	AV. JIMENEZ	48
		0,86	5	SANTA LUCIA	43
		0,86	5	EL CHOCHAL LOS AMARILLOS	64
		0,86	5	TUNGUAVITA	199
		0,85	5	ANOLAIMA	20
		0,85	7	CACHIPAY	14
		0,84	7	BARRANCAS	97
		0,82	8	EL GUAMO	75
	0,81	8	SIACHOQUE	173	
	0,81	7	EL ZARZAL	135	
	0,79	5	ATALA	24	
	0,78	9	CABRERA	68	
	0,77	8	LAS SOPAS	63	
	0,76	8	BUENAVISTA	121	
	0,73	8	LA COMODA	201	
	0,73	7	TESORO VERTIENTE	33	
	0,73	5	JUNIN	96	
	0,72	8	LA PLAYA	45	

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACION CORRELACIONADA	d
179	ESTACION EL TRIANGULO	0,98	6	LOS QUINCHOS	31
		0,97	5	SAN PEDRO	29
		0,90	12	BARRANCAS	29
		0,90	6	EL TUNEL	81
		0,88	8	TOCANCIPA	50
		0,86	14	GUATAVITA	52
		0,86	7	LA ALDEA	79
		0,84	14	EL ENCANTO	33
		0,84	15	TORCA	73
		0,83	6	CERINZA	106
	MUNICIPIO DE LENGUAZAQUE	0,82	16	CHECUA NEMOCON	34
		0,81	6	LOS PINOS	46
		0,81	14	TABIO	69
		0,81	12	MUÑA	110
		0,79	14	CUCUNUBA	17
		0,77	15	LABORATORIOS HORMONA	85
		0,76	10	LA CABAÑA	70
		0,76	6	EL PATIO No.4	39
		0,76	9	RAQUIRA	26
		0,76	16	VILLAPINZON	10
180	ESTACION TAPIAS	0,94	6	ZIPAQUIRA	44
		0,83	5	ALBANIA	58
		0,83	8	CONTADOR	74
		0,80	9	MANJUI	93
		0,78	6	ATALA	135
		0,78	5	PASCA	128
		0,76	10	LA VIEJA	82
		0,75	5	SENA	103
	MUNICIPIO DE LENGUAZAQUE	0,73	9	SIACHOQUE	57
		0,73	8	VELEZ	80
		0,72	8	LOS ARRAYANES	33
		0,71	7	SAN PEDRO	66
		0,71	8	RAMIRIQUI	44
		0,71	9	ALTO CAICEDO	142
		0,70	10	GUAYMARAL	66
		0,70	7	CHIPAQUE	102
		0,69	10	LA RAMADA	83
		0,69	9	CHOACHI	88
0,69	6	VITELMA	89		
0,69	7	TRES ESQUINAS			

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACION CORRELACIONADA	d
182	ESTACION TIBAITATA	0,94	6	PEÑAS BLANCAS	85
		0,91	6	VIVERO DISTRICTAL	19
		0,83	6	SURBATA	176
		0,83	11	LUIS BUSTAMANTE	92
		0,81	6	BELENCITO	189
		0,79	6	SANTA ROSA CARRETERA	50
		0,77	5	EL MORRO	106
		0,76	15	VENTA LARGA	46
		0,75	5	SAN DIEGO	18
		0,75	7	SANTA LUCIA	16
	MUNICIPIO DE MOSQUERA	0,73	5	EL RHIN	29
		0,72	6	EL EMPORIO	125
		0,70	11	SAN RAFAEL No. 1	24
		0,69	10	SAN JORGE	20
		0,69	10	ESCUELA VOCACIONAL	53
		0,69	6	TIBABUYES	12
		0,69	6	TOCANCIPA	45
		0,69	5	PALERMO	175
		0,68	9	VITELMA	19
		0,66	9	TISQUESUSA	15
183	ESTACION CHECUA-NEMOCON	0,95	6	LOS QUINCHOS	57
		0,94	5	EL CORAZON	55
		0,92	13	BARRANCAS	5
		0,89	7	SAN PEDRO	9
		0,89	6	EL TUNEL	113
		0,88	5	ARCABUCO	85
		0,87	5	TOQUILLA	127
		0,84	17	EL ENCANTO	7
		0,84	15	SOPOTA	33
		0,83	10	BETANIA	102
	MUNICIPIO DE NEMOCON	0,83	9	INST. GEO. ANDES	39
		0,81	16	EL TRIANGULO	34
		0,80	9	TOCANCIPA	18
		0,79	7	LOS PINOS	23
		0,79	7	CERINZA	139
		0,79	17	GUATAVITA	23
		0,79	16	LABORATORIOS HORMONO	54
		0,78	11	SANTA RITA	55
		0,77	6	GAMBITA	108
		0,77	11	UNIVERSIDAD DE TUNJA	74

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACIONES CORRELACIONADAS	d
191	ESTACION GUARANI-EL PEÑON MUNICIPIO DE SIBATE	0,93	5	LOS CEDROS	137
		0,92	5	EL CORAZON	48
		0,85	6	ESPERANZA 1	51
		0,82	7	EL HATO No. 2	103
		0,81	6	LA PRADERA	64
		0,81	5	CHAMIZA	181
		0,80	6	EL TUNEL	197
		0,79	7	LOS PINOS	95
		0,79	9	EL EMPORIO	155
		0,78	6	LOS QUINCHOS	137
		0,78	9	EL CONSUELO	65
		0,78	8	SIBATE APOSTOLICA	10
		0,76	11	UNIVERSIDAD DE TUNJA	173
		0,75	7	EL HATO No. 1	105
		0,74	12	MUÑA	14
		0,73	9	RAQUIRA	144
		0,72	8	FIRAVITOBA	201
		0,72	11	EL PATO	106
		0,71	6	LAS CINTAS	206
0,71	12	CARMEN DE CARUPA	102		
192	ESTACION MUÑA MUNICIPIO DE SIBATE	0,97	6	EL TUNEL	185
		0,97	6	LOS QUINCHOS	125
		0,96	5	EL CORAZON	36
		0,94	7	SAN DIEGO	22
		0,93	9	ALTO CAICEDO	45
		0,93	8	VITELMA	20
		0,91	12	EL HATO	92
		0,91	5	HDA. JAVA	24
		0,91	9	SIBATE APOSTOLICA	4
		0,89	9	TOCANCIPA	60
		0,89	8	ATALA	35
		0,89	7	SANTA MARIA	114
		0,89	13	EL ZARZAL	122
		0,88	10	LOS ARRAYANES	131
		0,88	13	LA BOYERA	96
		0,88	12	GUAYMARAL	37
		0,87	6	EL BOQUERON	170
0,87	13	SUTAMARCHAN	139		
0,87	11	CUCUNUBA	95		
0,87	10	RAQUIRA	131		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACION CORRELACIONADA	d
194	ESTACION SIMIJACA MUNICIPIO DE SIMIJACA	0,92	5	UBALA	91
		0,91	7	SIBATE APOSTOLICA	119
		0,90	8	SANTA LUCIA	107
		0,89	11	ESCLUSA MERCHAN	23
		0,88	15	EL SANTUARIO	13
		0,85	6	LA VUELTA	147
		0,84	6	SENA	108
		0,84	10	SUTATAUSA	29
		0,83	5	SAN ANTONIO	165
		0,82	12	CALDAS	6
		0,82	7	LA SIERRA	97
		0,82	8	ATALA	145
		0,82	11	ESCUELA VOCACIONAL	53
		0,81	6	VILLA DE LEIVA	39
		0,80	7	VILLA DEL CARMEN	40
		0,79	13	SOCOTA	13
		0,79	5	GAMBITA	75
		0,79	5	IZA	97
		0,78	13	ISLA SANTUARIO	13
		0,77	17	SUTAMARCHAN	28
195	ESTACION EL FUTE MUNICIPIO DE SOACHA	0,95	6	EL TUNEL	182
		0,94	5	CARACOL	54
		0,94	7	LA MERCED	4
		0,93	6	LOS QUINCHOS	123
		0,91	5	LAS CINTAS	192
		0,90	6	BELENCITO	201
		0,89	8	CACHIPAY	119
		0,89	6	EL HATO No. 2	83
		0,82	6	IZA	182
		0,86	15	CUCUNUBA	91
		0,82	8	EL BOSQUE	27
		0,81	11	BARRANCAS	78
		0,81	11	LA CABAÑA	40
		0,81	9	RAMIRIQUI	136
		0,79	15	GUATAVITA	56
		0,78	11	EL HATO	86
		0,78	7	EL BOQUERON	167
		0,77	17	VILLAPINZON	100
0,76	15	LA IBERIA	78		
0,75	8	TOCANCIPA	56		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACION CORRELACIONADA	d
199	ESTACION CERRO DE SUBA	0,99	5	TIBABUYES	4
		0,97	5	ALTO CAICEDO	71
		0,94	7	MARIPI	90
		0,93	5	ATALA	64
		0,92	7	SIBATE APOSTOLICA	33
		0,90	11	AEROPUERTO EL DORADO	9
		0,90	9	SAN JORGE	30
		0,89	6	RAQUIRA	101
		0,85	12	SAN RAFAEL No. 1	11
		0,84	14	CONTADOR	7
		0,83	6	LA SIERRA	172
		0,82	5	EL EMPORIO	102
		0,82	9	GUAYMARAL	8
		0,81	10	LOS NOVILLEROS	63
		0,81	6	EL CONSUELO	43
		0,81	6	CARACOL	77
		0,81	9	MUÑA	30
		0,78	9	EL GUAMO	90
		0,77	10	VITELMA	19
0,77	17	USAQUEN	8		
200	ESTACION GUAYMARAL	0,95	5	TIBABUYES	10
		0,93	7	EL BOQUERON	174
		0,92	5	PANDI	84
		0,91	7	SAN DIEGO	23
		0,91	11	BOJACA	32
		0,88	12	MUÑA	37
		0,87	8	SIBATE APOSTOLICA	40
		0,85	7	ATALA	70
		0,85	8	TOCANCIPA	24
		0,84	13	LABORATORIOS HORMONA	15
		0,84	6	EL TUNEL	130
		0,82	9	CERRO DE SUBA	8
		0,82	5	LOS QUINCHOS	91
		0,82	13	TORCA	5
		0,82	8	LA CABAÑA	13
		0,81	13	LOS NOVILLEROS	66
		0,81	6	EL HATO No. 2	53
		0,81	7	VITELMA	26
		0,80	8	ALTO CAICEDO	78
0,79	13	CARRIZAL	55		
	MUNICIPIO DE SUBA				

No.	ESTACION PRINCIPAL	P.	Años	ESTACION CORRELACIONADA	d
202	ESTACION LA PRADERA	0,94	5	EL CORAZON	23
		0,91	5	SUPATA	13
		0,89	6	SURBATA	147
		0,88	11	VALSALICE	73
		0,87	7	SAN DIEGO	45
		0,87	13	LABORATORIOS HORMONA	37
		0,86	9	SANTA RITA	71
		0,85	5	CARMEN DE APICALA	115
		0,85	8	FIRAVITOBA	147
		0,85	10	EL HATO	41
	0,84	9	EL CONSUELO	39	
	0,82	7	EL BOSQUE	59	
	0,82	8	SIBATE APOSTOLICA	7	
	0,82	8	PEÑAS BLANCAS	120	
	0,82	5	ARCABUCO	114	
	0,80	9	TOCANCIPA	24	
	0,80	9	INST. GEO. ANDES	42	
	0,79	11	MUÑA	53	
	0,79	7	LOS PINOS	28	
	0,79	5	SECRETARIA DE AGRICULTURA	59	
203	ESTACION LA PRIMAVERA	0,96	5	EL CORAZON	8
		0,90	7	LOS PINOS	47
		0,87	6	ESPERANZA 1	100
		0,86	7	EL HATO No.2	56
		0,86	5	LOS CEDROS	113
		0,86	6	SAN ANTONIO	86
		0,83	7	SAN DIEGO	32
		0,83	12	TISQUESUSA	10
		0,82	9	SIBATE APOSTOLICA	39
		0,81	5	ARCABUCO	131
	0,79	8	PEÑAS BLANCAS	103	
	0,78	8	ATALA	63	
	0,77	12	TECHO	26	
	0,77	13	BERTHA	134	
	0,77	11	OBS. METEO NAL.	28	
	0,76	5	CARMEN DE APICALA	97	
	0,76	5	SUPATA	22	
	0,75	9	EL BOSQUE	45	
	0,75	14	SANTA SOFIA	116	
	0,75	11	VENTA LARGA	29	
MUNICIPIO DE SUBACHOQUE	0,96	5	EL CORAZON	8	
	0,90	7	LOS PINOS	47	
	0,87	6	ESPERANZA 1	100	
	0,86	7	EL HATO No.2	56	
	0,86	5	LOS CEDROS	113	
	0,86	6	SAN ANTONIO	86	
	0,83	7	SAN DIEGO	32	
	0,83	12	TISQUESUSA	10	
	0,82	9	SIBATE APOSTOLICA	39	
	0,81	5	ARCABUCO	131	
0,79	8	PEÑAS BLANCAS	103		
0,78	8	ATALA	63		
0,77	12	TECHO	26		
0,77	13	BERTHA	134		
0,77	11	OBS. METEO NAL.	28		
0,76	5	CARMEN DE APICALA	97		
0,76	5	SUPATA	22		
0,75	9	EL BOSQUE	45		
0,75	14	SANTA SOFIA	116		
0,75	11	VENTA LARGA	29		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACION CORRELACIONADA	d
208	ESTACION EL HATILLO MUNICIPIO DE SUESCA	0,96	5	TIBABUYES	59
		0,95	6	EL HATO No. 2	19
		0,90	7	BELENCITO	121
		0,90	5	PANDI	133
		0,89	16	CARRIZAL	6
		0,88	7	SAN PEDRO	7
		0,87	5	EL RHIN	41
		0,86	17	REPRESA SISGA	11
		0,83	5	LAS CINTAS	114
		0,82	6	LOS QUINCHOS	49
		0,81	6	EL TUNEL	105
		0,81	16	LA IBERIA	17
		0,79	16	CUCUNUBA	10
		0,79	12	EL HATO	19
		0,78	15	SAN JOSE	37
		0,78	9	EL CONSUELO	19
		0,78	11	BOJACA	77
		0,78	16	GUATAVITA	29
0,77	6	EL HATO No. 1	21		
0,77	8	SIBATE APOSTOLICA	89		
213	ESTACION EL PINO MUNICIPIO DE SUTATAUSA	0,92	5	LOS CEDROS	76
		0,92	5	EL CORAZON	66
		0,90	5	ARCABUCO	71
		0,90	7	LOS PINOS	21
		0,89	6	SAN DIEGO	77
		0,89	13	CARMEN DE CARUPA	11
		0,87	5	TUTASA	139
		0,87	7	BELENCITO	120
		0,85	10	UNIVERSIDA DE TUNJA	63
		0,84	6	LOS QUINCHOS	55
		0,84	6	LAS CINTAS	115
		0,84	6	EL TUNEL	106
		0,83	13	EL SALITRE	20
		0,82	8	FIRAVITIBA	106
		0,82	10	SANTA RITA	39
		0,78	8	SIBATE APOSTOLICA	95
		0,78	16	EL ENCANTO	11
		0,78	6	ESPERANZA 1	155
0,78	9	SANTA ROSA	117		
0,78	8	EL BOSQUE	92		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACION CORRELACIONADA	d
216	ESTACION TABIO MUNICIPIO DE TABIO	0,96	5	ARCABUCO	119
		0,96	6	LOS QUINCHOS	90
		0,92	7	LOS PINOS	37
		0,91	9	TOCANCIPA	21
		0,89	6	EL TUNEL	148
		0,89	8	EL BOSQUE	48
		0,88	7	SAN DIEGO	34
		0,86	5	LOS CEDROS	100
		0,85	15	LA CABAÑA	22
		0,85	5	TUTASA	186
		0,85	13	EL SALITRE	32
		0,84	12	BARRANCAS	41
		0,84	8	FIRAVITOBA	150
		0,82	10	AV. JIMENEZ	34
		0,82	7	IZA	146
		0,82	11	EL HATO	48
		0,82	9	RAQUIRA	87
		0,82	5	EL CORAZON	22
		0,81	7	LA VUELTA	76
		0,81	14	EL TRIANGULO	69
217	ESTACION EL ENCANTO MUNICIPIO DE TAUSA	0,96	6	LOS QUINCHOS	60
		0,92	6	EL TUNEL	114
		0,91	5	ARCABUCO	82
		0,91	9	VITELMA	70
		0,90	11	BARRANCAS	7
		0,88	5	EL CORAZON	56
		0,88	9	UNIVERSIDAD DE TUNJA	73
		0,87	5	TORQUILLA	128
		0,86	9	SANTA RITA	48
		0,86	6	SAN DIEGO	66
		0,86	10	EL HATO	13
		0,85	5	TUTASA	149
		0,85	5	PANDI	128
		0,84	8	TOCANCIPA	24
		0,84	14	EL TRIANGULO	33
		0,84	17	CHECUA-NEMOCON	7
		0,84	7	LOS PINOS	17
		0,81	7	BELENCITO	129
0,81	11	MUÑA	81		
0,80	7	SAN PEDRO	15		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACION CORRELACIONADA	d
218	ESTACION EL SALITRE	0,98	5	ARCABUCO	90
		0,93	7	LOS PINOS	7
		0,90	5	CARMEN DE APICALA	139
		0,90	7	SAN DIEGO	64
		0,88	8	PEÑAS BLANCAS	143
		0,88	12	CARMEN DE CARUPA	22
		0,88	9	VILLA DEL CARMEN	68
		0,87	6	LOS QUINCHOS	72
		0,86	5	EL CORAZON	47
		0,86	9	TOCANCIPA	26
	MUNICIPIO DE TAUSA	0,85	11	JARDIN BOTANICO	38
		0,85	5	TUTASA	158
		0,85	10	SANTA LUCIA	68
		0,85	7	LA VUELTA	107
		0,85	13	TABIO	32
		0,83	13	EL PINO	20
		0,82	7	SURBATA	124
		0,82	8	FIRAVITOBA	126
		0,81	12	TISQUESUSA	52
		0,80	5	SUPATA	29
221	ESTACION REPRESA DEL NEUSA	0,94	6	IZA	122
		0,91	7	BELENCITO	139
		0,88	6	SAN DIEGO	60
		0,87	9	EL BOSQUE	75
		0,87	5	PANDI	120
		0,86	6	EL TUNEL	124
		0,83	5	SAN ANTONIO	123
		0,80	5	ESCUELA TENA	89
		0,78	12	AEROPUERTO EL DORADO	52
		0,76	7	INST. GEO. ANDES	58
	MUNICIPIO DE TAUSA	0,76	14	OBS. METEO. NAL.	39
		0,76	6	EL HATO No. 4	10
		0,74	14	EL PINO	19
		0,73	10	LA CABAÑA	41
		0,73	15	LABORATORIOS HORMONA	52
		0,73	8	VILLA DEL CARMEN	68
		0,73	10	SANTA ROSA	136
		0,72	12	GUAYMARAL	38
		0,71	5	PUENTE MANRIQUE	33
		0,71	11	BOJACA	61

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACION CORRELACIONADA	d
222	ESTACION LA ALDEA MUNICIPIO DE TENJO	0,93	6	LA COMODA	160
		0,91	6	AEROPUERTO EL DORADO	11
		0,86	7	EL TRIANGULO	79
		0,84	5	CALDAS	88
		0,77	10	SAUCIO	59
		0,76	10	LA IBERIA	52
		0,76	7	BOCAGRANDE	51
		0,74	8	SAN MIGUEL DE SEMA	91
		0,71	5	LAS DOS AGUAS	94
		0,71	8	CARRIZAL	60
		0,67	7	LA GRANJA	74
		0,67	7	VALSALICE	54
		0,62	9	EL HATILLO	54
		0,62	7	LA FORTUNA	80
		0,62	12	REPRESA SISGA	54
		0,61	9	EL ENCANTO	49
		0,58	7	LA CANDELARIA	98
0,56	9	UMBITA	88		
0,55	5	ALMEIDA	86		
0,53	8	EL PINO	60		
229	ESTACION LA BOYERA MUNICIPIO DE UBATE	0,95	6	EL TUNEL	105
		0,94	6	LOS QUINCHOS	56
		0,93	5	EL CORAZON	69
		0,89	10	VITELMA	84
		0,89	8	ATALA	127
		0,88	14	LOS NOVILLEROS	8
		0,88	13	MUÑA	96
		0,88	11	UNIVERSIDAD DE TUNJA	61
		0,87	17	CUCUNUBA	11
		0,86	12	EL HATO	6
		0,86	9	SIBATE APOSTOLICA	99
		0,86	13	SIACHOQUE	61
		0,85	5	TOQUILLA	120
		0,84	6	SENA	116
		0,83	7	EL HATO No. 2	9
		0,82	12	SUTATAUSA	6
		0,80	7	SAN DIEGO	81
0,80	15	SOCOTA	14		
0,78	13	LA CABAÑA	60		
0,78	15	AEROPUERTO EL DORADO	74		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACION CORRELACIONADA	d
230	ESTACION LOS NOVILLEROS	0,93	8	SANTA MARIA	78
		0,92	6	SENA	108
		0,91	8	ATALA	134
		0,91	5	EL CORAZON	77
		0,90	9	SIBATE APOSTOLICA	106
		0,89	8	VITELMA	90
		0,88	14	LA BOYERA	8
		0,87	13	MUÑA	103
		0,86	12	SUTATAUSA	13
		0,84	6	LOS QUINCHOS	50
	0,84	11	LOS ARRAYANES	29	
	0,84	5	TOQUILLA	112	
	0,83	8	LA CABAÑA	65	
	0,83	6	ESPERANZA 1	165	
	0,83	9	ALTO CAICEDO	143	
	0,82	12	CUCUNUBA	10	
	0,82	12	SIACHOQUE	63	
	0,82	14	SOCOTA	17	
	0,81	10	CERRO DE SUBA	63	
	0,81	13	GUAYMARAL	66	
232	ESTACION CONTADOR	0,87	6	ALTO CAICEDO	69
		0,86	6	SANTA ROSA CARRETERA	56
		0,86	10	SAN JORGE	29
		0,86	6	SIBATE APOSTOLICA	34
		0,85	5	PEÑAS BLANCAS	95
		0,85	7	LA SIERRA	172
		0,84	14	CERRO DE SUBA	7
		0,83	8	TAPIAS	64
		0,83	7	CACHIPAY	89
		0,82	6	SENA	170
	0,81	13	AEROPUERTO EL DORADO	14	
	0,79	7	EL CHOCHAL LOS AMARILLOS	72	
	0,77	10	EL GUAMO	87	
	0,75	8	EL CONSUELO	41	
	0,75	6	TIBABUYES	11	
	0,72	9	BOJACA	35	
	0,72	10	MUÑA	31	
	0,70	13	LABORATORIOS HORMONA	6	
	0,70	11	SAN RAFAEL No. 1	4	
	0,69	11	GUAYMARAL	2	
MUNICIPIO DE UBATE	0,87	6	ALTO CAICEDO	69	
	0,86	6	SANTA ROSA CARRETERA	56	
	0,86	10	SAN JORGE	29	
	0,86	6	SIBATE APOSTOLICA	34	
	0,85	5	PEÑAS BLANCAS	95	
	0,85	7	LA SIERRA	172	
	0,84	14	CERRO DE SUBA	7	
	0,83	8	TAPIAS	64	
	0,83	7	CACHIPAY	89	
	0,82	6	SENA	170	
0,81	13	AEROPUERTO EL DORADO	14		
0,79	7	EL CHOCHAL LOS AMARILLOS	72		
0,77	10	EL GUAMO	87		
0,75	8	EL CONSUELO	41		
0,75	6	TIBABUYES	11		
0,72	9	BOJACA	35		
0,72	10	MUÑA	31		
0,70	13	LABORATORIOS HORMONA	6		
0,70	11	SAN RAFAEL No. 1	4		
0,69	11	GUAYMARAL	2		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACION CORRELACIONADA	d
233	ESTACION TORCA MUNICIPIO DE USAQUEN	0,98	6	EL TUNEL	149
		0,98	5	PANDI	83
		0,96	6	LOS QUINCHOS	89
		0,88	9	TOCANCIPA	24
		0,86	7	IZA	148
		0,86	5	ARCABUCO	126
		0,85	5	EL CORAZON	30
		0,85	10	LA CABAÑA	8
		0,84	7	EL HATO No. 2	55
		0,84	15	EL TRIANGULO	73
		0,84	12	BOJACA	35
		0,83	14	CUCUNUBA	59
		0,82	13	GUAYMARAL	5
		0,82	15	CARRIZAL	55
		0,81	10	RAMIRIQUI	103
		0,80	7	SAN DIEGO	20
		0,79	7	LOS PINOS	50
		0,79	13	MUÑA	36
0,78	16	LABORATORIOS HORMONA	12		
0,77	8	FIRAVITوبا	152		
235	ESTACION BOCAGRANDE MUNICIPIO DE USME	0,89	6	LA PRADERA	62
		0,85	5	LA MERCED	38
		0,85	13	PALO BLANCO	20
		0,80	7	EL CORZO STA. TECLA	53
		0,80	8	ATALA	44
		0,79	7	EL HATO No. 6	100
		0,77	7	EL HATO No. 1	107
		0,76	5	CHAMIZA	169
		0,76	7	LA ALDEA	51
		0,76	6	LAS CINTAS	198
		0,75	13	EL TESORO 1	55
		0,74	17	LA GRANJA	99
		0,73	15	LA IBERIA	88
		0,72	8	PALERMO	200
		0,72	15	EL HATO	7
		0,72	10	RAMIRIQUI	146
		0,72	5	EL MORRO	132
		0,72	7	EL HATO No. 2	105
0,71	10	EL CONSUELO	81		
0,70	9	SIBATE APOSTOLICA	22		

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACION CORRELACIONADA	d
240	ESTACION VILLAPINZON	0,96	6	LOS QUINCHOS	27
		0,92	6	EL HATO No. 2	36
		0,89	6	EL TUNEL	83
		0,87	5	EL RHIN	60
		0,79	16	CARRIZAL	19
		0,77	17	EL FUTE	100
		0,77	6	IZA	82
		0,77	7	VILLA DE LEIVA	48
		0,76	16	EL TRIANGULO	10
		0,75	18	REPRESA SISGA	20
	MUNICIPIO DE VILLAPINZON	0,75	18	EL HATILLO	22
		0,75	9	RAMIRIQUI	36
		0,73	9	SAN MIGUEL DE SEMA	37
		0,72	19	LA IBERIA	24
		0,70	5	LA PRADERA	174
		0,70	7	BELENCITO	100
		0,68	15	LA FORTUNA	8
		0,68	16	PALO BLANCO	93
		0,68	16	BOCAGRANDE	112
		0,67	18	CHECUA NEMOCON	31
242	ESTACION HDA. JAVA	0,99	5	VILLA DE LEIVA	167
		0,98	5	ESCLUSA MERCHAN	158
		0,95	5	SAN JORGE	29
		0,94	5	EL HATO	111
		0,94	5	EL GUAMO	57
		0,92	5	SUTATAUSA	111
		0,92	6	CARMEN DE CARUPA	117
		0,91	5	MUÑA	24
		0,90	8	MONGUI	227
		0,88	8	PUESTO DE MONTA	17
	MUNICIPIO DE VIOTA	0,87	5	EL ZARZAL	143
		0,86	5	ESCUELA VOCACIONAL	85
		0,85	6	LA CABAÑA	66
		0,85	9	EL SANTUARIO	138
		0,80	5	ARPTO. SANTIAGO VILA	43
		0,79	11	ALBANIA	159
		0,78	10	JARDIN BOTANICO	45
		0,78	9	ISLA SANTUARIO	138
		0,77	10	UMBITA	140
		0,77	8	CHIPAQUE	45

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACION CORRELACIONADA	d
243	ESTACION VENTALARGA	0,96	5	SUPATA	20
		0,93	6	ATALA	93
		0,91	10	TISQUESUSA	39
		0,90	5	CARMEN DE APICALA	126
		0,89	5	EL CORAZON	35
		0,88	8	PEÑAS BLANCAS	130
		0,88	8	ARPTO. SANTIAGO VILA	120
		0,88	8	EL BOQUERON	115
		0,87	5	ARCABUCO	102
		0,84	7	COMBITA	102
	0,83	18	SAN RAFAEL No. 1	41	
	0,83	6	SAN ANTONIO	112	
	0,83	8	ALTO CAICEDO	106	
	0,82	10	SAN PEDRO	31	
	0,82	7	LA SIERRA	144	
	0,82	11	INST. GEO. ANDES	49	
	0,82	7	LOS PINOS	19	
	0,81	10	SAN JORGE	64	
	0,81	6	LA VUELTA	94	
	0,81	8	LA CARLINA	33	
244	ESTACION ZIPAQUIRA	0,94	6	TAPIAS	44
		0,78	5	CACHIPAY	87
		0,77	8	SAN RAFAEL No. 1	36
		0,76	7	MARIPI	58
		0,71	10	CHOACHI	56
		0,71	12	OBS. METEO. NAL.	44
		0,65	11	LABORATORIOS HORMONA	39
		0,63	11	REPRESA DEL NEUSA	13
		0,63	12	CONTADOR	35
		0,62	9	EL GUAMO	122
	0,60	9	INST. GEO. ANDES	45	
	0,59	8	GUAYMARAL	25	
	0,59	5	EL CHOCHALLOS AMARILLOS	106	
	0,55	6	TIBASOSA	137	
	0,55	10	ARPTO. EL DORADO	39	
	0,55	8	BUENAVISTA	58	
	0,54	9	PASADENA	84	
	0,54	5	RAMIRIQUI	85	
	0,54	7	SANTA ROSA (LOS PUENTES)	95	
	0,53	8	CACHIPAY	71	
MUNICIPIO DE ZIPAQUIRA					

No.	ESTACION PRINCIPAL	P	Años	ESTACION CORRELACIONADA	d
255	ESTACION AEROPUERTO SANTIAGO VILA	0,91	7	RAQUIRA	190
		0,91	5	PASCA	54
		0,89	5	SAN DIEGO	89
		0,88	6	LAS DOS AGUAS	3
		0,88	8	VENTALARGA	120
		0,84	5	FIRAVITOBA	253
		0,83	7	EL CHOCHAL LOS AMARILLOS	67
		0,83	7	ALTO CAICEDO	63
		0,80	5	LA VUELTA	37
		0,80	6	TOCA	228
	MUNICIPIO DE FLANDES	0,80	5	HDA. JAVA	43
		0,79	6	TOCANCIPA	124
		0,78	9	SATIVA NORTE	310
		0,77	6	GAMBITA	245
		0,77	9	VELEZ	229
		0,76	5	ATALA	33
		0,76	8	CARMEN DE CARUPA	155
		0,74	9	ESCUELA VOCACIONAL	119
		0,72	7	LA SIERRA	264
		0,72	7	LOS ARRAYANES	189

PLUVIOMETRIA

ANEXO 7

Presentación de las correlaciones promedias
clasificadas por intervalos de distancia

- Los intervalos elegidos se expresan en
kilómetros
 0 - 20 corresponde al intervalo de
 0 a 20 kilómetros
- La primera línea comprende el número de
correlaciones efectuadas por intervalo
- La segunda línea corresponde al valor
promedio de las correlaciones realizadas
por intervalo

No.	ESTACIONES	0	20	40	70	100	150	200	250
		20	40	70	100	150	200	250	350
2	Chivor (ALMEIDA)	10 0,42	9 0,35	27 0,31	84 0,34	54 0,31	11 0,30		
3	Aquitania (AQUITANIA)	1 0,09	11 0,38	12 0,36	38 0,32	42 0,28	53 0,28	20 0,29	4 0,21
9	Caldas (CALDAS)	13 0,59	27 0,43	30 0,34	49 0,36	61 0,36	18 0,52		
15	Chinavita (CHINAVITA)	2 0,50	19 0,39	53 0,27	49 0,21	50 0,24	12 0,20	1 0,15	
18	Duitama (DUITAMA)	4 0,74	9 0,45	10 0,37	25 0,41	41 0,39	53 0,34	16 0,35	4 0,28
23	Las Juntas (GARAGOA)	7 0,43	16 0,38	49 0,20	72 0,33	44 0,23	10 0,27		
24	La Granja (GUAYATA)	7 0,36	23 0,43	52 0,50	78 0,50	47 0,33	10 0,36		
28	Macanal (MACANAL)	11 0,50	8 0,42	38 0,30	86 0,21	61 0,22	14 0,22		
32	Monguí (MONGUI)	8 0,59	12 0,61	15 0,44	25 0,42	60 0,39	52 0,38	28 0,33	11 0,31
33	Bertha (MONIQUIRA)	3 0,63	15 0,54	39 0,46	41 0,44	61 0,44	41 0,40	15 0,50	
38	Tunguavita (PAIPA)	7 0,48	15 0,63	22 0,31	40 0,33	31 0,28	46 0,34	19 0,35	4 0,42

No.	ESTACIONES	0 20	20 40	40 70	70 100	100 150	150 200	200 250	250 350
42	Pesca (PESCA)	7 0,56	16 0,44	31 0,27	50 0,34	45 0,36	45 0,31	17 0,31	1 0,19
43	Ramiriquí (RAMIRIQUI)	3 0,54	15 0,51	67 0,42	25 0,42	47 0,51	16 0,49	8 0,34	
44	El Zarzal (RAQUIRA)	13 0,69	31 0,57	38 0,47	48 0,47	49 0,53	18 0,55		
45	La Candelaria (RAQUIRA)	11 0,27	26 0,24	45 0,21	40 0,33	56 0,24	23 0,38	3 0,20	
48	Esclusa Merchán (SABOYA)	7 0,73	21 0,63	41 0,44	37 0,43	65 0,45	19 0,49	8 0,50	
58	Santa María (SANTA MARIA)	6 0,62	5 0,48	18 0,44	67 0,46	60 0,37	7 0,45		
59	Santa Rosa (STA ROSA DE VITERBO)	7 0,61	10 0,52	12 0,31	22 0,27	47 0,37	47 0,36	22 0,30	7 0,21
60	Santa Sofía (SANTA SOFIA)	9 0,64	17 0,42	47 0,41	37 0,46	58 0,50	22 0,37	10 0,45	
62	Siachoque (SIACHOQUE)	7 0,56	14 0,37	48 0,38	42 0,42	51 0,48	25 0,49	9 0,35	
67	Sotaquira (SOTAQUIRA)	6 0,53	16 0,43	27 0,30	36 0,29	33 0,28	51 0,28	14 0,55	2 0,22
68	Sutamarchán (SUTAMARCHAN)	12 0,68	21 0,48	48 0,47	45 0,46	63 0,40	23 0,54	7 0,56	
69	Tasco (TASCO)	3 0,75	13 0,40	16 0,36	14 0,42	63 0,33	37 0,40	53 0,30	20 0,27
72	Tibasosa (TIBASOSA)	7 0,44	10 0,30	11 0,23	32 0,34	38 0,33	48 0,33	15 0,21	5 0,40

No.	ESTACIONES	0 20	20 40	40 70	70 100	100 150	150 200	200 250	250 350
73	Los Arrayanes (TINJACA)	14 0,71	25 0,64	35 0,45	45 0,50	60 0,47	19 0,51	3 0,50	
75	Toca (TOCA)	5 0,61	7 0,48	30 0,42	35 0,46	43 0,44	31 0,34	7 0,44	
77	U.P.T.C. (TUNJA)	5 0,65	17 0,52	58 0,55	31 0,52	47 0,53	20 0,46	9 0,56	
78	Turmeque (TURMEQUE)	6 0,39	28 0,40	59 0,37	34 0,44	46 0,37	14 0,52	1 0,34	
82	Umbita (UMBITA)	5 0,36	26 0,26	61 0,23	53 0,29	46 0,23	15 0,38		
85	Pasadena (VILLA DE LEIVA)	9 0,32	17 0,32	53 0,27	34 0,26	22 0,27	7 0,30		
90	Cachipay (ANOLAIMA)	8 0,42	22 0,48	41 0,40	35 0,39	47 0,33	15 0,31	10 0,22	2 0,39
91	Acueducto Bosa (BOGOTA D.E.)	29 0,31	37 0,28	28 0,25	45 0,30	39 0,26	28 0,37	6 0,46	
92	Aepto.El Dorado (BOGOTA D.E.)	31 0,57	31 0,45	42 0,45	39 0,47	33 0,46	25 0,40	3 0,32	
94	Arrayan San Fscó. (BOGOTA D.E.)	29 0,53	27 0,36	44 0,42	45 0,38	35 0,40	25 0,36	4 0,1	
97	El Delirio (BOGOTA D.E.)	28 0,38	27 0,30	46 0,39	47 0,33	37 0,26	27 0,32	6 0,19	
100	El Guamo (BOGOTA D.E.)	7 0,79	6 0,27	24 0,53	36 0,47	36 0,43	45 0,42	32 0,36	12 0,23
101	El Hato (BOGOTA D.E.)	11 0,59	37 0,33	38 0,31	25 0,40	49 0,33	27 0,26	12 0,18	2 0,39

No.	ESTACIONES	0 20	20 40	40 70	70 100	100 150	150 200	200 250	250 350
105	La Candelaria (BOGOTA D.E.)	30 0,48	33 0,40	29 0,50	43 0,44	41 0,38	30 0,33	6 0,45	
108	Las Sopas (BOGOTA D.E.)	6 0,70	16 0,49	39 0,37	21 0,33	59 0,29	31 0,30	28 0,31	5 0,43
109	Obs. Meteo. Nal. (BOGOTA D.E.)	30 0,52	28 0,33	39 0,39	39 0,33	31 0,35	20 0,30	2 0,24	
110	Palo Blanco (BOGOTA D.E.)	27 0,39	22 0,37	42 0,37	45 0,37	35 0,30	24 0,18	4 0,18	
114	San Luis (BOGOTA D.E.)	30 0,59	28 0,44	49 0,48	47 0,39	36 0,41	25 0,41	3 0,34	
115	Santa Lucía (BOGOTA D.E.)	29 0,56	21 0,47	29 0,56	42 0,51	32 0,56	25 0,42	6 0,55	
117	Sta. Rosa. Los Puentes (BOGOTA D.E.)	7 0,21	19 0,25	40 0,27	18 0,31	49 0,25	30 0,28	25 0,34	2 0,68
118	Techo (BOGOTA D.E.)	31 0,55	33 0,39	35 0,46	42 0,46	40 0,45	26 0,43	6 0,31	
121	Bojacá (BOJACA)	9 0,46	36 0,53	32 0,42	41 0,46	42 0,39	29 0,47	6 0,29	
124	Cabrera (CABRERA)	1 0,18	8 0,36	18 0,32	39 0,35	27 0,26	45 0,27	20 0,33	9 0,25
128	Carmen de Carupa (CARMEN DE CARUPA)	17 0,67	29 0,51	36 0,58	60 0,53	43 0,55	12 0,61		
129	El Hato (CARMEN DE CARUPA)	22 0,65	24 0,46	38 0,52	54 0,48	41 0,50	10 0,52		
137	Socotá (CARMEN DE CARUPA)	16 0,59	27 0,57	34 0,52	69 0,42	48 0,45	14 0,46		

No.	ESTACIONES	0 20	20 40	40 70	70 100	100 150	150 200	200 250	250 350
138	Carrizal (CUCUNUBA)	22 0,66	26 0,45	55 0,41	56 0,37	40 0,38			
139	Cucunuba (CUCUNUBA)	24 0,64	26 0,52	50 0,46	66 0,46	37 0,43	12 0,41		
143	La Iberia (CHOCONTA)	10 0,59	34 0,42	77 0,26	39 0,31	47 0,35	5 0,35		
144	Represa Sisga (CHOCONTA)	11 0,72	34 0,48	77 0,34	43 0,36	47 0,40	6 0,28		
146	Las Granjas (EL COLEGIO)	5 0,31	26 0,40	44 0,35	22 0,42	52 0,31	17 0,42	13 0,28	1 0,11
149	El Tesoro No. 1 (FACATATIVA)	15 0,52	35 0,41	40 0,43	48 0,49	39 0,41	26 0,28	6 0,42	
151	Manjuf (FACATATIVA)	10 0,22	24 0,32	50 0,35	43 0,35	43 0,26	26 0,39	5 0,33	
154	Venecia (FACATATIVA)	12 0,25	20 0,19	57 0,29	50 0,31	46 0,23	28 0,29	6 0,12	
155	La Ramada (FUNZA)	35 0,46	30 0,40	40 0,42	42 0,43	35 0,46	27 0,31	3 0,27	
156	El Santuario (FUQUENE)	14 0,72	33 0,47	38 0,43	60 0,41	52 0,42	18 0,47		
158	Monserate (FUQUENE)	19 0,63	32 0,44	31 0,37	72 0,41	40 0,35	16 0,43		
161	Valsalice (FUSAGASUGA)	8 0,58	27 0,47	46 0,34	14 0,47	58 0,40	24 0,37	18 0,29	2 0,37
166	El Puente (GUACHETA)	13 0,44	40 0,38	39 0,34	70 0,32	39 0,40	16 0,36		
169	Palacios Guasca (GUASCA)	3 0,31	37 0,37	60 0,42	34 0,37	39 0,40	10 0,28	2 0,14	

No.	ESTACIONES	0 20	20 40	40 70	70 100	100 150	150 200	200 250	250 350
170	San José (GUASCA)	8 0,49	43 0,51	65 0,44	44 0,33	41 0,43	9 0,39	1 0,50	
171	Guatavita (GUATAVITA)	5 0,63	44 0,54	76 0,48	39 0,39	47 0,35	6 0,47		
173	La Cabaña (LA CALERA)	12 0,56	38 0,42	61 0,41	34 0,41	34 0,45	13 0,53	1 0,27	
176	Hda. La Palma (LA MESA)	4 0,67	25 0,38	42 0,41	19 0,43	49 0,33	15 0,33	8 0,23	1 0,33
179	El Triángulo (LENGUAZAQUE)	10 0,53	40 0,54	47 0,39	60 0,37	39 0,38	14 0,35		
180	Tapias (LENGUAZAQUE)	17 0,43	29 0,35	43 0,43	56 0,49	36 0,39	11 0,38		
182	Tibaitatá (MOSQUERA)	33 0,43	32 0,27	33 0,37	33 0,28	38 0,32	21 0,32	3 0,32	
183	Checua-Nemocón (NEMOCON)	22 0,62	23 0,57	81 0,44	40 0,39	47 0,42	6 0,46		
191	Guaraní-El Peñón (SIBATE)	10 0,50	42 0,41	34 0,44	26 0,43	51 0,37	30 0,36	18 0,36	2 0,45
192	Muña (SIBATE)	13 0,65	43 0,56	24 0,63	32 0,57	46 0,52	28 0,51	10 0,55	11 0,41
194	Simijaca (SIMIJACA)	14 0,60	31 0,46	28 0,32	63 0,35	52 0,37	15 0,51		
195	El Fute (SOACHA)	14 0,48	50 0,39	25 0,37	39 0,47	44 0,38	26 0,41	7 0,52	1 0,26
199	Cerro de Suba (SUBA)	28 0,64	32 0,44	39 0,47	40 0,41	27 0,53	12 0,45	1 0,14	

No.	ESTACIONES	0 20	20 40	40 70	70 100	100 150	150 200	200 250	250 350
200	Guaymaral (SUBA)	16 0,68	35 0,54	49 0,43	41 0,40	31 0,40	19 0,46	2 0,30	
202	La Pradera (SUBACHOQUE)	7 0,52	40 0,51	61 0,43	47 0,37	41 0,46	14 0,45	2 0,27	
203	La Primavera (SUBACHOQUE)	12 0,55	36 0,49	46 0,43	45 0,38	34 0,46	25 0,35	2 0,32	
208	El Hatillo (SUESCA)	21 0,68	27 0,49	67 0,45	47 0,39	42 0,39	8 0,26		
213	El Pino (SUTATAUSA)	24 0,54	28 0,46	44 0,43	60 0,39	45 0,42	12 0,39		
216	Tabio (TABIO)	12 0,45	51 0,51	50 0,42	46 0,37	38 0,39	16 0,47	2 0,18	
217	El Encanto (TAUSA)	20 0,69	26 0,52	73 0,45	43 0,41	48 0,42	5 0,26		
218	El Salitre (TAUSA)	17 0,54	20 0,57	65 0,47	44 0,42	48 0,49	6 0,51		
221	Represa del Neusa (TAUSA)	18 0,49	23 0,46	79 0,37	38 0,30	49 0,37	3 0,33		
222	La Aldea (TENJO)	17 0,34	30 0,23	27 0,39	32 0,36	15 0,30	7 0,32	1 0,04	
229	La Boyera (UBATE)	19 0,67	34 0,48	44 0,53	65 0,48	45 0,44	12 0,35		
230	Los Novilleros (UBATE)	20 0,72	32 0,52	32 0,55	63 0,47	41 0,44	12 0,39		
232	Contador (USAQUEN)	28 0,54	32 0,40	42 0,40	40 0,36	27 0,37	17 0,44	1 0,12	

No.	ESTACIONES	0 20	20 40	40 70	70 100	100 150	150 200	200 250	250 350
233	Torca (USAQUEN)	19 0,56	41 0,45	51 0,37	44 0,34	36 0,36	19 0,44	2 0,13	
235	Boca Grande (USME)	9 0,50	38 0,38	39 0,42	32 0,35	52 0,43	32 0,32	13 0,22	2 0,28
240	Villapinzón (VILLAPINZON)	10 0,54	36 0,51	53 0,34	64 0,31	35 0,34	14 0,30		
242	Hda. Java (VIOTA)	7 0,43	16 0,42	40 0,49	12 0,36	45 0,42	19 0,59	8 0,44	1 0,36
243	Ventalarga (ZIQAQUIRA)	10 0,58	38 0,47	66 0,45	44 0,43	45 0,51	7 0,46	1 0,40	
244	Zipaquirá (ZIQAQUIRA)	9 0,24	33 0,27	62 0,30	33 0,21	24 0,27	3 0,09		
245	Aepto. Santiago Vila (FLANDES)	2 0,56	3 0,56	21 0,44	35 0,31	28 0,42	43 0,29	19 0,40	16 0,44

III - 2

CLIMATCLOGIA

CLIMATOLOGIA

1 - OBJETIVOS

Al igual que en el caso de la pluviometría, el presente estudio tiene como principal meta, la de constituir una red de estaciones segura (red de base), a partir de la cual se calcularán las características y los limitantes del clima.

Se estudiaron de manera detallada los datos de temperatura media (\bar{T}) y de humedad relativa media (\overline{HR}), para con ellos realizar los cálculos de la evapotranspiración potencial y posteriormente los de balances hídricos. Los datos de brillo solar y viento, que también intervienen en algunas fórmulas, de estimación de la ETP, se analizaron manualmente dado su poco volumen.

Igualmente se estudiaron los datos de temperatura mínima media (T_m), máxima media (T_M) y humedad relativa mínima media (HR_m), cuyos valores pueden convertirse en factores limitantes del crecimiento vegetal.

En la zona estudiada es especialmente importante la temperatura mínima, como se verá más adelante.

2 - Recolección y preparación de los datos

2.1. Selección de las estaciones

Las estaciones seleccionadas se escogieron con base en los listados del HIMAT. En un principio se eligieron las estaciones que

tenían más de 5 años de registros, pero al verificar que aparecían sectores bastante amplios sin estaciones que informaran acerca de sus características climatológicas, se tuvieron en cuenta también estaciones que presentaban menor número de años.

Por la misma razón, en el caso de la cuenca del río Bata tuvimos que considerar estaciones lejanas para obtener una gama suficientemente bien distribuida altitudinalmente.

Se seleccionaron en total 72 estaciones, que se clasificaron por orden alfabético:

1. Departamental
2. Municipal
3. Según el nombre de la estación

Las características físicas de cada estación han sido verificadas con la colaboración del HIMAT, sobre planchas a escala 1:25.000 y se presentan en el Anexo climatológico. Como se verá más adelante, a pesar de dicha verificación subsisten algunas dudas.

Las 72 estaciones con sus respectivas identificaciones numéricas, se localizan en el mapa a escala 1:400.000 de las heladas.

2.2. Recolección de los datos

Idem al parágrafo 2.2. del Informe Pluviométrico

2.3. Sistematización y codificación de los datos

Los programas utilizados para el estudio climático funcionan a partir de tres tipos de tarjetas.

No.	ESTACION	MUNICIPIO
DEPARTAMENTO DE BOYACA		
01	Aquitania	AQUITANIA
02	El Túnel	CUITIVA
03	Esclusa Tolón	CHIQUINQUIRA
04	La Sierra	DUITAMA
05	Surbatá	DUITAMA
06	El Carmen	LEIVA (VILLA DE)
07	Pasadena	LEIVA (VILLA DE)
08	Granja Bertha	MONIQUIRA
09	Belencito	NOBSA
10	Nuevo Colón	NUEVO COLON
11	Tunguavita	PAIPA
12	Villa Carmen	SAMACA
13	La Chapa	SOCHA
14	Sutatenza	SUTATENZA
15	San Rafael	TIBASOSA
16	U.P.T.C.	TUNJA
DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA		
17	Cachipay	ANOLAIMA
18	La Florida	ANOLAIMA
19	Las Mercedes	ANAPOIMA
20	Camavieja	BOGOTA D.E.
21	Inst. Geof. Andes	BOGOTA D.E.
22	Jardín Botánico	BOGOTA D.E.
23	O. M. N.	BOGOTA D.E.

No.	ESTACION	MUNICIPIO
24	Palo Blanco	BOGOTA D. E.
25	Vitelma	BOGOTA D. E.
26	Vivero Distrital	BOGOTA D. E.
27	Represa Neusa	COGUA
28	Carrizal	CUCUNUBA
29	El Rhin	CHIA
30	La Iberia	CHOCONTA
31	Represa Sisga	CHOCONTA
32	Silos	CHOCONTA
33	Aepto. El Dorado	FONTIBON
34	Fontibón	FONTIBON
35	La Ramada	FUNZA
36	Isla Santuario	FUQUENE
37	Gachetá	GACHETA
38	Guasca	GUASCA
39	Guatavita	GUATAVITA
40	Jerusalén	JERUSALEN
41	El Japón	MEDINA
42	Tibaitatá	MOSQUERA
43	Checua	NEMOCON
44	Escuela Vocacional	PACHO
45	Pacho	PACHO
46	Pandi	PANDI
47	Pasca	PASCA
48	San Cayetano	SAN CAYETANO
49	Muña	SIBATE
50	El Fute	SOACHA
51	Granja San Jorge	SOACHA
52	Guaymaral	SUBA

No.	ESTACION	MUNICIPIO
53	Tibabuyes	SUBA
54	La Primavera	SUBACHOQUE
55	Sutatausa	SUTATAUSA
56	Tabio	TABIO
57	Alberto Williamson	TIBACUY
58	Tibitoc	TOCANCIPA
59	Mámbita	UBALA
60	Novilleros	UBATE
61	Punta de Vega	UBATE
62	Bocagrande	USME
63	Regadera No. 1	USME
64	Pantano Redondo	ZIPAQUIRA
DEPARTAMENTO DE SANTANDER		
65	Albania	ALBANIA
66	Gámbita	GAMBITA
67	Granja Vélez	VELEZ
DEPARTAMENTO DE TOLIMA		
68	Nataima	ESPINAL
69	Aepto. Flandes	FLANDES
70	San Rafael	FLANDES
71	Aepto. Melgar	MELGAR
72	Luis Bustamante	VILLARRICA

2.3.1. La tarjeta de identificación (COH 203)

La codificación es la misma que la descrita en el informe pluviométrico (COH 106).

En dicha tarjeta figuran:

- el código de la estación (IDENT)
- el nombre del municipio (ETA)
- el nombre de la estación (STAT)
- la latitud, la longitud y la altitud (COM)

La lectura de dichas características se hace según las siguientes instrucciones:

```
READ (1,112) IDENT, ETA, STAT, COM
112 FORMAT (I6, 4A4, 6A4, 19A1)
```

2.3.2. La tarjeta del tipo de datos

La codificación del tipo de datos analizados (NTYP), se perfora en las columnas 1 y 2 de la tarjeta según las siguientes convenciones:

- 01 : temperatura media
- 02 : temperatura máxima media
- 03 : temperatura mínima media
- 21 : humedad relativa media
- 23 : humedad relativa mínima media

La identificación del tipo de datos se hace según las instrucciones siguientes:

```
READ (1,1001) NTYP
1001 FORMAT (I2)
```

2.3.3. Las tarjetas de datos mensuales y anuales (COH 202)

Cada tarjeta contiene los valores de un año completo y sus 80 columnas se descomponen de la manera siguiente:

Columnas 1 a 6 : Código de la estación (ISTA)

Columnas 7 y 8 : Tipo de datos (NTY)

Columnas 11 a 14: Año considerado

Columnas 15 a 74: Valores mensuales (IZ) del dato considerado, expresado para las temperaturas en décimas de grados centígrados y para la humedad relativa en por miles.

A cada mes se le asignaron 5 columnas.

Al mes de Enero le corresponden las columnas 15 a 19 y a Octubre las de 60 a 64.

Los datos deben cuadrarse a la derecha del espacio asignado. Por ejemplo, una temperatura de 6,3 °C en Octubre se escribirá:

Columnas: 60 61 62 63 64
Temperatura: 6 3

y una humedad relativa de 78,6% en el mes de Enero:

Columnas : 15 16 17 18 19
Humedad : 7 8 6

Columnas 75 a 80: El total o promedio anual (IZ) escrito de la manera expuesta antes.

Cuando las observaciones de un mes son inexistentes o incompletas, el valor mensual se escribe: - 999.

Cuando en un año dado existe un mes o varios que figuran como - 999, el valor anual también figura como - 999.

La lectura de las tarjetas COH 202 se realiza a partir de las instrucciones que se dan a continuación:

```
READ (1,111) ISTA, NTY, JAN, (IZ (I,N), I = 1,13)
111 FORMAT (I6, I2, 2X, I4, 12I5, I6)
```

3 - Presentación de los datos originales (Programa CLII)

A partir de la codificación anterior, los datos recopilados y perforados se presentan en el volumen "Anexo Climatológico", a nivel de cada estación. Dicha presentación se hizo mediante el programa CLII cuyo listado figura en el Anexo 1, al final del presente informe. El programa CLII, también se encarga del análisis de los datos y por esta razón lo presentamos detalladamente en el siguiente párrafo.

4 - Análisis y tratamiento

Como anotamos en el Informe Pluviométrico, es necesario estudiar series cronológicas de datos que no presentan errores sistemáticos, sobre todo a partir de sus períodos de registro para conocer las características climáticas exactas de un sitio dado.

4.1. Causas de heterogeneidad de los valores anuales

Los cambios de sitio ocurren menos frecuentemente que en el caso de los puestos pluviométricos porque es más difícil desplazar una estación climatológica.

Sin embargo, los casos de las estaciones climatológicas O.M.N. (BOGOTA) y Surbatá (DUITAMA), demuestran que se han dado desplazamientos y que generalmente la estación conserva el mismo nombre.

La heterogeneidad también puede provenir de un cambio del medio circundante, como son por ejemplo los procesos de urbanización. La ciudad tiene casi siempre una temperatura media más elevada que sus alrededores.

La mala calibración de los aparatos es también causa frecuente de error sistemático. En algunas estaciones existen únicamente termógrafos o higrógrafos que requieren una calibración periódica. La falta de termómetros secos y húmedos, impide verificar si la calibración de dichos aparatos es todavía válida.

4.2. Prueba de simples masas.

Los valores climáticos anuales tienen una variabilidad 10 veces inferior a la de la lluvia. Por esta razón, el análisis de dichos valores se hace únicamente a partir de las pruebas de simples masas, tal como se han explicado en el Informe Pluviométrico.

4.3. Programa CLIL

El programa CLIL, presenta en primer término los datos originales y luego las pruebas de simples masas, así como los promedios y los coeficientes de variación mensuales y anuales. Facilita por lo tanto la detección de los valores anormales o de los errores sistemáticos que acontecieron durante el período de registro.

El control de los datos se realiza en dos etapas:

- Un primer control visual, muy general, se hace a partir de la observación de los valores mensuales y anuales originales, de los promedios y de los coeficientes de variación; lo que permite una crí-

tica inicial de los datos al visualizar valores muy dudosos.

- Un segundo control se efectúa sobre los valores anuales, analizando las modificaciones de la variable reducida (véase Anexo Climatológico) y las de la suma acumulada de los valores anuales.

El objetivo del test consiste en permitir la detección visual rápida de los años en los cuales la variable reducida tiene valores excesivos y verificar así, si la variación de las sumas acumuladas tiene alguna consistencia.

Las interpretaciones del test y la definición de las variables han sido detalladas en el Anexo Climatológico.

El programa, cuyo listado se presenta en el Anexo 1 de este informe, requiere para su funcionamiento que los datos sigan el siguiente esquema:

- Para cada estación:
 - * 1 tarjeta de identificación COH 203
 - * 1 tarjeta de tipo de dato
 - * N tarjetas de datos COH 202, clasificados en estricto orden cronológico
 - * 1 tarjeta blanca de fin de estación
- Presentación de otra estación según el mismo esquema o una tarjeta blanca de fin de trabajo.

4.4. Resultados

En el anexo climatológico se presentan para cada estación y para cada factor las pruebas realizadas.

Dicha presentación se hace a partir de unos ejes ortogonales y según escalas normalizadas para facilitar la comprensión del test

y también para permitir la adición de nuevos años sin tener problemas de representación. Es decir que los totales anuales y acumulados son representados por índices cuya definición se encuentra en el anexo correspondiente.

Se modificaron parcialmente alrededor de 40 estaciones, lo que muestra la necesidad de tal análisis. Algunos casos sobresalientes que ilustran lo ya anotado, se explican detalladamente en los volúmenes "Sabana de Bogotá", "Valles de Ubaté y Chiquinquirá" y "Valle del Alto Chicamocha".

4.5. Análisis final

El análisis de simples masas permitió comprender las anomalías de las series cronológicas pero en los casos donde se detectaron varios períodos diferentes el programa no puede escoger por sí mismo el período representativo de la realidad actual.

Se establecieron por lo tanto relaciones entre las temperaturas y la altitud en cada gran cuenca, utilizando únicamente las estaciones seguras. A partir de dichas relaciones se eligieron los períodos convenientes.

Gracias a esta solución se completaron los años incompletos, reemplazando los valores mensuales faltantes por el promedio multi-anual calculado sobre el período seleccionado. Estas adiciones se hicieron siempre y cuando los meses faltantes no fueran más de 3, para no modificar excesivamente el valor anual.

En algunos casos (Cachipay, ANOLAIMA; por ejemplo), no se pudo seleccionar un período representativo y es muy probable que la altitud indicada de la estación no corresponda a la realidad. Desafortunadamente, la comprobación sobre el terreno de esta suposición no pudo llevarse a cabo por inconvenientes materiales.

5 - Precisión de las estimaciones

En el informe pluviométrico hemos demostrado que se necesitaba comparar las estaciones sobre un período común a causa de la organización interna de las series cronológicas. No es el caso para los valores climatológicos, cuyas variaciones interanuales son 10 veces inferiores a las encontradas para los totales pluviométricos anuales.

Pero es necesario también calcular los promedios multianuales sobre un cierto número de años para obtener alguna precisión.

Sabiendo de antemano que las series cronológicas de los promedios anuales de la temperatura y de la humedad relativa se ajustan a una ley de GAUSS, podemos desarrollar la misma demostración hecha anteriormente.

Es decir que hemos calculado la precisión con la que un promedio multianual (\bar{X}), sobre n años, estima el módulo real (m), que es una variable desconocida.

Con los mismos cálculos realizados para la lluvia, llegamos a los siguientes resultados en el caso de la temperatura media (\bar{T}) y de la humedad relativa media (\overline{HR})

Véase Cuadro siguiente.

Años de registro	\bar{T}				\overline{HR}			
	CV	$(m - \bar{x}) / \bar{x}$ (%) $\alpha=0,95$	$(m - \bar{x}) / \bar{x}$ (%) $\alpha=0,90$	$(m - \bar{x}) / \bar{x}$ (%) $\alpha=0,80$	CV	$(m - \bar{x}) / \bar{x}$ (%) $\alpha=0,95$	$(m - \bar{x}) / \bar{x}$ (%) $\alpha=0,90$	$(m - \bar{x}) / \bar{x}$ (%) $\alpha=0,80$
5	0,022	2,7	2,1	1,5	0,013	1,6	1,2	0,9
6	0,017	1,8	1,4	1,0	0,026	2,7	2,1	1,5
7					0,027	2,5	2,0	1,5
8	0,018	1,5	1,2	0,9	0,023	1,9	1,5	1,1
9	0,028	2,2	1,7	1,3	0,018	1,4	1,1	0,8
10	0,033	2,4	1,9	1,4	0,033	2,4	1,9	1,4
11	0,023	1,5	1,3	1,0				
12	0,027	1,7	1,4	1,1	0,014	0,9	0,7	0,6
13	0,026	1,6	1,3	1,0	0,027	1,7	1,4	1,0
16	0,014	0,7	0,6	0,5				
17	0,035	1,8	1,5	1,1				
19	0,018	0,9	0,7	0,5	0,029	1,5	1,1	0,8

donde

CV = Coeficiente de variación promedio (desviación estándar / \bar{x})

$(m - \bar{x}) / \bar{x}$ = Error relativo que se hace sobre la estimación de m

α = la probabilidad de que el error relativo sea igual o inferior al valor calculado.

Es decir que para la temperatura, un período de 5 años permite afirmar que tenemos 95% de probabilidades de estimar el módulo con una precisión igual o inferior al 2,7%. Para la humedad relativa los mismos cálculos alcanzan una precisión del 1,6%.

Al aumentar el período de registro no se incrementa sensiblemente la precisión.

Por lo tanto, a partir de lo anterior se considera que el promedio multianual calculado sobre un período igual o superior a 5 años, era suficiente para obtener una estimación correcta de los módulos y que no era necesario realizar los cálculos sobre un período común.

6 - Resultados (Programa CLI2)

Las estaciones se clasificaron en dos categorías:

- las de base, cuando el dato considerado tenía 5 años completos o más,
- las de apoyo, cuando el dato considerado tenía menos de 5 años.

En el caso de las segundas, solamente se calcularon los promedios mientras que para las de base se calcularon además los valores extremos, las variaciones interanuales y a lo largo del año, mediante el programa CLI2, cuyo listado se presenta en el Anexo 2 de este informe.

De manera general, dicho programa tiene la misma organización interna que el programa CLII y requiere una presentación de los datos similar.

Todos los resultados se agruparon en el Anexo Climatológico donde se explican detalladamente.

A partir de los valores así verificados y completados, se estimaron las relaciones entre las temperaturas y la altitud para cada cuenca. Los gráficos y ecuaciones de las rectas de regresión, aparecen en el volumen correspondiente a todo el Altiplano.

7 - Heladas

Una vez analizados los parámetros de temperatura y de humedad relativa, se emprendió el estudio de las heladas, factor que, en una gran extensión del área del Proyecto, constituye uno de los factores limitantes del desarrollo de las plantas. Para el efecto se tomaron los registros de temperatura mínima diaria.

Las heladas se definieron como la ocurrencia de una temperatura $\leq 0^{\circ}\text{C}$, en la caseta de medición. Es cierto que tal definición no corresponde a la realidad y que pueden ocurrir heladas con una temperatura mínima medida superior a 0°C .

En el Altiplano Cundiboyacense, estos fenómenos son de tipo estático y provienen del enfriamiento nocturno de la superficie terrestre, favorecido por el cielo despejado y el aire en calma. Es decir que existe una capa de aire frío que cubre las planicies y que puede tener una temperatura inferior a 0°C , provocando así heladas. Es posible entonces que la capa no tenga el espesor suficiente para llegar a la caseta de medición que está ubicada a 2 metros del suelo.

Sin embargo, los resultados obtenidos mediante el análisis de las temperaturas mínimas dan una idea aproximativa de las zonas afectadas, de los meses de ocurrencias y de las frecuencias con que se

producen, idea que concuerda perfectamente con la teoría al respecto.

Se realizó una clasificación de las heladas, según sus duraciones, distinguiendo las heladas de 1 día, las de 2 días seguidos, las de 3 días consecutivos y las de 4 y más días seguidos, para determinar las regiones donde sus efectos son más peligrosos.

Los resultados finales están agrupados en el volumen correspondiente al análisis de todo el Altiplano y se ilustran en el mapa de Heladas a escala 1:400.000.

8 - Conclusión

El estudio climático nos permitió ver que, en general, faltan estaciones ubicadas entre 1.500 y 2.000 metros, así como en altitudes superiores a 3.000 metros. La cuenca del río Bata está particularmente desprovista y en las cuencas de los ríos Suárez y Chicamocha, la ínfima diferencia de altitud entre las estaciones existentes, no permite establecer de manera muy precisa las relaciones entre temperatura y altitud.

9 - Referencias bibliográficas

- AKMANOGLU N.O. : Datos mínimos para la determinación de los módulos interanuales pluviométricos e hidrométricos en Africa Occidental. in CAHIERS ORSTOM Série Hydrologie Vol, VII. No. 2 - 1970 -
- FRERE M., : Estudio agroclimatológico de la zona andina.
RIJQS, J.Q. Proyecto FAO/UNESCO/OMM. Informe Técnico
REA J. ROMA - 1975 -

GIRARD G. : Estudio metodológico para la utilización de los
ROCHE M, datos climatológicos del Africa Occidental.
SIRCOULON Libro 1 de codificación
Libro 2 de tratamiento sistemático
Libro 3 de la ETP y de los déficits hídricos
Ministère de la Coopération ORSTOM PARIS

CLIMATOLOGIA

ANEXO 1

Programa CL11

Presentación de los datos originales y
de las pruebas de simples masas

```

1----- C----- PROGRAMA DE CNTRCL DE VALIDEZ LE LOS DATOS METEOROLOGICOS
2----- C----- A PARTIR DE LOS DATOS MENSUALES Y ANUALES (TARJETAS CUH 202)
3----- C-----
4----- C----- PRESENTACION DE LAS TARJETAS
5----- C-----
6----- C----- 1 - TARJETA DE IDENTIFICACION DE : ESTACION (CUH 203)
7----- C----- 2 - TARJETA DE TITULO (TIPO DE DATO EN CODIGO)
8----- C----- 3 - N TARJETAS DE DATOS MENSUALES Y ANUALES (CUH 202)
9----- C----- 4 - TARJETA BLANCA DE FIN DE ESTACION
10----- C----- 5 - TARJETA BLANCA DE FIN DE TRABAJO
11----- C-----
12----- 0001----- DIMENSION NAN(99),IZ(12,99)
13----- 0002----- 10,NA=99
14----- 0003----- ITEST=0
15----- 0004----- CALL JMMTC(IDENT,IZ,NAN,N,NA,NTYP,ITEST)
16----- 0005----- IF(N,EQ,0) GO TO 555
17----- 0006----- IF(ITEST.GT,0) WRITE(2,505) ITEST
18----- 0007----- 505 FORMAT(//////,50X,16,'ERRORES DE CCC(IGC)')
19----- 0008----- IF(ITEST.GT,0) GO TO 10
20----- 0009----- CALL JAELEV(IZ,NAN,N,NA,NTYP)
21----- 0010----- GO TO 10
22----- 0011----- 599 PRINT,800
23----- 0012----- EQU FORMAT(1H1)
24----- 0013----- STOP
25----- 0014----- END

```

26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

```

1 0001 SUBROUTINE JMMTC( IDENT, IZ, NAN, N, NA, NTYP, ITEST)
2 0002 DIMENS (LN, NAN(NA), IZ( IZ, NA), ETA(4), STAT(6)
3 0003 LOGICAL ICCM(19)
4 0004 DATA IIR, IIR/1,3/
5 C LECTURA DE LA TARJETA CCH 203
6 0005 READ( IIR, 112) IDENT, ETA, STAT, CCM
7 0006 112 FORMAT( I4, 4A4, 6A4, 15A1)
8 0007 IE( IDENT, EG, 0) STOP
9 C LECTURA DE LA TARJETA DE TITULO
10 0008 READ( IIR, 1001) NTYP
11 0009 1001 FORMAT( I2)
12 0010 N=0
13 0011 9 N=N+1
14 C LECTURA DE LAS TARJETAS CCH 202
15 0012 READ( IIR, 111) ISTAT, NTY, INDT, JAN, ( IZ( I, N), I=1, 13)
16 0013 111 FORMAT( I6, I2, 11, 1X, 14, 12( 5, 16)
17 0014 10 IF( ISTAT, 8, 7
18 0015 7 IF( ISTAT-IDENT+NTY=NTYP) $$$, 6, $$$
19 0016 $$$ ITEST= ITEST+1
20 0017 6 NAN( N)= JAN
21 0018 GO TO 9
22 0019 8 N=N-1
23 0020 IF( N, GE, NA) WRITE( IIR, 500)
24 0021 500 FORMAT( ///, 20X, 'ALMENTAR LCE 10MANOS')
25 0022 IF( N, GE, NA) STOP
26 0023 IF( N, EQ, 0) GO TO 9 $$$
27 0024 WRITE( IIR, 729) IDENT, STAT, ETA, CCM
28 0025 729 FORMAT( I4, ' ' , 'CDIGO', 3X, 'ESTACION', 12, ' ' , 'MUNICIP LO', 10X, 'LATITUD',
29 10X, 'LONGITUD', 7X, 'ALTITUD', 18, 30X, 6A4, 1X, 4A4, 4X, 3A1, 1X, 2A1, 1X
30 2, 2A1, 4X, 4A1, 1X, 2A1, 1X, 2A1, 4X, 4A1, ' ' , 'EFECTS', 7, 24X, ' ' , '*** VALORES CLIM
31 3ATELOGICOS ORIGINALES *** (LCE VALORES FALTANTES SE HAN SENALADO P
32 4CR -99.9) -***!')
33 0026 $$$ RETURN
34 0027 END
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

```

```

1 0001 SUBROUTINE TABLEV(IE43,IAN,NBAN,NA,NTYP)
2 0002 DIMENSION IE43(13,NA),AE43(13,55),NAN(NA),IE(13),AE(13),NB(13)
3 0003 DIMENSION X(4,13),CV(13),SIG(13),ASY(13)
4 0004 DIMENSION JGR(4),JGR*(E1)
5 0005 DATA JGR/'0','0','1','1'
6 0006 ILM=3
7 0007 DO 250 I=1,13
8 0008 IE(I)=0
9 0009 NB(I)=0
10 0010 DO 250 L=1,4
11 0011 250 X(L,I)=0
12 C
13 0012 DO 251 II=1,13
14 0013 DO 251 JJ=1,NA
15 0014 251 AE43(II,JJ)=IE43(II,JJ)/10.
16 0015 WRITE(110,2154)
17 0016 2154 FORMAT(13X,'ANUS ENE FEB MAR ABR MAY JUN
18 2 JUL AGG SEP OCT NOV DIC MEDIA ANUS')
19 0017 L=1
20 0018 JAN=NAN(1)
21 0019 120 IF(JAN.EQ.NAN(L)) GO TO 100
22 0020 WRITE(110,1100) JAN,JAN
23 0021 1100 FORMAT(13X,(4,109X,14))
24 0022 GO TO 110
25 0023 100 WRITE(110,1000) JAN,(AE43(MC,L),MC=1,13),JAN
26 0024 1000 FORMAT(13X,14,12FE,1,1,1C,1,17)
27 0025 DO 90 MC=1,13
28 0026 IF(IE43(MC,L).EQ.-555) GO TO 90
29 0027 NB(MC)=NB(MC)+1
30 0028 IE(MC)=IE(MC)+IE43(MC,L)
31 0029 AE(MC)=AE(MC)/10.
32 0030 AX=IE43(MC,L)*0.1
33 0031 AY=1.
34 0032 DO 91 M=1,4
35 0033 AY=AX*AY
36 0034 91 X(M,MC)=AY+X(M,MC)
37 0035 90 CONTINUE
38 0036 L=L+1
39 0037 110 JAN=JAN+1
40 0038 IF(JAN.LE.NAN(NBAN)) GO TO 120
41 0039 IF(NTYP.EQ.1) WRITE(110,790)
42 0040 IF(NTYP.EQ.2) WRITE(110,791)
43 0041 IF(NTYP.EQ.3) WRITE(110,792)
44 0042 IF(NTYP.EQ.21) WRITE(110,793)
45 0043 IF(NTYP.EQ.23) WRITE(110,794)
46 0044 790 FORMAT(//37X,'TEMPERATURA MEDIA,MENSUAL Y ANUAL,EN GRADUS CENTIGRA
47 100S')
48 0045 791 FORMAT(//34X,'TEMPERATURA MAXIMA MEDIA,MENSUAL Y ANUAL,EN GRADUS C
49 1ENTIGRADUS')
50 0046 792 FORMAT(//34X,'TEMPERATURA MINIMA MEDIA,MENSUAL Y ANUAL,EN GRADUS C
51 1ENTIGRADUS')
52 0047 793 FORMAT(//39X,'HUMEDAD RELATIVA MEDIA,MENSUAL Y ANUAL,EN PORCENTAJE
53 1')
54 0048 794 FORMAT(//39X,'HUMEDAD RELATIVA MINIMA MEDIA,MENSUAL Y ANUAL,EN POR
55 1CENTAJE')
56 0049 AS=0.
57 0050 DO 120 MC=1,13
58 0051 IF(NB(MC).GT.0) GO TO 131
59
60

```

```

1 0052 AE(MC)=0.0
2 0053 GO TO 120
3 0054 131 AE(MC)=AL(MC)/NB(MC)
4 0055 AS=AS+AE(MC)
5 0056 120 CONTINUE
6 0057 AS=AS-AE(12)
7 0058 AS=AS/12
8 0059 GO 92 MC=1.13
9 0060 SIG(MD)=100000000.
10 0061 CV(MD)=100000000.
11 0062 ASY(MD)=100000000.
12 0063 IF(NB(MC).LE.2) GO TO 52
13 0064 NV=NB(MC)
14 0065 XMLY=X(1,MC)/NV
15 0066 IF(XMUY.LE.C.) GO TO 52
16 0067 SIG(MD)=SQRT(ABS(X(2,MC)-NV*XMUY*XMUY)/(NV-1))
17 0068 CV(MD)=SIG(MD)/XMUY
18 0069 XM2=(NV*X(2,MC)-X(1,MC)*X(1,MC))/(NV*(NV-1))
19 0070 IF(XM2.LT.C.CC1) GO TO 52
20 0071 XM3=(NV*NV*X(3,MC)-3.*NV*X(2,MC)*X(1,MC)+2.*X(1,MC)**3)/(NV*(NV-1))
21 14(NV-2)
22 0072 ASY(MD)=XM2/XM2**1.5
23 0073 52 CONTINUE
24 0074 XI=0.
25 0075 WRITE(11W,1295)
26 0076 1295 FORMAT(63X,'*** TEST DE HOMOGENEIDAD DE ESTE DATO ***')
27 0077 WRITE(11W,1300)
28 0078 1300 FORMAT(51X,'-3.,.7X,'-2.,.7X,'-1.,.7X,'0.0',.7X,'+1.,.7X,'+2.,.7X,'
29 1+3.,.14X,'ANL VAL CUM ECF',10X,'1',.9X,'1',.9X,'1',.9X,
30 2*(1.,.5X,'1',.5X,'1',.5X,'1'))
31 0079 DO 244 I=1,61
32 0080 244 JGRA(I)=JGR(4)
33 0081 IV=0
34 0082 XMLY=SIG(13)/CV(13)
35 0083 DO 246 I=1,NBAN
36 0084 IF(IE43(13,I).EQ.-555) GO TO 246
37 0085 IV=IV+1
38 0086 DI=(IE43(13,I)*.1-XMLY)/SIG(13)
39 0087 ID=D1*10.+41.
40 0088 XI=X(1+IE43(13,I)*.1
41 0089 IDC=(XI-IV*XMLY)/SIG(13)+41.
42 0090 ID=MAX0(1,MIN0(E1,ID))
43 0091 IDC=MAX0(1,MIN0(E1,IDC))
44 0092 JGRA(41)=JGR(3)
45 0093 JGRA(ID)=JGR(2)
46 0094 JGRA(IDC)=JGR(1)
47 0095 PRINT 1201 ,NAN(I),AE43(13,I),XI,DI,J(CA
48 0096 1201 FORMAT(12X,14,F7.1,F10.1,F6.2,E1A1)
49 0097 JGRA(ID)=JGR(4)
50 0098 JGRA(IDC)=JGR(4)
51 0099 246 CONTINUE
52 0100 WRITE(11W,1400)
53 0101 1400 FORMAT(22X,'(.,.6;5X,'1'))
54 0102 WRITE(11W,1200)(AE(MC),MC=1,13)
55 0103 1200 FORMAT(/EX,'PROMEDIOS',12F6.1,F10.1)
56 0104 WRITE(11W,1220)(CV(MD),MC=1,13)
57 0105 1220 FORMAT(2X,'COEF. VARIACION',12F6.3,F10.3)
58 0106 WRITE(11W,1232)
59
60

```

```
1 0107 1232 FORMAT(//30X,'PROYECTO ICAC-CFSTCM *** GRUPO DE HIDROCLIMATOLOGIA *  
2 1**_PROGRAMA_LRSTCM* )  
3 0108 RETURN  
4 0109 END  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60
```

CLIMATOLOGIA

ANEXO 2

Programa CLI2

Cálculo de las características
climáticas

```

1 0001      DIMENSION NAN(99),IZ(13,99)
2
3 0002      10 NA=99
4
5 0003      CALL JMTO(IDENT,IZ,NAN,N,NA,NTYP)
6
7 0004      IF(N,EU,0) GO TO 999
8
9 0005      CALL TABLEV(IZ,NAN,N,NA,NTYP)
10
11 0006      GO TO 10
12
13 0007      999 PRINT 800
14
15 0008      800 FORMAT(IHL)
16
17 0009      STOP
18
19 0010      END

```

```

1 0001 SUBROUTINE JMNT0(IDENT,IZ,NAN,N,NA,NTYP)
2 0002 DIMENSION NAN(NA),IZ(13,NA),ETA(4),STAT(6)
3 0003 LOGICAL*(ICM(19))
4 0004 DATA IIR,IIW/1.3/
5 C LECTURA DE LA TARJETA CCH 203
6 0005 READ(IIR,II2)IDENT,ETA,STAT,COM
7 0006 112 FORMAT(16,4A4,6A4,19A1)
8 0007 IF(IDENT.EQ.0) STOP
9 C LECTURA DE LA TARJETA DE TITULO
10 0008 READ(IIR,1001)NTYP
11 0009 1001 FORMAT(12)
12 0010 N=0
13 0011 9 N=N+1
14 C LECTURA DE LAS TARJETAS CCH 202
15 0012 READ(IIR,111)ISTA,NTY,INDT,JAN,(IZ(I,N),I=1,13)
16 0013 111 FORMAT(16,12,11,1X,14,12(5,16))
17 0014 10 IF(ISTA)8,8,7
18 0015 7 IF(ISTA-IDENT+NTY-NTYP)999,6,995
19 0016 999 WRITE(IIW,909)ISTA,IDENT,NTYP,NTY,JAN
20 0017 909 FORMAT(///'ERROR DE ESTACION O DE TIPO DE DATOS',5I10//)
21 0018 STOP
22 0019 0 NAN(N)=JAN
23 0020 GO TO 9
24 0021 8 N=N-1
25 0022 (F(N,GE,NA) WRITE(IIW,900)
26 0023 900 FORMAT(///'20X,'AUMENTAR LOS TAMAÑOS')
27 0024 (F(N,GE,NA) STOP
28 0025 (F(N,EQ.0) GO TO 969
29 0026 WRITE(IIW,789) IDENT,STAT,ETA,COM
30 0027 789 FORMAT(1H1,' CODIGO',3BX,' ESTACION',12X,' MUNICIPIO',10X,' LATITUD',
31 16X,' LONGITUD',7X,' ALTITUD'/18,30X,6A4,1X,4A4,4X,3A1,1X,2A1,1X
32 2,2A1,4X,4A1,1X,2A1,1X,2A1,4X,4A1,' METROS'//8X,' *** VALORES CLIMAT
33 30LOGICOS SELECCIONADOS POR SIMPLES MASAS ** (LOS VALORES FALTANTES
34 4 SE HAN SEÑALADO POR -99,9) ***'//)
35 0028 IF(NTYP.EQ.1) WRITE(IIW,790)
36 0029 IF(NTYP.EQ.2) WRITE(IIW,791)
37 0030 IF(NTYP.EQ.3) WRITE(IIW,792)
38 0031 IF(NTYP.EQ.21) WRITE(IIW,793)
39 0032 IF(NTYP.EQ.23) WRITE(IIW,794)
40 0033 790 FORMAT(37X,' TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y ANUAL, EN GRADOS CENTIGRADU
41 15'/)
42 0034 791 FORMAT(34X,' TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL Y ANUAL, EN GRADOS CEN
43 11IGRADOS'/)
44 0035 792 FORMAT(34X,' TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL Y ANUAL, EN GRADOS CEN
45 11IGRADOS'/)
46 0036 793 FORMAT(39X,' HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL Y ANUAL, EN PORCENTAGE'/
47 1)
48 0037 794 FORMAT(35X,' HUMEDAD RELATIVA MINIMA MEDIA MENSUAL Y ANUAL, EN PORCE
49 11NTAGE'/)
50 0038 969 RETURN
51 0039 END

```

```

1 0001 SUBROUTINE TABLEV(IE43,NAN,NBAN,NA,NTYP)
2
3 0002 DIMENSION IE43(13,NA),AE43(13,99),NAN(NA),IE(13),AE(13),NB(13)
4
5 0003 DIMENSION X(4,13),CV(13),SIG(13),ASY(13),POR(12),ITR(12),S(12)
6
7 0004 DIMENSION H(13,99),HMAX(13),H01(13),HMD(13),H03(13),HMIN(13)
8
9 0005 DATA SI/'ENE','FEB','MAR','ABR','MAY','JUN','JUL','AGO',
10 ISEP,'OCT','NOV','DIC'/
11
12 0006 I IW=3
13
14 0007 DO 250 I=1,13
15
16 0008 IE(I)=0
17
18 0009 NB(I)=0
19
20 0010 DO 250 L=1,4
21
22 0011 250 X(L,I)=0.
23
24 0012 DO 251 I=1,13
25
26 0013 DO 251 JJ=1,NA
27
28 0014 251 AE43(I,JJ)=IE43(I,JJ)/10.
29
30 0015 WRITE(I IW,2154)
31
32 0016 2154 FORMAT(13X,'ANOS ENE FEB MAR ABR MAY JUN
33 2 JUL AGO SEP OCT NOV DIC MEDIA ANOS')
34
35 0017 L=1
36
37 0018 JAN=NAN(I)
38
39 0019 120 IF(JAN.EQ.NAN(L)) GO TO 100
40
41 0020 WRITE(I IW,1100) JAN,JAN
42
43 0021 1100 FORMAT(13X,'4.105X,'4)
44
45 0022 GO TO 110
46
47 0023 100 WRITE(I IW,1000) JAN,(AE43(MO,L),MO=1,13),JAN
48
49 0024 1000 FORMAT(13X,'14.12F8.1,F10.1,'17)
50
51 0025 DO 90 MO=1,13
52
53 0026 IF(IE43(MO,L).EQ.-999) GO TO 90
54
55 0027 NB(MO)=NB(MO)+1
56
57 0028 H(MO,NB(MO))=IE43(MO,L)/10.
58
59 0029 IE(MO)=IE(MO)+IE43(MO,L)
60
61 0030 AE(MO)=IE(MO)/10.
62
63 0031 AX=IE43(MO,L)*0.1
64
65 0032 AY=1.
66
67 0033 DO 91 M=1,4
68
69 0034 AY=AX*AY
70
71 0035 91 X(M,MO)=AY+X(M,MO)
72
73 0036 90 CONTINUE
74
75 0037 L=L+1
76
77 0038 110 JAN=JAN+1
78
79 0039 IF(JAN.LE.NAN(NBAN)) GO TO 120
80
81 0040 AS=0.
82
83 0041 DO 130 MO=1,13
84
85 0042 IF(NB(MO).GT.0) GO TO 131
86
87 0043 AE(MO)=0.0
88
89 0044 GO TO 130
90
91 0045 131 AE(MO)=AE(MO)/NB(MO)
92
93 0046 AS=AS+AE(MO)
94
95 0047 130 CONTINUE
96
97 0048 AS=AS-AE(13)
98
99 0049 AS=AS/12.
100
101 0050 IF(NB(13).LT.5) WRITE(I IW,1200) (AE(MO),MO=1,13),AS
102
103 0051 IF(NB(13).LT.5) RETURN
104
105 0052 DO 151 M=1,12
106
107 0053 151 POR(M)=AE(M)/AS
108
109 0054 DO 152 M=1,10
110
111 0055 152 ITR(M)=10.*(AE(M)+AE(M+1)+AE(M+2))
112
113 0056 ITR(11)=10.*(AE(11)+AE(12)+AE(13))

```

```

3 0057      ITRI(12)=10.*(AE(12)+AE(1)+AE(2))
4 0058      ITRIM=MAX0(ITRI(1),ITRI(2),ITRI(3),ITRI(4),ITRI(5),ITRI(6),ITRI(7)
5          1,ITRI(8),ITRI(9),ITRI(10),ITRI(11),ITRI(12))
6 0059      ITRIO=MIN0(ITRI(1),ITRI(2),ITRI(3),ITRI(4),ITRI(5),ITRI(6),ITRI(7)
7          1,ITRI(8),ITRI(9),ITRI(10),ITRI(11),ITRI(12))
8 0060      MOI=0
9 0061      153 MOI=MOI+1
10 0062      IF(ITRIM.GT.ITRI(MOI)) GO TO 153
11 0063      I=MOI
12 0064      IF(MOI.EQ.12) MOI=0
13 0065      I2=MOI+1
14 0066      IF(MOI.EQ.11) MOI=-1
15 0067      I3=MOI+2
16 0068      MOIS=0
17 0069      154 MOIS=MOIS+1
18 0070      IF(ITRIO.LT.ITRI(MOIS)) GO TO 154
19 0071      I4=MOIS
20 0072      IF(MOIS.EQ.12) MOIS=0
21 0073      I5=MOIS+1
22 0074      IF(MOIS.EQ.11) MOIS=-1
23 0075      I6=MOIS+2
24 0076      TRIM=ITRIM/10.
25 0077      150 CONTINUE
26 0078      DO 92 MU=1,13
27 0079      SIG(MU)=1000000000.
28 0080      CV(MU)=1000000000.
29 0081      ASY(MU)=1000000000.
30 0082      NV=NB(MU)
31 0083      XMUY=X(1,MU)/NV
32 0084      IF(XMUY.LE.0.) GO TO 92
33 0085      SIG(MU)=SQRT((X(2,MU)-NV*XMUY*XMUY)/(NV-1))
34 0086      CV(MU)=SIG(MU)/XMUY
35 0087      XM2=(NV*X(2,MU)-X(1,MU)*X(1,MU))/(NV*(NV-1))
36 0088      XM3=(NV*NV*X(3,MU)-3.*NV*X(2,MU)*X(1,MU)+2.*X(1,MU)**3)/(NV*(NV-1)
37          I*(NV-2))
38 0089      IF(XM2.LT.0.0001) GO TO 92
39 0090      ASY(MU)=XM3/XM2**1.5
40 0091      92 CONTINUE
41 0092      CARRE=0.
42 0093      DO 300 I=1,13
43 0094      CARRE=CARRE+AE(I)*AE(I)
44 0095      K=NB(I)
45 0096      KI=K-1
46 0097      DO 301 J=1,K1
47 0098      LI=K-J
48 0099      DO 301 L=1,LI
49 0100      IF(H(I,L).GE.H(I,L+1)) GO TO 301
50 0101      TEMP=H(I,L)
51 0102      H(I,L)=H(I,L+1)
52 0103      H(I,L+1)=TEMP
53 0104      301 CONTINUE
54 0105      HMAX(I)=H(I,1)
55 0106      HMIN(I)=H(I,K)
56 0107      300 CONTINUE
57 0108      CIE=(AE(1)+AE(2)+AE(3))/(AE(4)+AE(5)+AE(6))
58 0109      CIA=CV(13)*100.
59 0110      WRITE(110,1209) (NB(MU),MU=1,13)
60 0111      WRITE(110,1250) (HMAX(I),I=1,13)

```

```
0112 WRITE(11W,1290) (HMIN(I),I=1,13)
0113 *RITE(11W,1200) (AE(MD),MD=1,13),AS
0114 IF(NTYP.LT.10) WRITE(11W,1240) (POR(MD),MD=1,12)
0115 IF(NTYP.GE.10) WRITE(11W,1241) (POR(MD),MD=1,12)
0116 WRITE(11W,1242) SI(1),SI(2),SI(3),CIE,SI(4),SI(5),SI(6),CIA
0117 WRITE(11W,1210) (SIG(MD),MD=1,13)
0118 WRITE(11W,1220) (CV(MD),MD=1,13)
0119 WRITE(11W,1230) (ASY(MD),MD=1,13)
0120 1209 FORMAT(//2X,' NUMERO DE ANOS',12I8,110)
0121 1250 FORMAT(5X,'VALOR MAXIMO',12F8.1,F10.1)
0122 1290 FORMAT(5X,'VALOR MINIMO',12F8.1,F10.1)
0123 1200 FORMAT(8X,'PROMEDIOS',12F8.1,F10.1//98X,'PROMEDIO GENERAL = ',F6.1)
0124 1240 FORMAT(10X,'INDICES',12F8.2//9X,'TERMICOS')
0125 1241 FORMAT(10X,'INDICES',12F8.2//4X,'HIGSOMETRICOS')
0126 1242 FORMAT(//20X,'TRIMESTRE MAS FUERTE =',JA4,20X,'COEF IRREGULARIDAD E
1STACIONAL =',FB,2//20X,'TRIMESTRE MAS DEBIL =',JA4,20X,'COEF IRREG
2ULARIDAD INTERANUAL =',F4.1)
0127 1210 FORMAT(//4X,'DEV. ESTANDAR',12F8.1,F10.1)
0128 1220 FORMAT(2X,'COEF. VARIACION',12F8.3,F10.3)
0129 1230 FORMAT(2X,'COEF. ASIMETRIA',12F8.3,F10.3//40X,'PROYECTO IGAC-GRSTU
IM *** GRUPO DE HIDROCLIMATOLUG(A)/58X,'PROGRAMA GRSTOM')
0130 RETURN
0131 END
```

III - 3

EVAPOTRANSPIRACION
POTENCIAL E.T.P.

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

(ETP)

10 - Introducción

1.1. Definición

La ETP se define como la cantidad máxima de agua que la energía de la atmósfera puede transformar en vapor.

El agua se vaporiza a partir de las superficies expuestas al aire libre y de los estomas de los vegetales.

Tal definición supone que no existen limitantes hídricos y fisiológicos. Es decir que la ETP no depende de la vegetación y se calcula a partir de los datos climáticos.

Las hipótesis anteriores implican que para que la ETP sea representativa de la realidad, debe considerarse sobre un espacio suficientemente grande (algunas hectáreas), que contenga varios tipos de vegetación y que el intervalo de tiempo que se tenga como referencia no sea inferior a 1 día en el caso de las fórmulas más precisas y a 1 mes en las otras (THORNTHWAITE, por ejemplo).

1.2. Metodología

Numerosas fórmulas (más de un centenar) han sido propuestas para estimar la ETP, desde las más sencillas que tienen en cuenta un solo factor climático hasta las más complejas, que la calculan mediante ecuaciones de balance energético.

En el medio andino, algunos autores han encontrado diferencias apreciables en los valores calculados a partir de fórmulas diferentes y los primeros ensayos que realizamos en la sabana de BOGOTA,

nos permitieron concluir que en tal medio hay fórmulas que representan la realidad y otras por el contrario que se alejan de ella.

Siendo la ETP un factor preponderante del estudio de los requerimientos hídricos del medio agrícola, es fundamental efectuar una correcta estimación de ella.

Es por eso que hemos emprendido un análisis de los resultados obtenidos por fórmulas que integran desde un factor climático (THORNTHWAITE) hasta 4 (PENMAN), para tratar de explicar los fenómenos encontrados y escoger las fórmulas que se revelen válidas en el trópico montañoso.

2o - Fórmula de THORNTHWAITE (65 estaciones)

Es una fórmula de tipo térmico muy utilizada por su simplicidad. Se define de la manera siguiente:

$$ETP \text{ (mm/mes)} = 16 K \left(\frac{10t}{I} \right)^a$$

donde:

t: temperatura media del mes considerado expresada en °C.

K: coeficiente de corrección dependiente de la duración del día. Este factor varía con la latitud y el mes considerados. Para el Altiplano Cundiboyacense K tiene los siguientes valores

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
K	1,02	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,06	1,05	1,01	1,03	0,99	1,02

I: índice anuales la suma de los índices mensuales i, calculados a partir de la fórmula:

$$i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1.514}$$

Es decir que I es un índice dependiente de las temperaturas mensuales y de sus distribuciones a lo largo del año.

a: coeficiente definido por la fórmula:

$$a = 657 \times 10^{-9} I^3 - 771 \times 10^{-7} I^2 + 179 \times 10^{-4} I + 0.492$$

3o - Fórmula de GARCIA-LOPEZ (7 estaciones)

A partir de correlaciones realizadas entre medidas de evapotranspiración y los principales factores climáticos, los autores proponen una fórmula para el cálculo de la ETP en el trópico.

$$ETP \text{ (mm/día)} = 1.21 \times 10^{\frac{7.45 t}{234.7 + t}} \left(1 - \frac{HRD}{100}\right) + 0.211 - 2.3$$

donde t : temperatura media del día (°C)

HRD : humedad relativa diurna, calculada según:

$$HRD = \frac{1}{2} (HR \text{ 8h} + HR \text{ 14h})$$

Esta fórmula presenta el doble inconveniente de realizar los cálculos a nivel diario únicamente y de considerar la humedad relativa diurna, parámetro que nunca aparece calculado en los boletines meteorológicos, lo que aumenta en forma considerable los cálculos que deben efectuarse.

Para obviar este escollo hicimos un ensayo calculando la ETP directamente a partir de los datos mensuales, en la estación O.M.N. El siguiente cuadro presenta los resultados obtenidos teniendo en cuenta que ETP₁ equivale a la fórmula original y ETP₂ a la modificada.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
ETP ₁ (mm)	41	35	40	40	53	59	47	36	39	43	39	46	518
ETP ₂ (mm)	41	34	39	40	53	59	47	37	39	43	39	45	516

Las diferencias encontradas son tan mínimas que los cálculos

se harán a partir de la fórmula modificada.

N.B. : Los autores indican claramente que su fórmula está adaptada para temperaturas superiores a 15 °C.

4o - Fórmula de TURC (40 estaciones)

El autor elaboró varias fórmulas para la estimación de la evapotranspiración real a partir de balances hidrológicos. En 1960 propuso una fórmula (F60) para calcular la ETP a partir de los datos de humedad relativa, temperatura y radiación global. Dicha fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$ETP \text{ (mm/mes)} = 0.013 n \left(\frac{t}{t+15} \right) (I_g + 50) \left(1 + \frac{50 - HR}{70} \right)$$

n : número de días del mes

I_g : radiación global promedia en cal/cm²/día

t : temperatura promedia (°C)

HR : humedad relativa promedia (%). Cuando HR > 50, la fórmula se calcula con HR = 50, es decir que el último término de la fórmula es igual a 1.

4.1. Estimación de I_g

Las medidas de la radiación global generalmente son escasas y se toman mediante actinógrafos bimetálicos. Los resultados obtenidos por dichos aparatos dependen de coeficientes de calibración que varían con la localización de la estación, el mes, la temperatura, el sistema de transmisión,

Teniendo en cuenta estos inconvenientes, los que dificultan la ob-

tención de medidas precisas, se estima la radiación global a partir de la fórmula propuesta por ANGSTRÖM:

$$I_g \text{ (mm/día)} = I_a \left(a + b \frac{n}{N} \right)$$

n = duración de la insolación real medida generalmente a partir de heliógrafos tipo CAMPBELL STOKES.

a, b = coeficientes empíricos

N = duración teórica de la insolación (o duración del día astronómico), cuyo valor se encuentra en varias tablas. N varía con la latitud y el mes considerado.

Ia = radiación global a la entrada de la atmósfera, valor que también se encuentra en tablas establecidas por ANGOT.

En el Altiplano Cundiboyacense tenemos los siguientes valores de N e Ia

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Ia (mm/día)	14,1	14,9	15,5	15,5	15,0	14,6	14,8	15,2	15,3	15,1	14,4	13,9
N (horas)	11,8	11,9	12,0	12,2	12,3	12,4	12,3	12,3	12,1	12,0	11,9	11,8

Los coeficientes a y b se estiman estadísticamente y varían según la localización de la estación.

Muchos autores han calculado dichos coeficientes en distintas regiones del mundo.

En el caso de Europa, TURC y PENMAN escogieron a = 0,18 y b = 0,62.

Sin embargo, pocos autores se han interesado en determinar dichos coeficientes en el trópico de montaña,

A partir de trabajos efectuados en las montañas de Kenya (AFRICA), CLOVER y MAC CULLOCH propusieron : $a = 0,29 \cos \theta$ y $b = 0,52$; a falta de estudios específicos para COLOMBIS, elegimos dichos coeficientes.

4.2. Observaciones

Algunos valores de I_g y de I_a se expresan en mm/día, otros en cal/cm²/día, siendo útil recordar en este momento que:

$$1 \text{ cal/cm}^2/\text{día} = 59 \text{ mm/día}$$

La fórmula de TURC se anula cuando t es = 0, lo que concuerda con la realidad.

5 - Fórmula de PENMAN (33 estaciones)

Esta fórmula proviene de la ecuación teórica de la ETP, a la que se hicieron algunas simplificaciones de los fenómenos que ocurren a nivel de la vegetación. Estas modificaciones implican algunas restricciones en lo que respecta al intervalo de tiempo (mínimo 1 día) y a la superficie considerada (algunas hectáreas).

A pesar de lo observado, la fórmula de PENMAN es considerada como una de las más precisas y se expresa como sigue:

$$\text{ETP (mm/día)} = C | W R_n + (1-W) E_a |$$

W = Factor función de la temperatura y de la altitud

R_n = Radiación neta expresada en evaporación del aire, siempre y cuando la temperatura superficial de la superficie de evaporación sea igual a la del aire.

C = Coeficiente de corrección

Ahora bien, explicaremos detalladamente cada uno de estos parámetros con el objeto de expresarlos, cuando sea posible, mediante fórmulas numéricas que faciliten el cálculo inmediato de la fórmula completa,

5.1. Estimación de Ea

Según DALTON se expresa de la siguiente forma:

$$Ea \text{ (mm/día)} = f(U) (ea - ed)$$

$ea(t)$ = tensión de vapor saturada función única de la temperatura.

ed = tensión de vapor

$f(U)$ = función del viento medido a 2 metros del suelo

$$\text{Como } ed = ea \times \frac{HR}{100} \quad ea - ed = ea \left(1 - \frac{HR}{100}\right)$$

donde HR es la humedad relativa.

Normalmente ea , se calcula a partir de tablas pero entre 5 °C y 30 °C, la función $ea(t)$, está perfectamente representada por la ecuación de TETENS:

$$ea(t) = 6.106 \exp\left(\frac{17.265 t}{2373+t}\right)$$

La función $f(U)$, generalmente se expresa del siguiente modo:

$$f(U) = C + d U$$

donde U representa el recorrido del viento a 2 metros, expresado en kilómetros por día.

PENMAN aconseja la función:

$$f(U) = 0,26 \left(1 + \frac{U}{160}\right)$$

que hemos elegido, aunque a partir de estudios realizados en el trópico africano RIOU (véase referencias bibliográficas), recomienda fórmulas de tipo:

$$f(U) = dU$$

De todas maneras la diferencia entre las dos fórmulas es mínima para los valores del recorrido del viento encontrados en la zona de estudio.

Teniendo en cuenta todo lo anotado antes, Ea puede expresarse por la ecuación que sigue:

$$E_a = 0.26 \left(1 + \frac{U}{160}\right) 6.103 \exp\left(\frac{17.265 + t}{237.3 + t}\right) \left(1 - \frac{HR}{100}\right)$$

Ea (mm/día)

U (Km/día)

t (°C)

HR (%)

5.2. Estimación de W

Dicho factor varía con la altitud y la temperatura

$$W = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma P / P_0}$$

$\Delta (t) = d \frac{ea}{dt}$, derivada de la ecuación representativa de la
tensión de vapor saturada

γ = constante psicrométrica, En el caso de un psicómetro
de ventilación forzada,

$$\gamma = 0,67 \text{ mb/}^\circ\text{C}$$

P = presión atmosférica promedia a la altitud de la estación

P_0 = presión atmosférica promedia al nivel del mar.

Hasta 4.000 metros de altitud la relación P/P_0 se expresa co-
rrectamente con la ecuación:

$$\frac{P}{P_0} = \exp (- 0,00012 h)$$

donde h representa la altitud expresada en metros.

Tenemos entonces:

$$\Delta = \frac{4097}{(2373 + t)} ea (t) \quad t \text{ en } ^\circ\text{C}$$

$$\gamma \frac{P}{P_0} = 0.67 \exp (0.000 12 h) \quad h \text{ en metros}$$

5.3. Estimación de Rn

$$Rn = Rnc - Rnl \quad \text{en milímetros/día}$$

Rn = radiación neta (mm/día)

- Rnl = radiación neta para las grandes longitudes de onda
Rnc = radiación neta para las longitudes de onda corta
* Rnc = $(1 - a) I_g$, donde I_g es la radiación global que hemos analizado en la fórmula de TURC
a = albedo o porcentaje de la radiación reflejada por la vegetación. Para un pasto bien abastecido en agua, varios estudios demuestran que a es igual a 0,20.

Es decir que:

$$Rnc = 0,8 I_a \left(0,29 + 0,52 \frac{n}{N} \right)$$

$$* Rnl = (R_a - R_t) \left(a_1 + b_1 \frac{n}{N} \right)$$

Ra = radiación atmosférica

Rt = radiación terrestre

La radiación atmosférica puede estimarse con la fórmula de BRUNT:

$$R_a = \sigma T^4 (a + b \sqrt{ed})$$

donde:

σ = Constante de STEFAN - BOLTZMAN

$$= 1,17 \times 10^{-7} \text{ cal/cm /día/T}^4$$

$$= 1,98 \times 10^{-9} \text{ mm/día/T}^4$$

T = temperatura promedio expresada en grados KELVIN

$$T = t + 273,2$$

ed = tensión de vapor (medición en la caseta)

a, b = coeficientes de corrección estimados por PENMAN a 0,44 y 0,08 respectivamente

R_t se expresa de la manera siguiente:

donde ϵ es función del grado de hidratación del suelo y del tipo de vegetación. En la práctica ϵ se acerca mucho a 1.

T_s es la temperatura de la superficie de evaporación y raramente se conoce. Se iguala generalmente a la temperatura atmosférica, lo que más o menos concuerda con la realidad en las zonas húmedas.

$(a_1 + b_1 \frac{n}{N})$, es un factor de corrección función de la insolación. PENMAN adoptó los valores $a_1 = 0,1$ y $b_1 = 0,9$. Pero estos valores subestiman netamente la radiación en el trópico, donde el porcentaje de insolación (n/N), está generalmente cerca a 0,5. En la zona inter-tropical varios autores han adoptado la ecuación:

$$0,5 + 0,5 \frac{n}{N}$$

Sin embargo, en la parte montañosa que nos interesa, el porcentaje de insolación es inferior a 0,5 y similar a los porcentajes encontrados en Europa. Entonces hemos adoptado los valores que se tienen en cuenta en dicho continente:

$$a = 0,3 \quad b = 0,7$$

Ahora R_{nl} se escribe:

$$R_{nl} = \sigma T^4 (0,56 - 0,08 \sqrt{ed}) (0,3 + 0,7 \frac{n}{N})$$

5.4. Estimación de C

Varios estudios comparativos entre la ETP de PENMAN y la ETP medida, muestran una ligera distorsión que varía en función del mes considerado y del medio circundante de la estación,

Dicha distorsión proviene de las hipótesis utilizadas para simplificar las ecuaciones y que no siempre están conformes a la realidad, (efecto de oasis). También puede representar los errores sistemáticos en las estimaciones de los coeficientes empíricos. Este factor es difícil de calcular cuando no se pueden realizar comparaciones con evapotranspirómetros.

Un estudio de la FAO permite calcular este factor teniendo en cuenta:

- la humedad relativa máxima
- la radiación global
- la velocidad promedio diurna del viento
- la velocidad promedio nocturna del viento

Con tal complejidad se efectuaron los cálculos sobre 5 estaciones. Los resultados varían entre 0,94 y 1,05.

Considerando lo anterior y el empirismo con el que se realizan tales cálculos, hemos preferido tomar $C = 1$, lo que se justifica teniendo en cuenta que la mayoría de las estaciones del Altiplano el efecto de oasis es poco marcado, debido a que el medio circundante de las estaciones corresponde al de la propia estación (pasto).

5.5. Ecuación final de PENMAN

$$ETP \text{ (mm/día)} = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma \frac{P}{P_o}} E_a + \left(1 - \frac{\Delta}{\Delta + \gamma \frac{P}{P_o}} \right) R_n$$

$$\Delta = \frac{4097 \times 6.108}{(237.3 + t)^2} \exp \left(\frac{17.265 t}{287.3 + t} \right)$$

$$\gamma \frac{P}{P_o} = 0.67 \exp(-0.00012 h)$$

$$E_a = 0.26 \left(1 + \frac{u}{160} \right) 6.108 \exp \left(\frac{17.265 t}{237.3 + t} \right) \left(1 - \frac{HR}{100} \right)$$

$$R_n = 0.8 I_o \left(0.29 + 0.52 \frac{n}{N} \right) - (0.56 - 0.08 \sqrt{e_d}) \left(0.3 + 0.7 \frac{n}{N} \right)$$

La fórmula anterior requiere los datos de:

- temperatura media t (°C)
- recorrido del viento U (Km/día)
- humedad relativa promedia U (%)
- porcentaje de insolación n/N (%)
- altitud de la estación (metros)

60 - Cálculos

Los cálculos de la ETP de TURC y de PENMAN se hicieron mediante un programa elaborado por una calculadora TEXAS-Instruments Ti59. El listado del programa se presenta en el Anexo 1 del presente informe metodológico.

Con tal programa, de sencilla elaboración, los cálculos necesarios para resolver la ecuación de PENMAN se realizan en forma muy rá-

vida, lo que no parece evidente a muchos utilizadores al considerar la ecuación tan complicada que se presenta a primera vista.

Todos los valores mensuales y anuales estimados a partir de las fórmulas anteriormente descritas se reagrupan en el Anexo 2.

7o - Análisis de los resultados

Según el gráfico 1, los valores estimados por PENMAN y TURC son muy similares cualquier sea la altitud considerada. Las diferencias que presentan no superan un 10%.

Los sectores del Altiplano comprendidos entre 1.000 y 2.200 metros están generalmente bien abrigados de los vientos y es posible que esta particularidad explique el hecho de que ETP PENMAN < ETP TURC. En los sitios de altitud y en los grandes valles sucede todo lo contrario.

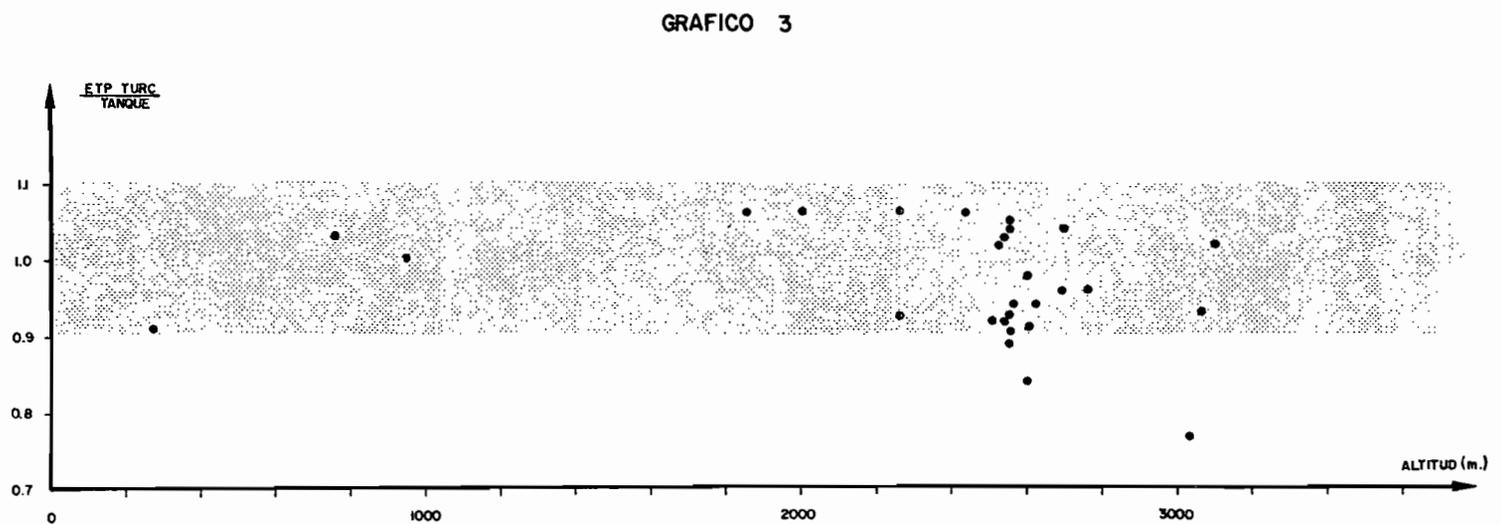
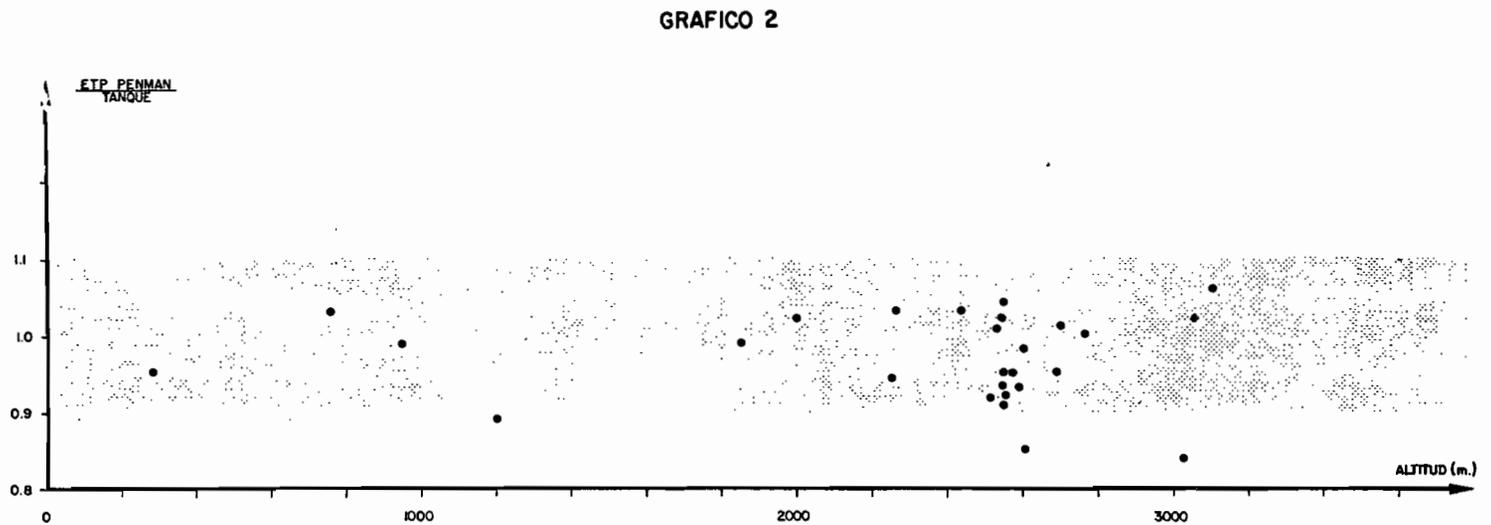
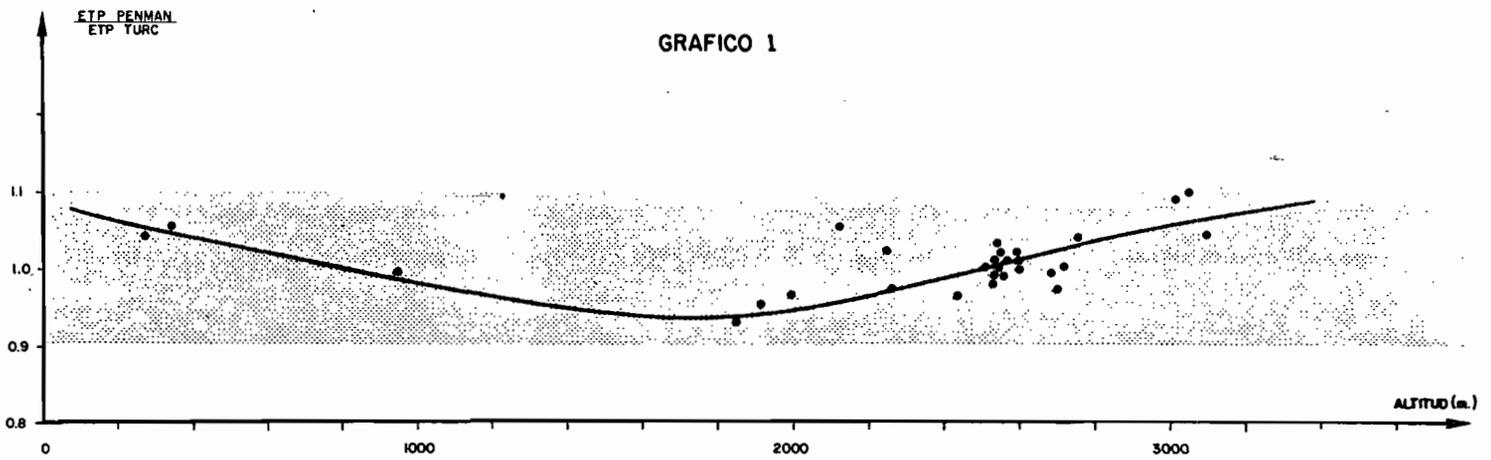
Los gráficos 2 y 3, muestran como los valores estimados por TURC y PENMAN son similares a la evaporación del tanque (en general, menos de 10% de diferencia). Las variaciones que se presentan en 2 o 3 estaciones provienen del efecto de oasis, que tiende a sobrevalorar la evaporación real.

Al contrario, los gráficos 4 y 5, ilustran claramente las desviaciones entre los valores de THORNTHWAITE y GARCIA-LOPEZ, y la evaporación del tanque.

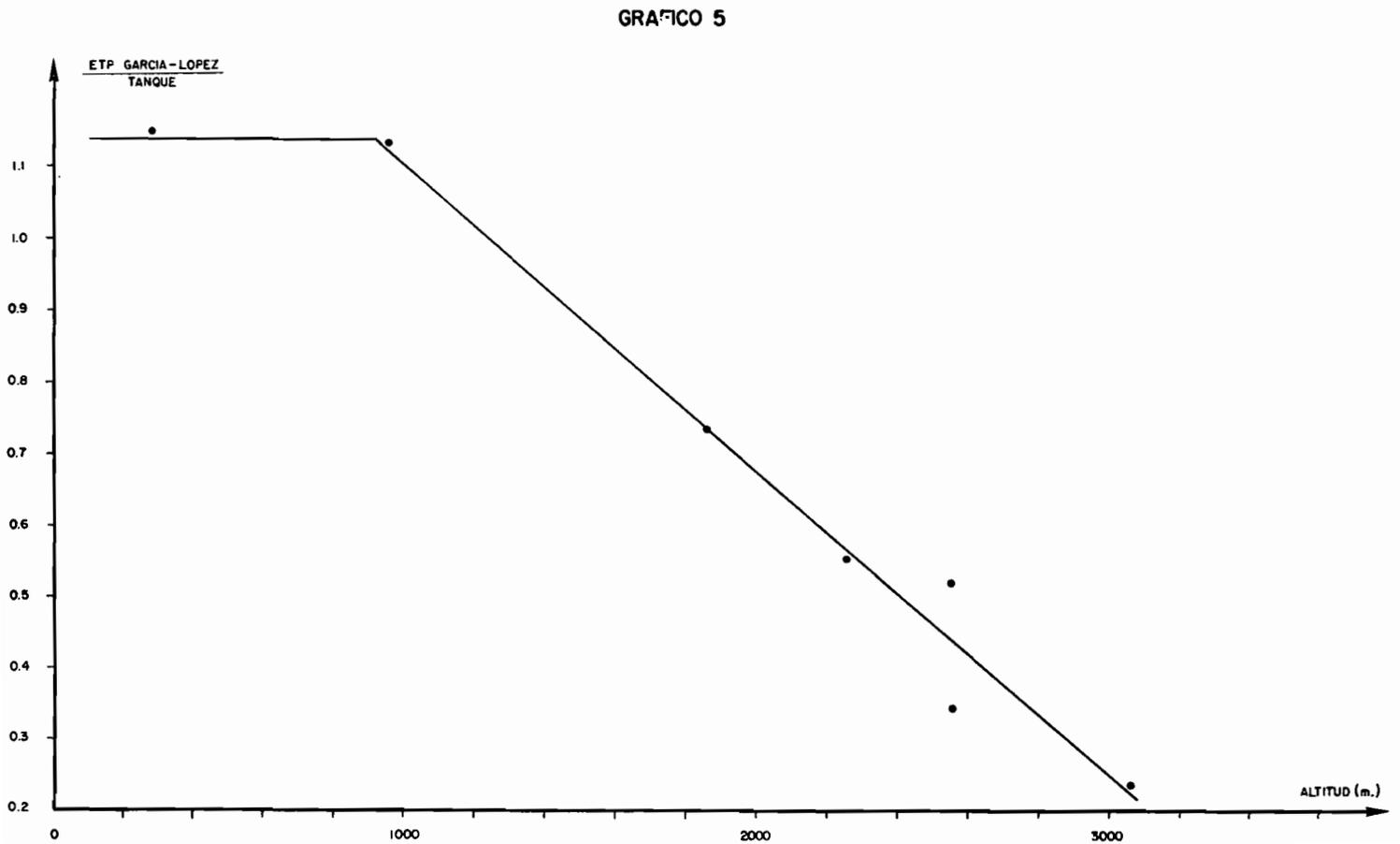
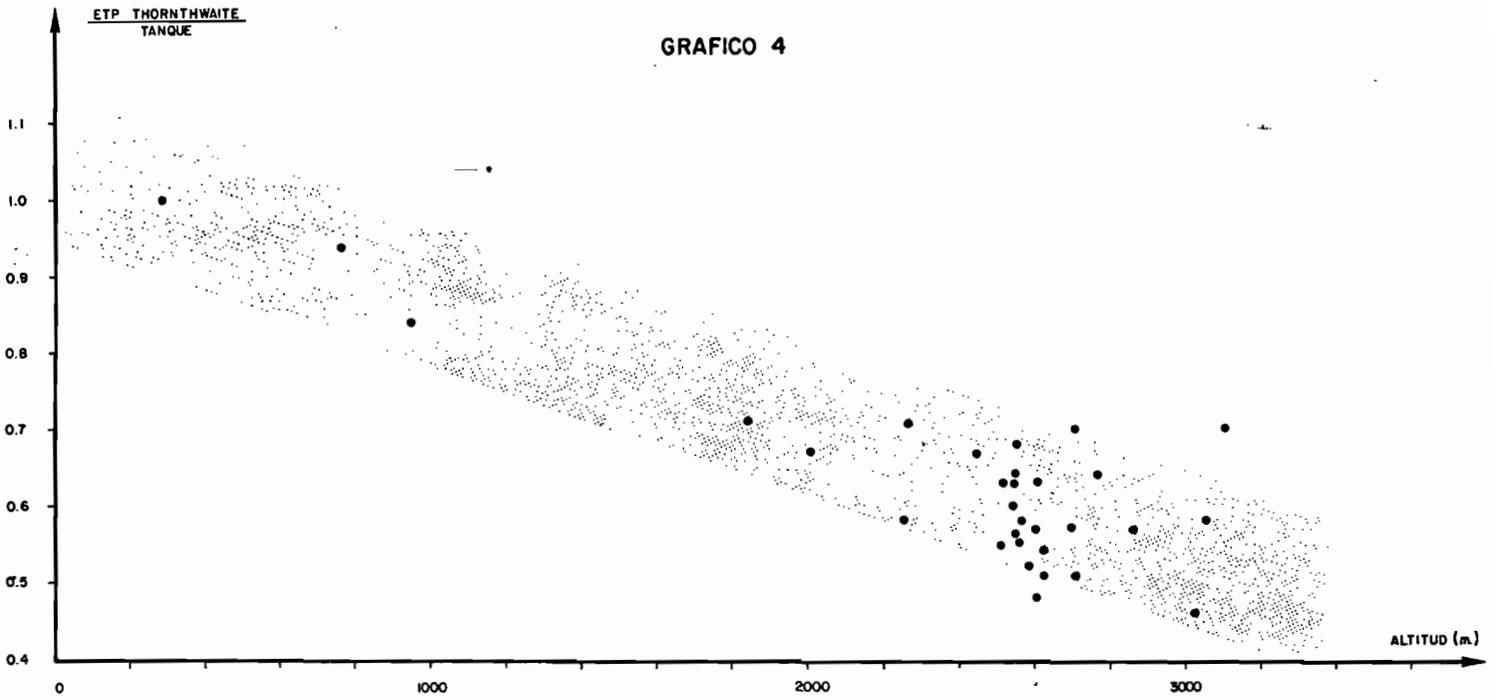
A 3.000 metros, la ETP de THORNTHWAITE equivale al 55% de la del tanque y la ETP de GARCIA-LOPEZ al 25%. En ambos casos la desviación aumenta con la altitud.

Considerando que la medición del tanque estima de manera correcta el orden de magnitud de la ETP, sobretodo en el Altiplano donde los efectos de oasis no son excesivos y porque no puede presentarse desviación ninguna con la variación altitudinal, puesto que es una medi-

RELACIONES ENTRE FORMULAS DE ETP Y ALTITUD



RELACIONES ENTRE FORMULAS DE ETP Y ALTITUD



ción directa que integra todos los factores del clima; puede decirse que las fórmulas de THORNTHWAITE y de GARCIA-LOPEZ son inadecuadas para medir la ETP en altitud. A partir de los gráficos anteriores podemos afirmar que la fórmula de THORNTHWAITE tiene aplicación hasta una altura de 600 metros aproximadamente y que la de GARCIA-LOPEZ la tiene hasta los 1.300 metros.

La conclusión precedente parece lógica si se examina más de cerca la fórmula de THORNTHWAITE, que tiene en cuenta:

- las temperaturas mensuales promedias y sus variaciones a lo largo del año, mediante un índice.
- el mes considerado y la latitud, mediante un coeficiente de corrección.

Es decir que para una latitud y un mes dado:

- toda disminución de la ETP proviene exclusivamente de la disminución de t .
- o sea que toda disminución de t corresponde a una disminución, desde el punto de vista energético, de los otros valores climáticos que influyen sobre la ETP y particularmente de la insolación.

Para este factor, la hipótesis es válida a un mismo nivel altitudinal, pero errónea en altitudes donde se presentan temperaturas promedias bajas con insolación fuerte.

Siguiendo el mismo razonamiento podemos concluir que las fórmulas que únicamente tienen en cuenta la radiación global, tendrían el mismo problema que la de THORNTHWAITE, pero a la inversa: estarían sobre-
evaluando la ETP.

80 - Representación cartográfica de la ETP

Este mapa se elaboró con base en las fórmulas de TURC y de PENMAN, por considerar que los resultados que presentan son casi idénticos, tanto para los valores anuales (véase Anexo 1), como para los valores mensuales (véanse gráficos 6 y 7).

Grafico 6 - EL DORADO ETP

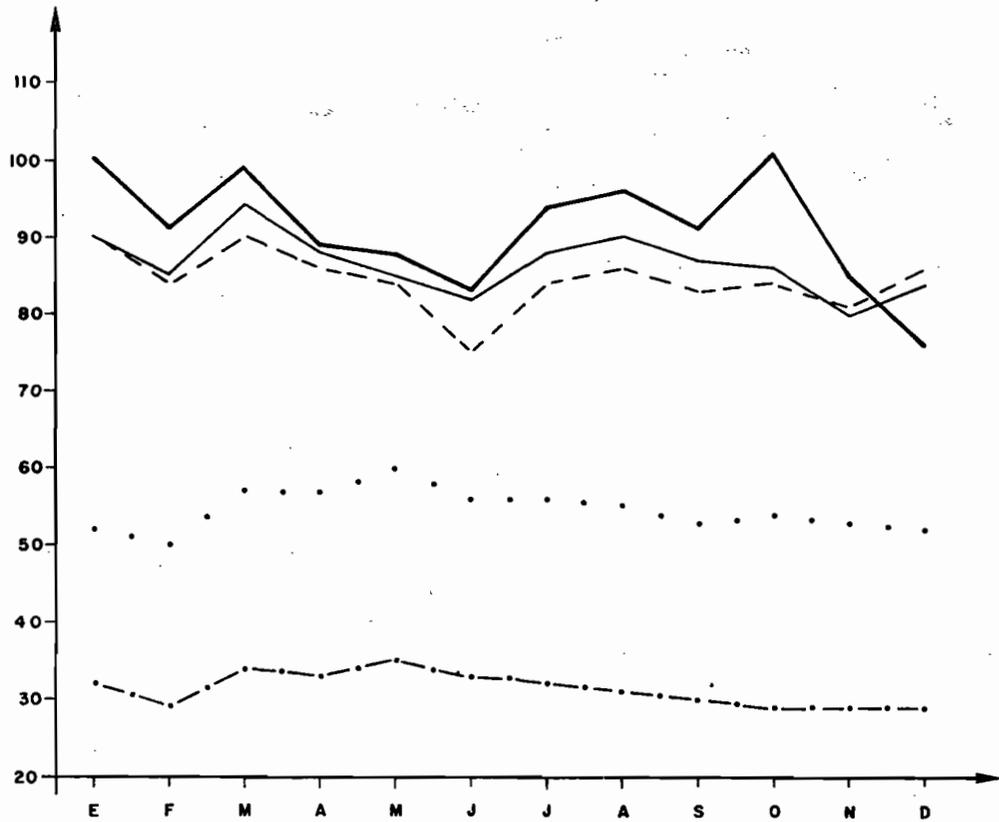
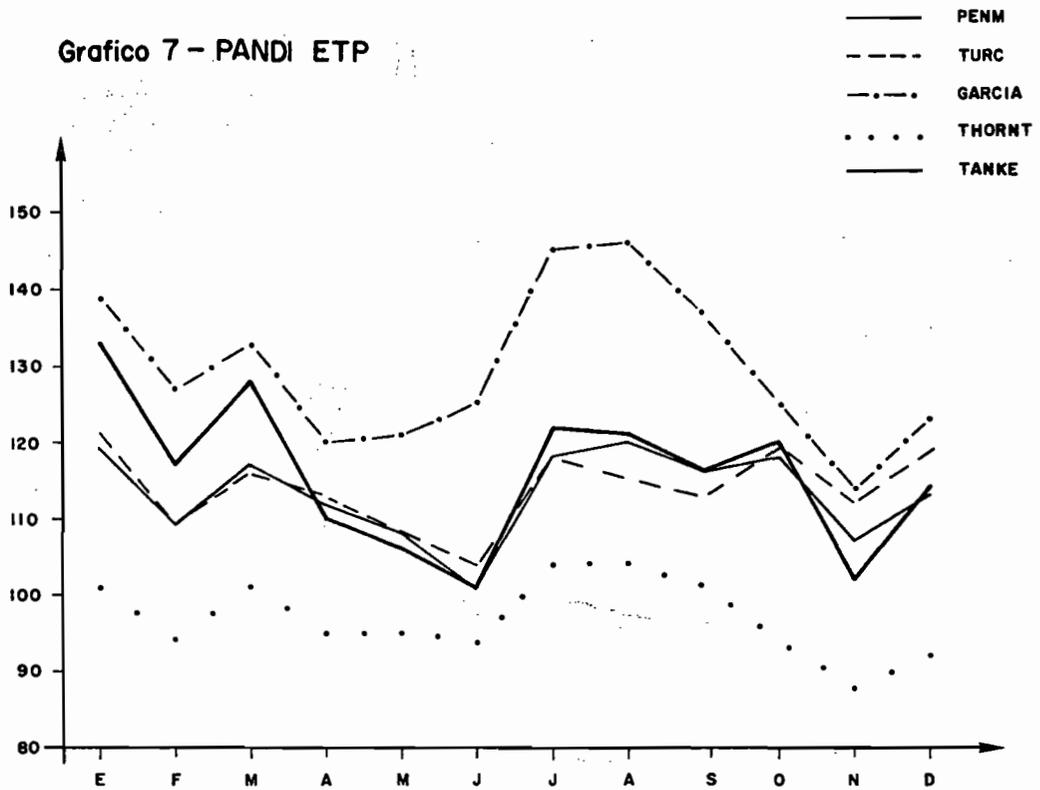


Grafico 7 - PANDI ETP



La representación cartográfica de la ETP se realizó a partir de los resultados puntuales y de las variaciones establecidas entre la altitud y la misma ETP. Los resultados se presentan en el volumen correspondiente al estudio de todo el Altiplano Cundiboyacense.

90 - Conclusión

Las diferencias evidenciadas en todo lo expuesto antes, demuestran que el cálculo de la ETP debe realizarse cuidadosamente para no exponerse a errores de consideración. Es una lástima que no existen estudios fundamentales y específicos en Colombia, que incluyan todo el territorio para determinar cuales son las fórmulas más adecuadas en cada región.

Para el Altiplano Cundiboyacense hemos visto que las de TURC y PENMAN suministran una buena estimación de la realidad y que sus resultados son casi iguales. Por lo que en esta región, recomendamos sobretodo la fórmula de TURC, por requerir pocos datos, para cuya medición se necesitan aparatos sencillos (termómetros secos y húmedos, y heliógrafos).

Además, los cálculos pueden realizarse en forma muy rápida gracias al empleo de calculadoras programables.

100 - Referencias bibliográficas

- FAO : Las necesidades de agua de los cultivos,
Boletines FAO de riego y drenaje. No. 24
Roma 1975

- FRERE M. : Estudio agroclimatológico de la zona andina.
RIJKS J.Q. Proyecto FAO/UNESCO/OMM,
REA J. Informe técnico, ROMA 1975
- GARCIA J. : Fórmula para el cálculo de la ETP adaptada al Trópico
LOPEZ J. (15°N - 15°S).
Agronomía tropical Vol. XX (5).
- GLEIZES C. : Evaluación de las cantidades de agua necesarias para el
et.al. riego. Techniques rurales en Afrique No. 1
Ministère de la Coopération. PARIS 1965.
- IGAC : Estudio hidroclimático de la región del Caribe.
Instituto Geográfico "Agustín Codazzi"
BOGOTA 1975.
- LE CARPENTIER C. : La ETP y sus implicaciones geográficas.
Annales de Géographie Nos. 463 y 464
PARIS 1975.
- MONTENY B.A.: Elementos de Bioclimatología. Informe interno.
LHOMME J.P. ORSTOM. ABIDJAN 1980.
- NOE DOBREA J: Evaluación de la ETP en Colombia.
Publicaciones aperiódicas No 37 y 37a
HIMAT BOGOTA 1977.
- RIOU C. : La estimación práctica de la evaporación en Africa occi-
dental. Mémoire ORSTOM No. 80.
PARIS 1975.



EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

- ANEXO 1 -

Programa de cálculo de las ecuaciones de
PENMAN y TURC, para calculadoras
programables Ti59.

* Para cada estación entrar la altitud en 2nd E'

* Para cada mes entrar:

- . la temperatura media (°C) en A
- . la humedad relativa (%) en B
- . el recorrido del viento (Kms/día) en C
- . la radiación atmosférica (mm/día) en D
- . el porcentaje de insolación (%) en E
- . el número de días del mes en 2nd A'

- Apoyar sobre la tecla R/S y aparece la ETP mensual de PENMAN

- Apoyar nuevamente sobre R/S y aparece la ETP mensual de TURC.

LRN

2nd lbl 2nd E' x 0,00012 = $\frac{+}{-}$ INV Lnx
x 0,67 = STO 10 R/S

2nd lbl A STO 12 R/S

2nd lbl B STO 13 R/S

2nd lbl C STO 14 R/S

2nd lbl D STO 15 R/S

2nd lbl E STO 16 R/S

2nd lbl 2nd A' STO 17 R/S

RCL 15 x (0,29 + 0,52 x RCL16) = STO 01

237,3 + RCL 12 = STO 18

x² STO 19

17,265 x RCL 12 / RCL18 =

INV Lnx x 6,108 = STO 02

x RCL 13/100 = STO 03

4097 x RCL 02 / RCL 19 = STO 04
/ (RCL 04 + RCL 10) = STO 04
RCL 12 + 273,2 = x² x² / 1.000 000 000
x 1,98 = STO 18
RCL 03 √ x 0,08 - 0,56 = $\frac{+}{-}$ STO 19
x RCL 18 x (0,3 + 0,7 x RCL 16) = STO 05
0,8 x RCL 01 - RCL 05 = STO 06
0,26 x (1 + RCL 14 / 150) = STO 07
x (RCL 02 - RCL 03) = STO 08
x (1 - RCL 04) + RCL 04 x RCL 06 =
x RCL 17 = STO 09

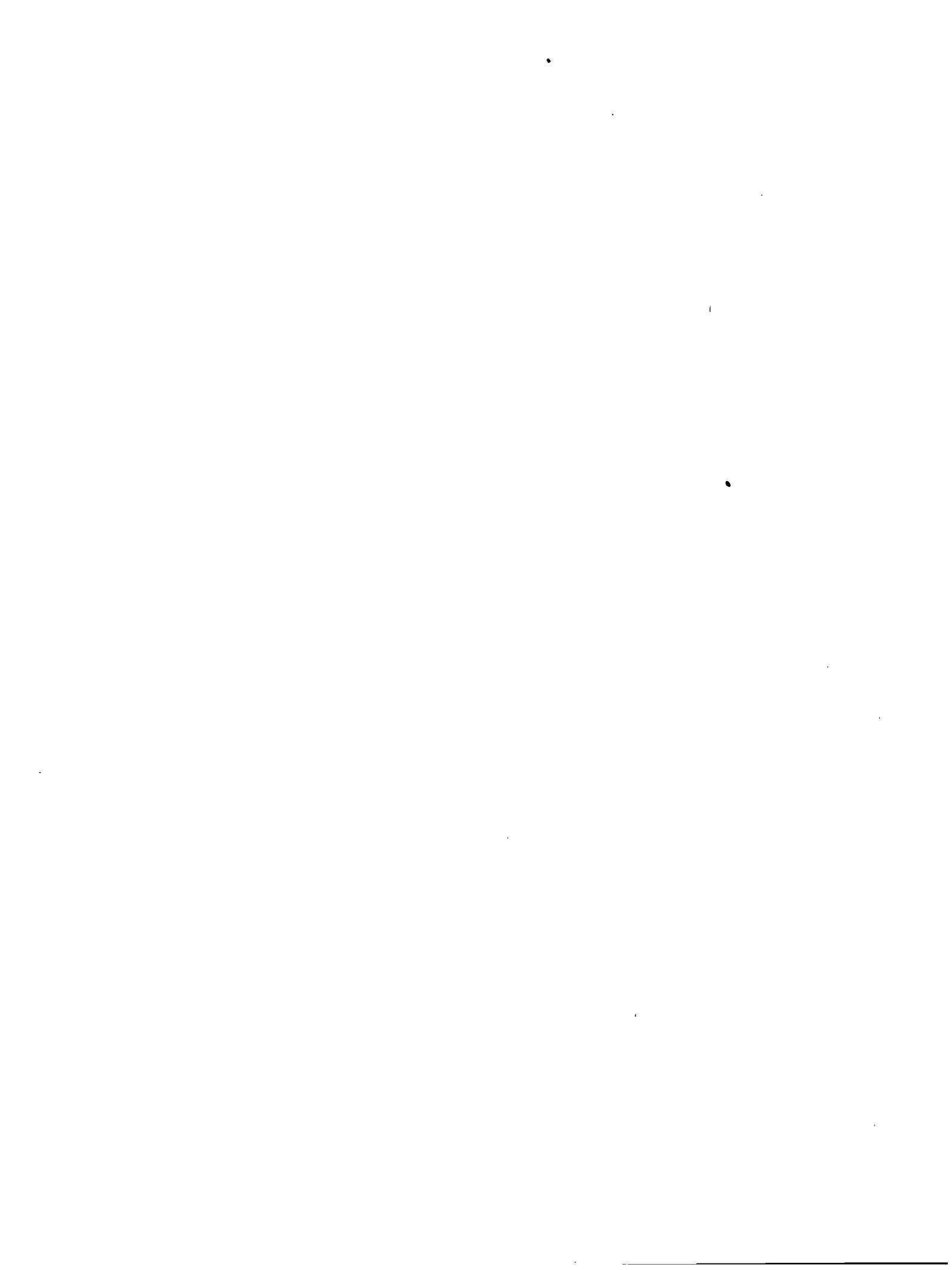
R/S

50 x $\frac{+}{-}$ t
RCL 01 x 59 + 50 = STO 11
RCL 12 / (RCL 12 + 15) =
x 0,013 x RCL 17 x RCL 11 = STO 11
RCL 13
2nd x \geq t 2nd B'
(50 - RCL 13) / 70 = +1 = x RCL 11 = STO 11
2nd 1bl 2nd B'

RCL 11

R/S

LRN



EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

- ANEXO 2 -

VALORES ANUALES Y MENSUALES DE LA "ETP"

ESTIMADOS POR VARIAS FORMULAS

(expresados en milímetros)

TA : Evaporación del tanque

TH : ETP THORNTHWAITE

GL : ETP GARCIA-LOPEZ

TU : ETP TURC

PEN : ETP PENMAN

CUENCA RIO BOGOTA

ETP	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Anual
LA FLORIDA (ANOLAIMA) 1920 m.													
TH	64	58	65	64	65	62	63	63	63	64	61	62	754
TU	101	96	105	102	102	96	100	102	102	103	92	96	1197
PE	94	90	100	98	96	90	97	100	99	98	84	87	1133
LAS MERCEDES (ANAPOIMA) 760 m.													
TA	144	113	136	111	116	101	115	115	120	124	114	127	1436
TH	122	103	115	117	111	107	117	125	115	111	99	110	1352
TU	131	115	125	122	120	116	123	124	123	128	118	135	1480
PE	129	115	126	122	118	113	125	130	129	128	114	133	1482
JARDIN BOTANICO (BOGOTA) 2555 m.													
TH	52	51	58	57	59	56	57	55	55	57	55	55	667
O.M.N. (BOGOTA) 2550 m.													
TA	93	87	92	80	80	78	89	89	80	77	77	85	1007
TH	56	52	60	60	62	58	58	57	55	57	56	56	687
TU	95	91	94	85	84	81	88	90	86	86	83	90	1053
PE	91	90	96	86	84	82	90	92	86	86	80	86	1049
PALO BLANCO (BOGOTA D.E.) 3260 m.													
TH	46	44	50	50	51	46	45	44	44	46	48	49	563
VITELMA (BOGOTA D.E.) 2745 m.													
TH	54	50	57	55	58	53	52	51	51	54	51	53	639

ETP	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Anual
VIVERO DISTRITAL (BOGOTA D.E.) 2725 m.													
TH	54	49	56	57	58	54	53	53	52	53	51	51	641
TU	79	77	84	76	75	70	76	79	78	76	70	77	917
PE	77	76	85	77	74	70	77	81	79	76	68	74	914
REPRESA NEUSA (TAUSA) 3100 m.													
TA	90	87	85	72	66	63	58	60	58	72	71	80	862
TH	50	48	54	53	54	50	49	49	48	51	50	50	606
TU	80	78	83	73	73	65	67	70	68	72	70	78	877
PE	82	81	87	76	75	68	72	76	73	75	71	77	913
EL RHIN (CHIA) 2550 m.													
TH	55	52	61	61	61	54	51	56	52	58	55	58	674
LA IBERIA (CHOCONTA) 2760 m.													
TA	92	97	103	90	72	64	62	71	70	83	86	89	979
TH	49	47	55	56	59	54	52	52	50	54	53	50	631
TU	81	85	85	77	76	72	71	75	75	80	81	81	939
PE	84	88	90	81	79	73	76	80	79	83	81	82	976
EL DORADO (BOGOTA) 2548 m.													
TA	100	91	99	89	88	83	94	96	91	101	85	76	1093
TH	52	50	57	57	60	56	56	55	53	54	53	52	655
GL	32	29	34	33	35	33	32	31	30	29	29	29	376
TU	90	84	90	86	84	75	84	86	83	84	81	86	1013
PE	90	85	94	88	85	77	88	90	87	86	80	84	1034
FONTIBON (BOGOTA D.E.) 2520 m.													
TH	52	50	58	59	58	56	55	54	52	54	52	51	651

ETP	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Anual
LA RAMADA (FUNZA) 2545 m.													
TA	103	91	95	81	74	71	80	84	78	81	83	89	1010
TH	51	49	56	57	60	56	54	53	52	55	54	53	650
TU	89	88	99	85	93	77	88	89	83	83	88	91	1053
GUASCA (GUASCA) 2650 m.													
TH	52	50	57	57	57	52	53	52	51	55	54	54	644
GUATAVITA (GUATAVITA) 2625 m.													
TA	119	117	130	113	104	113	108	108	108	112	110	113	1319
TH	55	53	61	60	65	55	53	53	53	56	56	55	675
TIBAITATA (MOSQUERA) 2547 m.													
TA	104	92	100	88	85	78	93	92	84	79	80	92	1067
CHECUA (NEMOCON) 2580 m.													
TA	136	137	134	111	103	103	109	115	112	114	111	125	1300
TH	54	53	61	59	60	55	55	55	54	57	54	54	671
MUÑA (SIBATE) 2565 m.													
TA	97	88	99	87	95	93	110	104	98	84	79	91	1125
TH	50	48	56	57	59	56	58	55	53	54	52	51	649
TU	89	86	92	86	86	83	93	94	87	89	83	87	1055
PE	88	87	94	87	88	84	97	98	90	89	81	85	1062
GRANJA SAN JORGE (SOACHA) 2900 m.													
TH	51	49	55	53	56	52	50	50	50	52	52	50	620

ETP	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Anual
TIBABUYES (SUBA) 2550 m.													
TH	53	50	58	57	59	55	56	56	53	55	52	53	657
LA PRIMAVERA (SUBACHOQUE) 2590 m.													
TA	105	101	107	93	90	85	91	93	94	94	93	100	1146
TH	50	48	58	57	60	57	56	55	53	54	54	52	654
TU	88	88	94	85	88	83	89	89	84	86	86	88	1048
PE	88	89	97	86	89	85	94	94	88	86	83	85	1064
TABIO (TABIO) 2600 m.													
TA	99	98	99	87	83	82	80	78	80	83	89	92	1050
TH	51	48	60	59	61	56	54	53	53	56	54	53	658
TU	93	87	91	87	85	80	84	85	80	86	88	88	1034
PE	91	88	93	87	84	80	86	87	81	85	85	85	1032
TIBITO (TOCANCIPA) 2700 m.													
TH	54	49	56	54	55	55	52	51	51	59	54	59	649
BOCAGRANDE (USME) 3450 m.													
TH	45	43	51	51	54	48	45	44	44	48	47	44	564
LA REGADERA No.1 (USME) 3000 m.													
TH	51	47	54	52	54	51	50	50	47	53	51	52	612
NATAIMA (ESPINAL) 325 m.													
TH	166	152	163	141	138	136	163	184	175	145	133	146	1842
TU	136	122	137	134	135	129	144	146	135	145	127	137	1627
PE	143	131	147	139	137	130	153	161	150	150	128	139	1708

ETP	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Anual
AERP. FLANDES (FLANDES) 286 m.													
TH	189	176	182	158	157	150	175	199	190	159	142	163	2040
SAN RAFAEL No.1 (LA CALERA) 300 m.													
TH	184	147	119	116	136	119	143	217	180	166	159	171	1857

CUENCA RIO SUMAPAZ

ETP	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Anual
PANDI (PANDI) 950 m.													
TA	133	117	127	110	106	101	122	121	116	120	102	114	1389
TH	101	94	101	95	95	94	104	104	101	94	88	92	1163
GL	139	127	133	120	121	125	145	146	137	125	114	123	1555
TU	124	112	119	113	110	107	118	123	115	121	112	122	1396
PE	120	112	119	112	107	103	118	126	118	119	107	115	1376
PASCA (PASCA) 2256 m.													
TA	96	79	89	87	80	78	84	84	81	77	80	89	1004
TH	59	53	61	61	63	59	60	60	59	60	57	57	709
GL	48	43	50	48	45	41	46	45	48	46	45	45	550
TU	94	85	93	89	86	83	90	84	88	87	88	93	1065
PE	91	83	92	88	83	79	87	88	88	85	83	88	1035
TIBACUY (TIBACUY) 1500 m.													
TH	72	67	74	72	74	69	72	75	73	71	66	69	854
TU	113	103	108	101	100	96	108	110	106	107	100	114	1266

CUENCA RIO MAGDALENA

ETP	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Anual
JERUSALEM (JERUSALEM) 280 m.													
TH	181	170	165	126	135	133	191	192	196	153	134	161	1937
PACHO (PACHO) 2000 m.													
TA	101	91	96	95	91	89	107	102	98	93	81	93	1137
TH	62	56	64	64	68	65	68	68	66	63	60	60	764
TU	106	98	107	97	100	94	104	104	100	100	95	102	1207
PE	99	92	103	94	95	91	103	105	101	95	87	93	1158
SAN CAYETANO (SAN CAYETANO) 2150 m.													
TH	62	55	62	59	65	64	66	64	60	61	60	60	738
ALBANIA (ALBANIA) 1680 m.													
TH	68	64	70	70	73	69	70	71	67	68	65	62	817
TU	110	103	108	96	103	90	105	111	105	101	101	110	1243
LUIS BUSTAMANTE (VILLARICA) 1620 m.													
TH	67	62	71	70	72	70	72	73	71	70	65	65	828

CUENCA RIO SUAREZ

ETP	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Anual
ESCLUSA TOLON (CHIQUINQUIRA) 2545 m.													
TA	114	105	112	96	93	92	98	99	96	95	92	103	1195
TH	51	50	57	58	62	56	55	53	52	55	54	53	656
TU	95	94	103	90	92	86	89	88	87	90	89	95	1098
PE	93	93	104	91	94	87	94	94	91	91	86	91	1109
EL CARMEN (VILLA DE LEIVA) 2250 m.													
TA	110	106	109	98	110	99	123	121	107	95	91	105	1274
TH	61	57	63	63	67	63	63	62	60	60	58	57	734
TU	108	98	104	97	99	92	102	102	95	97	87	96	1177
PE	106	99	107	99	102	95	109	109	101	97	85	92	1201
PASADENA (VILLA DE LEIVA) 2130 m.													
TA	184	146	147	144	134	141	142	151	158	123	119	140	1729
TH	67	61	70	67	71	68	71	69	67	67	63	65	806
TU	114	106	120	109	111	101	112	112	109	113	104	113	1323
PE	120	111	125	115	118	107	123	125	117	115	103	112	1391
GRANJA BERTHA (MONIQUIRA) 1670 m.													
TH	68	66	72	70	72	68	70	69	67	69	68	68	827
TU	116	109	118	104	102	94	107	108	103	104	104	111	1280
VILLA CARMEN (SAMACA) 2600 m.													
TA	125	118	131	113	119	109	117	120	115	118	109	116	1410
TH	55	52	59	59	61	56	54	55	54	57	55	54	671
TU	103	96	106	96	99	96	96	100	99	97	92	100	1180
PE	103	98	110	99	102	97	99	105	103	91	91	98	1196

ETP	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Anual
ISLA SANTUARIO (FUQUENE) 2615 m.													
TA	118	112	123	107	98	94	111	110	108	100	93	100	1274
TH	58	54	60	59	61	56	57	56	55	57	55	58	686
TU	107	107	110	100	97	90	99	99	98	97	89	100	1193
SUTATAUSA (SUTATAUSA) 2700 m.													
TA	119	108	110	103	101	95	96	107	107	106	99	106	1257
TH	53	52	57	55	58	53	53	52	52	53	53	53	644
NOVILLEROS (UBATE) 2550 m.													
TA	111	110	115	99	84	77	80	88	86	90	93	103	1136
TH	51	50	57	59	60	55	53	52	49	52	53	51	640
TU	91	92	91	85	85	77	81	81	79	85	86	82	1015
PE	92	93	96	88	87	79	87	87	85	88	84	82	1048
GAMBITA (GAMBITA) 1890 m.													
TH	69	60	67	65	66	63	63	67	60	64	62	66	776

CUENCA RIO CHICAMOCHA

ETP	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Anual
EL TUNEL (CUITIVA) 3025 m.													
TA	132	125	121	105	103	99	102	105	102	107	106	126	1333
TH	51	47	54	54	55	51	50	50	49	52	52	52	617
TU	98	92	96	85	84	75	79	83	79	85	86	91	1033
PE	103	98	103	93	92	85	92	97	90	91	89	93	1126
SURBATA (DUITAMA) 2510 m.													
TA	120	119	123	99	90	87	103	100	96	95	95	105	1232
TH	56	54	61	60	61	56	55	55	53	56	55	55	677
TU	107	97	100	92	93	86	90	94	87	93	101	99	1139
PE	105	99	103	94	93	86	92	96	90	92	95	94	1139
BELENCITO (NOBSA) 2530 m.													
TA	104	96	98	90	93	86	97	97	92	84	84	89	1110
TH	58	56	63	61	62	58	56	58	56	58	58	58	702
TU	102	96	99	92	92	88	94	98	92	94	91	99	1137
PE	98	94	99	91	91	88	95	99	92	92	86	93	1118
TUNGUAVITA (PAIPA) 2540 m.													
TA	104	102	113	82	78	77	87	83	80	84	86	91	1067
TH	54	53	60	60	61	56	56	55	54	57	56	55	677
TU	98	93	100	91	89	84	89	91	88	92	88	96	1099
PE	95	93	101	91	88	83	89	93	89	90	84	91	1087
LA CHAPA (SOACHA) 2680 m.													
TH	57	53	54	59	59	55	55	57	52	55	53	54	663

ETP	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Anual
SAN RAFAEL (TIBASOSA) 2550 m.													
TA	115	119	116	107	103	98	111	110	107	101	101	106	1294
TH	58	57	63	62	64	59	59	59	57	59	58	58	713
TU	104	99	108	98	96	93	99	99	95	99	93	101	1184
PE	100	99	108	98	95	92	99	99	96	98	93	95	1172
U.P.T.C. (TUNJA) 2690 m.													
TA	121	102	102	96	87	75	80	91	92	99	92	108	1145
TH	53	52	58	57	57	52	52	52	51	56	55	53	648
TU	97	94	97	93	91	81	87	90	89	93	88	95	1095
PE	94	94	99	93	90	80	87	91	91	91	85	90	1085

CUENCA RIO META

ETP	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Anual
AQUITANIA (AQUITANIA) 3050 m.													
TA	106	104	104	90	85	72	71	74	79	82	90	96	1053
TH	49	47	55	55	56	50	48	50	48	52	53	50	613
GL	21	22	26	25	22	15	10	15	17	22	26	22	243
TU	92	87	91	82	80	72	72	79	76	81	83	87	982
PE	98	94	100	90	89	81	84	90	86	89	87	91	1079
NUEVO COLON (NUEVO COLON) 2440 m.													
TA	101	108	101	80	77	60	67	69	74	83	87	95	1002
TH	57	54	61	60	60	54	52	53	52	57	58	57	675
TU	100	97	96	87	86	75	76	82	85	95	90	98	1067
PE	95	93	96	86	83	72	73	80	84	92	85	90	1029
SUTATENZA (SUTATENZA) 1870 m.													
TH	70	65	74	70	73	65	63	66	64	71	69	68	818
GACHETA (GACHETA) 1850 m.													
TA	120	116	103	87	78	69	70	87	88	96	96	106	1116
TH	64	63	71	70	70	64	63	67	64	68	66	64	794
GL	73	74	75	71	66	58	58	66	65	68	72	69	815
TU	113	107	103	95	92	83	89	95	98	104	101	105	1185
PE	103	100	99	90	86	76	82	90	92	97	92	95	1102

ETP	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Anual
EL JAPON (MEDINA) 280 m.													
TA	169	164	148	122	126	89	103	114	127	137	119	121	1539
TH	156	144	149	131	125	109	107	113	118	127	127	133	1539
GL	178	167	172	145	138	119	122	130	133	147	141	147	1749
TU	129	115	111	112	110	101	107	120	124	129	123	120	1401
PE	142	130	126	118	111	99	105	120	127	132	126	123	1459
MAMBITA (UBALA) 830 m.													
TH	90	95	101	90	87	78	77	80	71	87	86	86	1038
TU	121	109	109	95	98	90	95	102	106	110	106	110	1251

III - 4

BALANCES HIDRICOS



BALANCES HIDRICOS

10 - Objetivos y definiciones

Dado el carácter predominantemente rural del Altiplano Cundi-boyacense y las grandes variaciones climáticas existentes, el estudio se orientó prioritariamente hacia la determinación de los requerimientos hídricos de las plantas, intentando responder las tres preguntas siguientes:

- ¿ Dónde falta más agua ?
- ¿ Cuándo hace falta ?
- ¿ Qué cantidad hace falta ?

Acogiéndonos a los objetivos metodológicos del Proyecto IGAC - ORSTOM, intentamos sobre todo calcular índices que satisficieran las anteriores interrogaciones y también que pudieran representarse cartográficamente.

Antes de entrar a definir dichos índices, vale la pena recordar rápidamente la concepción teórica de los factores que intervienen en las relaciones entre vegetación, agua, clima y suelo.

1.1. ET (Evapotranspiración)

La evapotranspiración es la restitución de agua a la atmósfera por un medio ambiente determinado. Puede descomponerse en dos partes:

- la evaporación (E), consiste en la vaporización directa del agua a partir de cualquier superficie (charcos, hojas mojadas,

- la transpiración (T), o cantidad de agua que restituye la vegetación mediante sus estomas. Los dos fenómenos están generalmente agupados porque es difícil tener una idea de la importancia respectiva de cada uno y porque el fenómeno de la evapotranspiración representa al medio ambiente en general (suelo y vegetación).

1.2. ETP (Evapotranspiración Potencial)

Este concepto se basa en el hecho que la vaporización del agua restituida a la atmósfera requiere una determinada cantidad de energía (597 calorías/cm³, aproximadamente). Esta energía proveniente de la atmósfera, no es infinita y su cantidad depende de los factores climáticos del medio ambiente. Desde este punto de vista, la ETP se define como la restitución del agua a la atmósfera cuando la energía disponible es el único factor limitante.

Tal definición se entiende para una vegetación que cubre el suelo adecuadamente, que no tiene problemas de agua y cuya superficie foliar es capaz de difundir el agua disponible sin restricción alguna.

Este concepto es independiente de la vegetación y puede calcularse exclusivamente a partir de los datos climáticos.

1.3. ETM (Evapotranspiración Máxima)

En determinados momentos de un ciclo vegetativo, las plantas no pueden evapotranspirar en ETP por factores únicamente fisiológicos. La circulación del agua desde las raíces hasta las hojas no puede sobrepasar un cierto "caudal" máximo propio de cada vegetal. Si dicho caudal es inferior a la demanda de la atmósfera, la planta cierra parcialmente sus estomas y evapotranspira en ETM.

Al iniciarse el ciclo vegetativo las superficies foliares no cubren todo el suelo y si bien es posible que cada hoja evapotranspire en ETP, la cantidad de agua vaporizada por el medio vegetación - suelo no alcanza este nivel.

Generalmente ETM se calcula mediante la fórmula:

$$ETM = k \ ETP$$

El factor k varía según el tipo de vegetación y la época de su ciclo vegetativo. Normalmente $k \leq 1$, pero a veces ETM es superior a ETP a causa de las distintas simplificaciones hechas para el cálculo de esta última (por ejemplo, los efectos de oasis).

1.4. RU (Reserva Util)

La RU es la reserva de agua contenida en el suelo y utilizada por las raíces que la llevan hacia las hojas de los vegetales. Esta reserva se define como la diferencia entre la capacidad de campo del suelo considerado y su punto de marchitez. Se expresa en mm por metros de suelo aprovechado por las raíces.

1.5. ETR (Evapotranspiración Reducida)

Cuando la reserva útil está cerca a la capacidad de campo, su extracción por las raíces es fácil e inmediata. En caso contrario, al llegar cerca del punto de marchitez, la fuerza de retención del agua ejercida por el suelo contrabalancea la fuerza de succión de las raíces. En este caso el caudal de agua que transita a través de la planta no alcanza las posibilidades de vaporización ofrecidas por la atmósfera. El vegetal cierra entonces

parcialmente sus estomas para establecer una regulación de las transferencias,

1.6. Indices seleccionados

Según las definiciones establecidas precedentemente, la planta efectúa una regulación mediante sus estomas o por limitantes fisiológicos (ETM), o por limitantes hídricos (ETR). Cabe recordar que los fenómenos de fotosíntesis realizados por los vegetales se llevan a cabo a través de los estomas de sus hojas. Es decir que una disminución de la apertura de los estomas, disminuye en forma equivalente la fotosíntesis, disminuyendo por consiguiente el rendimiento de la planta. O sea que la diferencia ETM - ETR, representa la falta de agua para el crecimiento óptimo de una planta. Teniendo en cuenta períodos lo suficientemente amplios en el tiempo (1 día mínimo), y en el espacio (algunas hectáreas), esta diferencia equivale a ETP - ETR.

En fin, esta deficiencia de la evapotranspiración constituye la verdadera medida de la sequía biológica.

Su intensidad se calcula generalmente mediante:

- El índice de aridez:

$$\frac{ETP - ETR}{ETP}$$

- El porcentaje de evapotranspiración:

$$\frac{ETR}{ETP}$$

Tales índices responden a los objetivos propuestos inicialmente, dado que el índice de aridez (o el porcentaje de evapotranspiración), señala las zonas y los períodos en los cuales la deficiencia es más aguda; y la diferencia ETP - ETR, indica la cantidad de agua que se requiere para tener un régimen hídrico óptimo.

Hemos establecido además, relaciones entre tales índices, la ETP, la lluvia y los regímenes pluviométrico (Véase Informe General), que nos permitieron trazar las isolíneas del índice de aridez.

2o - Metodología

Los valores mensuales y anuales de ETP - ETR y ETR/ETP, se calcularon según el esquema propuesto por THORTHNWAITE, en el cual:

Si $P > ETP$: ETR = ETP
La lluvia sobrente va a alimentar la RFU en primer lugar y si aún sobra, hay excesos de agua (EXC)

Si $P = ETP$: ETR = ETP
No hay variación de la RFU, toda la lluvia sirve para la evapotranspiración.

Si $P < ETP$: ETR = ETP
y $RFU \geq P - ETP$
Las plantas utilizan el agua amacendada en el suelo para evapotranspirar en ETP. La RFU disminuye de $P - ETP$.

$$\begin{array}{l} \text{Si } P < \text{ETP} \quad ; \quad \text{ETR} = P + \text{RFU} < \text{ETP} \\ \text{y } \text{RFU} < P - \text{ETP} \end{array}$$

Existe un déficit hídrico ($\text{DEF} = \text{ETP} - \text{ETR}$)
la RFU se anula,

3o - Limitaciones y representatividad

3.1. Sobrantes pluviométricos

El esquema descrito anteriormente supone que cuando $P > \text{ETP}$, el agua que sobra en primer lugar va a recargar la reserva útil del suelo hasta que ésta alcance su valor máximo y si aún sobra agua, la cantidad restante va a alimentar el escurrimiento.

En la realidad los fenómenos acontecen de manera algo diferente, sobre todo cuando hay pendientes fuertes y terrenos poco permeables. Es decir que aun cuando a nivel mensual $P < \text{ETP}$, hay parte de la lluvia que escurre superficialmente en casos de precipitaciones diarias lo suficientemente fuertes.

El esquema olvida también los fenómenos de percolación y de drenaje del suelo (escurrimiento retrasado).

En general, se puede decir que el método de THORNTHWAITE tiene mayor validez en zonas planas que en zonas quebradas y que su precisión aumenta con la disminución del intervalo de tiempo.

3.2. El agua en el suelo

La capacidad de retención del suelo varía según sus características e inicialmente se calcularon los valores para cada unidad de suelo.

Sin embargo, tal procedimiento se reveló rápidamente inextricable por su excesiva variación espacial, que impide prácticamente la representación cartográfica de los valores, quitándoles así una gran parte de su interés. Se escogió por lo tanto un valor común.

Los balances de tipo THORNTHWAITE consideran que toda agua almacenada en el suelo se encuentra a la disposición de las raíces en forma inmediata, es decir es aprovechable. Hemos visto anteriormente que esto no corresponde con la realidad cuando el agua llega al punto de marchitez. Para disminuir los efectos de esta simplificación, hemos considerado, siguiendo varios autores, que la reserva útil se divide en dos partes: la reserva fácilmente utilizable (RFU) y la reserva difícilmente utilizable (RDU). Cuando el agua está en la RFU, la hipótesis de THORNTHWAITE puede considerarse válida. Como las estimaciones de la RU en cada unidad de suelo varían entre 80 y 180 mm, hemos tenido en cuenta un valor promedio de 100 mm para la RFU, considerando que el agua de la RDU no es utilizable.

3.3. Representatividad

Las simplificaciones hechas por THORNTHWAITE a nivel mensual, tienden a sobrevalorar la ETR y en forma diferente, según sean las características del medio físico (pendiente, permeabilidad, ...). El esquema propuesto se aproxima mejor a la realidad en las zonas planas de pastoreo, donde no hay muchas pérdidas por percolación.

Sin embargo, a escala regional, los índices calculados tienen carácter de factores suficientemente representativos, puesto que se fundamentan en fenómenos reales aunque hayan sido calculados en forma simplificada.

ESTACIONES SELECCIONADAS
PARA EL CALCULO DE BALANCES HIDRICOS

No.	ESTACION	MUNICIPIO
DEPARTAMENTO DE BOYACA		
2	Chivor	ALMEIDA
3	Aquitania	AQUITANIA
9	Caldas	CALDAS
15	Chinavita	CHINAVITA
17	Esclusa Tolón	CHIQUINQUIRA
18	Duitama	DUITAMA
23	Las Juntas	GARAGOA
24	La Granja	GUAYATA
28	Macanal	MACANAL
32	Monguí	MONGUI
33	Bertha	MONIQUIRA
38	Tunguavita	PAIPA
42	Pesca	PESCA
43	Ramiriquí	RAMIRIQUI
44	El Zarzal	RAQUIRA
45	La Candelaria	RAQUIRA
48	Esclusa Merchán	SABOYA
58	Santa María	SANTA MARIA
59	Santa Rosa	SANTA ROSA DE VITERBO
60	Santa Sofía	SANTA SOFIA
62	Siachoque	SIACHOQUE
67	Sotaquirá	SOTAQUIRA
68	Sutamarchán	SUTAMARCHAN
69	Tasco	TASCO

No.	ESTACION	MUNICIPIO
72	Tibasosa	TIBASOSA
73	Los Arrayanes	TINJACA
75	Toca	TOCA
77	U.P.T.C.	TUNJA
78	Turmequé	TURMEQUE
82	Umbita	UMBITA
85	Pasadena	VILLA DE LEIVA
DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA		
90	Cachipay	ANOLAIMA
91	Acueducto Bosa	BOGOTA D.E.
92	Aeropuerto El Dorado	BOGOTA D.E.
94	Arrayán San Francisco	BOGOTA D.E.
97	El Delirio	BOGOTA D.E.
100	El Guamo	BOGOTA D.E.
101	El Hato	BOGOTA D.E.
105	La Candelaria El Túnel	BOGOTA D.E.
108	Las Sopas	BOGOTA D.E.
109	Obs. Meteo. Nacional	BOGOTA D.E.
110	Palo Blanco	BOGOTA D.E.
114	San Luis	BOGOTA D.E.
115	Santa Lucía	BOGOTA D.E.
117	Santa Rosa (Los Puentes)	BOGOTA D.E.
118	Techo	BOGOTA D.E.
121	Bojacá	BOJACA
124	Cabrera	CABRERA
128	Carmen de Carupa	CARMEN DE CARUPA
129	El Hato	CARMEN DE CARUPA

No.	ESTACION	MUNICIPIO
137	Socotá	CARMEN DE CARUPA
138	Carrizal	CUCUNUBA
143	La Iberia	CHOCONTA
144	Represa Sisga	CHOCONTA
146	Las Granjas	EL COLEGIO
149	El Tesoro 1	FACATATIVA
151	Manjuí	FACATATIVA
154	Venecia	FACATATIVA
155	La Ramada	FUNZA
156	El Santuario	FUQUENE
158	Monserate	FUQUENE
161	Valsálice	FUSAGASUGA
166	El Puente	GUACHETA
169	Palacios	GUASCA
170	San José	GUASCA
171	Guatavita	GUATAVITA
173	La Cabaña	LA CALERA
176	Hda. La Palma	LA MESA
179	El Triángulo	LENGUAZAQUE
180	Tapias	LENGUAZAQUE
182	Tibaitatá	MOSQUERA
183	Checua-Nemocón	NEMOCON
191	Guaraní - El Peñón	SIBATE
192	Muña	SIBATE
194	Simijaca	SIMIJACA
195	El Fute	SOACHA
199	Cerro de Suba	SUBA
200	Guaymaral	SUBA
202	La Pradera	SUBACHOQUE
203	La Primavera	SUBACHOQUE
208	El Hatillo	SUESCA

No	ESTACION	MUNICIPIO
213	El Pino	SUTATAUSA
216	Tabio	TABIO
217	El Encanto	TAUSA
218	El Salitre	TAUSA
221	Represa del Neusa	TAUSA
222	La Aldea	TENJO
224	Tibacuy	TIBACUY
229	La Boyera	UBATE
230	Los Novilleros	UBATE
232	Contador	USAQUEN
233	Torca	USAQUEN
235	Boca Grande	USME
237	La Regadera	USME
240	Villapinzón	VILLAPINZON
242	Hda. Java	VIOTA
243	Ventalarra	ZIPAQUIRA
244	Zipaquirá	ZIPAQUIRA
DEPARTAMENTO DEL TOLIMA		
255	Aeropuerto Santiago Vila	FLANDES

4o - Cálculos y resultados

4.1. Cálculos (Programa BALAN)

Los balances hídricos se realizaron en las 100 estaciones pluviométricas de base (véase cuadro correspondiente), sobre el período de referencia 1960 - 1979.

Los cálculos se efectuaron a nivel mensual empezando en un mes en el que se conoce el valor de la RFU. Con la varibilidad interanual de la lluvia, es obvio que un cálculo realizado a partir de los promedios multianuales llegaría a resultados falsos.

Por el contrario, no se consideró útil estimar la ETP para cada año, dado que sus variaciones interanuales són poco importantes.

Este procedimiento permite además establecer el valor de los índices en forma promedia y para algunas frecuencias, lo que se reveló de sumo interés para los proyectos interesados en la instalación de redes de riego.

Los cálculos se efectuaron mediante el programa BALAN, cuyo listado se encuentra en el Anexo 1 del presente informe.

Dicho programa utiliza las tarjetas de lluvia anteriormente descritas, además de una tarjeta adicional con los datos de ETP. En las estaciones de base donde no existían valores de ETP, estos fueron estimados a partir de los valores de las estaciones más cercanas y utilizando las relaciones establecidas entre la ETP y la altitud **para cada cuenca (Véase Informe General preliminar)**,

Para funcionar, el Programa BALAN requiere la siguiente presentación de los datos:

- Para cada estación:
 - . 1 tarjeta de identificación COH 206
 - . 1 tarjeta de ETP y de la RFU
 - . N tarjetas de precipitación COH 202
 - . 1 tarjeta blanca de fin de estación

- Otra estación o una tarjeta blanca de fin de trabajo

4.2. La tarjeta de ETP

Sus 80 columnas se descomponen en la forma siguiente:

- Columnas 1 a 6 : Código de la estación (ICODA)
- Columnas 7 a 54 : Los valores de la ETP mensual (ITP)
Para cada mes se reservan 4 columnas
y los valores se escriben en milímetros
aproximados (sin decimales)
- Columnas 55 a 59 : La ETP anual (ITP) escrita como ya se
anotó.
- Columnas 60 a 62 : El mes en que se inician los cálculos
(MESP)
- Columnas 63 a 65 : El año de iniciación (JANOP) de los cál-
culos (1960 se escribe 60).
- Columnas 66 a 68 : El mes de terminación (MESF)
- Columnas 69 a 71 : El año de terminación (JANOF)
- Columnas 72 a 75 : El valor inicial de la RFU (ICRUP) expresado
en milímetros.

Columnas 76 a 79 : El valor máximo de la RFU (ICRX) expresado también en milímetros.

4.3. Resultados

Los resultados se presentan en el anexo de balances hídricos donde también se encuentran las explicaciones referentes a los diversos parámetros calculados.

A partir de los resultados puntuales obtenidos se estableció la representación cartográfica del índice de aridez $(ETP - ETR)/ETP$ teniendo en cuenta las relaciones encontradas entre dicho índice, las isoyetas y los regímenes pluviométricos. Las mencionadas relaciones se presentan en el Informe General preliminar.

50 - Referencias bibliográficas

- FAO : Las necesidades en agua de los cultivos.
Boletines de irrigación y drenaje No. 24
ROMA - 1975 -
- FRANQUIN P.: Programas para la evaluación y el análisis frecuencial de los balances hídricos. Agronomie Tropicale - 1977 -
- FOREST F.
- FRERE M. : Estudio agroclimatológico de la zona Andina.
- RIJKS J.Q. Proyecto FAO/UNESCO/O.M.M. Informe Técnico
- REA J. ROMA - 1975 -
- GLEIZES C : Evaluación de las cantidades de agua necesarias para el et al riego. Techniques rurales en Afrique No. 1
Ministère de la Coopération PARIS - 1965 -

- IGAC : Estudio hidroclimático de la región del Caribe.
Instituto Geográfico "Agustín Codazzi"
BOGOTA - 1975 -
- RIOU C. : La estimación práctica de la evaporación en Africa
Occidental. Mémoire ORSTOM No. 80
ORSTOM PARIS - 1975 -



BALANCES HIDRICOS

ANEXO 1

Programa BALAN

Cálculo de los Balances Hídricos mensuales y
anuales, según el método de THORNTHWAITE

```

C   PROGRAMA DE CALCULO DE BALANCES HIDRICOS POR MES
C   PRESENTACION DE LOS DATOS
C   -PARA CADA ESTACION
C   *TARJETA DE IDENTIFICACION
C   *TARJETA DE ETP Y DATOS DE SUELO
C   *N TARJETAS DE LLENAS
C   *TARJETA BLANCA DE FIN DE ESTACION
C
C   -TARJETA BLANCA DE FIN DE TRABAJO
C
0001  DIMENSION IDEF(13,55),ICRL(13,55),IEP(13,55),ITR(13,99),IX(13,99)
0002  DIMENSION NB(13),MES(13),ICR(13),IIP(13),ITT(13),ARI(13),PCY(13)
0003  DIMENSION FMUN(4),ESTA(6),ARD(13,55),HARD(13,99),HARI(13)
0004  INTEGER*4 DEF(13),EXCES(13),TOTAL(13),DIF
0005  LOGICAL*1 COM(15),PINT(130),PINTA(50)
0006  DATA IIR,111/1,3,MES/'ENE','FEB','MAR','ABR','MAY','JUN',
1 JUL,'AGO','SEP','OCT','NOV','DIC','ANCA'
0007  DATA PINT/120*000/,PINTA/50*00/
0008  IMP=1
0009  99 ITEST=0
0010  IO 6 I=1,13
0011  CO 6 J=1,55
0012  6 IX(I,J)=1000000
C
C   LECTURA DE LOS DATOS
C
0013  READ(IIR,100) ICOD,FMUN,ESTA,CCM
0014  100 FORMAT(16,4A4,6A4,15A1)
0015  IF(ICOD,EQ,0) GO TO 5555
0016  READ(IIR,101) ICODA,ITP,MESP,JANCP,MESF,JANCF,ICFUF,ICRAX
0017  101 FORMAT(16,12I4,1E,4I3,2I4)
0018  IF(ICOD-ICODA)1,2,1
0019  1 ITEST=100
0020  2 READ(IIR,102) ICODA,JAN,(IX(I,JAN),I=1,13)
0021  102 FORMAT(16,2X,12,12I5,1E)
0022  IF(ICODA) 4,4,3
0023  3 IF(ICOD-ICODA)5,2,5
0024  5 ITEST=ITEST+1
0025  GO TO 2
0026  4 CONTINUE
0027  WRITE(IIR,103) ICOD,ESTA,FMUN,CCM
0028  103 FORMAT(1I1,' CODIGO',3EX,' ESTACION',12X,' MUNICIPIO',10X,' LATITUD',
16X,' LONGITUD',7X,' ALTITUD' /E,3CX,6A4,1X,4A4,2X,3A1,1X,2A1,1X,2A1,
24X,4A1,1X,2A1,1X,2A1,4X,4A1,' METROS')
IF(ITEST) 6,6,7
0029  7 WRITE(IIR,104) ITEST
0030  104 FORMAT(//////,E0X,1E,'ERRCRES DE CODIGO')
0031  GO TO 55
0032  6 CONTINUE
0033  7 CONTINUE
C
C   CALCULO DEL BALANCE HIDRICO SENCILLO (ETP-F)
C
0034  IO 9 I=1,13
0035  TOTAL(I)=0
0036  NE(I)=0
0037  MOY(I)=0
0038  CEF(I)=0
0039  EXCES(I)=0

```

```

0040      CO 9 J=1,55
0041      IX(I,J)=(FLOAT(IX(I,J))+E.0)/10.
0042      5 CONTINUE
0043      CO 10 I=1,12
0044      CO 10 J=1,55
0045      IF(IX(I,J).GE.100000.OR.(IX(I,J).LT.0) GO TO 10
0046      TOTAL(I)=TOTAL(I)+IX(I,J)
0047      NE(I)=NE(I)+1
0048      10 CONTINUE
0049      CO 11 I=1,12
0050      MOY(I)=TOTAL(I)/NB(I)
0051      11 MOY(13)=MOY(13)+MOY(I)
0052      ITT(13)=0
0053      CO 12 I=1,12
0054      CIF=MOY(I)-ITP(I)
0055      IF(CIF) 12,14,14
0056      13 DEF(I)=-0.1F
0057      ITT(I)=MOY(I)
0058      AR(I)=FLOAT(ITT(I))/FLOAT(ITP(I))
0059      GO TO 15
0060      14 EXCES(I)=CIF
0061      ITT(I)=ITP(I)
0062      AR(I)=1.
0063      15 EXCES(13)=EXCES(13)+EXCES(I)
0064      DEF(13)=DEF(13)+DEF(I)
0065      ITT(13)=ITT(13)+ITT(I)
0066      12 CONTINUE
0067      AR(13)=FLOAT(ITT(13))/FLOAT(ITP(13))

C
C      IMPRESION DE LOS RESULTADOS
C
0068      WRITE(IW,105) NB(13),MES
0069      105 FORMAT(//25X,'*** BALANCE HIDRICO (P-ETP) ** PERIODO DE ',I2,' AND
      15 ***/49X,'ETP CALCULADA POR FORMULA DE TLRG//33X,I2(2X,44),
      24X,A4)
0070      WRITE(IW,106) MOY,ITP,DEF,EXCES,ITT,ARI
0071      106 FORMAT(27X,'LLUVIA',I2(6,(8/21)X,'E1 FCIENCIA',I2(6,(8/26)X,
      1'DEFICIT',I2(6,(8/27)X,'EXCESO',I2(6,(8/23)X,'ET REDUCT',I2(6,(8//
      220X,'INDICE ARIDEZ',I2F(2,FE,2))
0072      WRITE(IW,107) PRINT
0073      107 FORMAT(130A1)

C
C      CALCULO DEL BALANCE HIDRICO TIPO THORNBALTE
C
0074      CO 20 I=1,12
0075      MOY(I)=0
0076      DEF(I)=0
0077      EXCES(I)=0
0078      ITT(I)=0
0079      ICR(I)=0
0080      ARI(I)=0
0081      CO 20 J=1,55
0082      IDEF(I,J)=0
0083      ICRU(I,J)=0
0084      IEX(I,J)=0
0085      ITR(I,J)=0
0086      ARI(I,J)=0.
0087      20 CONTINUE

```

```

0088      IF (MESP.EQ.0) MESP=4
0089      IF (JANOP.EQ.0) JANOP=60
0090      IF (MESF.EQ.0) MESF=12
0091      IF (JANOF.EQ.0) JANOF=75
0092      IF (ICRAX.EQ.0) ICRAX=100
0093      ICRU(MESP,JANOP)=ICRUP
0094      IF (MESP.EQ.1) JANO=JANOP
0095      IF (JANO.EQ.JANOP) GO TO 25
0096      CO 21 I=MESP,12
0097      CALL BZP(I,X,ITP,ICRU,IDEF,IEX,ITR,ICRA),ARD,II,JANOP)
0098      21 CONTINUE
0099      JANO=JANOP+1
0100      25 CO 22 JJ=JANO,JANOF
0101      CO 22 II=1,12
0102      ICRU(12,II)=ICRU(12,II)+ICRL(II,II)
0103      CALL BZP(I,X,ITP,ICRU,IDEF,IEX,ITR,ICRA),ARD,II,II)
0104      IDEF(12,II)=IDEF(12,II)+IDEF(II,II)
0105      IEX(12,II)=IEX(12,II)+IEX(II,II)
0106      ITR(12,II)=ITR(12,II)+ITR(II,II)
0107      ARC(12,II)=FLOAT(ITR(12,II))/FLCA1(ITP(12))
0108      22 CONTINUE
0109      CO 70 J=JANO,JANOF
0110      ICRU(12,J)=FLOAT(ICRU(12,J))/12+.5
0111      70 CONTINUE
0112      NN=JANOF-JANO+1
0113      CO 23 I=1,12
0114      CO 23 J=JANO,JANOF
0115      MOY(I)=MOY(I)+IX(I,J)
0116      DEF(I)=DEF(I)+IDEF(I,J)
0117      EXCES(I)=EXCES(I)+IEX(I,J)
0118      ITT(I)=ITT(I)+ITR(I,J)
0119      ICR(I)=ICR(I)+ICRU(I,J)
0120      AR I(I)=AR I(I)+ARD(I,J)
0121      23 CONTINUE
0122      CO 24 I=1,12
0123      MOY(I)=MOY(I)/NN
0124      DEF(I)=DEF(I)/NN
0125      EXCES(I)=EXCES(I)/NN
0126      ITT(I)=ITT(I)/NN
0127      ICR(I)=ICR(I)/NN
0128      AR I(I)=AR I(I)/NN
0129      24 CONTINUE
C
C      CLASIFICACION Y PRESENTACION DE LOS DATOS
C
0130      WRITE(110,106) NN,JANO,JANOF,ICRAX
0131      106 FORMAT(/31X,*** BALANCE HIDRICO COMPLETO ** PERICCO DE 1,12,
11 ANOS ** (191,12,1 - 191,12,1) ***/39X, CAPACIDAD DE RETENCION U
21IL DEL SUELO = 1,13,1 MM DE AGLA//)
0132      WRITE(110,105) PINTA
0133      109 FORMAT(45X, RETENCION DE AGLA EN EL SUELO EN MILIMETROS//41X,50A1)
0134      CALL CLASS(ICRU,ICR,JANO,JANOF,MES)
0135      WRITE(110,110) PINTA
0136      110 FORMAT(//48X, REQUERIMIENTOS DE AGLA EN MILIMETROS//41X,50A1)
0137      CALL CLASS(IDEF,DEF,JANO,JANOF,MES)
0138      WRITE(110,111) PINTA
0139      111 FORMAT(//46X, INDICE DE ARIDEZ EN PORCENTAJE (ETP/ETP)//41X,50A1)
0140      CO 71 I=1,12

```

```

0141      MAR(1)=AR(1)*100.+5
0142      CO 71 J=JANO,JANOF
0143      MARC(1,J)=ARC(1,J)*100.+5
0144      71 CONTINUE
0145      CALL CLASS(MAR0,MAR1,JANO,JANOF,MES)
0146      WRITE(110,112)
0147      112 FORMAT(/40X,'PROYECTO IGAC-CRSTCM *** GRUPO DE HIDROCLIMATOLÓGIA'
1/5(X,'PROGRAMA ORSTOM')
0148      IF(IMP.EQ.0) GO TO 55
0149      IF(MESP.EQ.1) GO TO 30
0150      MESP=MESP-1
0151      CO 31 I=1,MESPA
0152      ICRU(1,JANOP)=10000
0153      ICEF(1,JANOP)=10000
0154      IEX(1,JANOP)=10000
0155      ITR(1,JANOP)=10000
0156      ARC(1,JANOP)=10000.
0157      31 CONTINUE
0158      ICRU(13,JANOP)=10000
0159      ICEF(13,JANOP)=10000
0160      IEX(13,JANOP)=10000
0161      ITR(13,JANOP)=10000
0162      ARC(13,JANOP)=10000.
0163      30 JANOP=60
0164      33 JCEP=JANOP
0165      JFIN=JANOP+4
0166      IF(JFIN.GT.JANOF) JFIN=JANOF
0167      WRITE(110,102) ICOD,ESTA,FMLN,CCM
0168      WRITE(110,113) ICRA,PINTA
0169      113 FORMAT(/3AX,'BALANCES HIDRICOS MENSUALES ** ETP CALCULADA POR FORM
1ULA DE PENMAN*/45X,'RETENCION MAXI DE AGUA EN EL SUELO ',13,' MM*/
241X,50A1/)
0170      CO 32 J=JDEP,JFIN
0171      WRITE(110,114) MES,((X(1,J),I=1,13),(IF,J,((ICRU(I,J)
1,I=1,13),(ICEF(1,J),I=1,13),(IEX(1,J),I=1,13),(ITR(I,J),I=1,13)
2,(ARC(1,J),I=1,13)
0172      114 FORMAT(/27X,12(2X,A4),4X,A4/21X,'LLL',3),12(3X,13),4X,14/
121X,'ETP',3X,12(2X,13),4X,14/14X,'15',12,3X,'CRU',12(3X,13),7X,14/
221X,'CEF',3X,12(3X,13),4X,14/21X,'EX',3),12(3X,13),4X,14/
321X,'ETR',2X,12(2X,13),4X,14/21X,'ARC',3X,12F6.2,2X,F6.2/)
0173      32 CONTINUE
0174      WRITE(110,112)
0175      JANOP=JANOP+4
0176      IF(JFIN=JANOF) 33,55,55
0177      9999 STOP
0178      END

```

```
0001      SUEROUTINE BZH(I,X,ITP,ICRL,DEF,(E),(I),ICFA),AFD,(I,J)
0002      DIMENSION IX(13,55),ITP(13),ICRU(13,99),DEF(13,99)
0003      DIMENSION IEX(13,55),ITR(13,55),ARD(13,99)
0004      IC=IX(1,J)-ITP(I)
0005      ICC=ICRU(1,J)+ID
0006      IF(IC) 50,51,52
0007      50 KE=0
0008      IF(ICD) 53,52,54
0009      53 KC=0
0010      KE=-ICC
0011      KT=IX(1,J)+ICRU(1,J)
0012      GO TO 49
0013      54 KC=ICD
0014      KE=0
0015      KT=ITP(I)
0016      GO TO 49
0017      51 KC=ICRU(1,J)
0018      KE=0
0019      KE=0
0020      KT=ITP(I)
0021      GO TO 49
0022      52 KE=0
0023      KT=ITP(I)
0024      IF(ICD-ICRAX) 55,55,56
0025      55 KC=ICD
0026      KE=0
0027      GO TO 49
0028      56 KC=ICRAX
0029      KE=ICD-ICRAX
0030      69 CONTINUE
0031      ICEF(1,J)=KO
0032      IEX(1,J)=KE
0033      ITR(1,J)=KT
0034      AFD(1,J)=FLOAT(KT)/FLOAT(ITP(I))
0035      IF(I.LT.12) ICRU(I+1,J)=KC
0036      IF(I.EQ.12) ICRU(1,J+1)=KC
0037      RETURN
0038      END
```

```

0001      SUEROUTINE CLASS (IPLU,IP,NA,NZ,MOIS)
0002      DIMENSION IPLU(13,55),ITAB(13,55),MCIS(13),IF(13)
0003      DIMENSION IMAX(13),IQS(13),IMED(13),ICI(13),IMIN(13)
0004      I1W=3
0005      CO 300 I=1,13
0006      JK=0
0007      CO 300 J=NA,NZ
0008      JK=JK+1
0009      ITAB(I,JK)=IPLU(I,J)
0010 300 CONTINUE
0011      KN=NZ-NA+1
0012      CO 301 I=1,13
0013      KI=KN-1
0014      CO 302 J=1,K1
0015      LI=KN-J
0016      CO 302 L=1,L1
0017      IF(ITAB(I,L).GE.ITAB(I,L+1)) GO TO 302
0018      ITEM=ITAB(I,L)
0019      ITAB(I,L)=ITAB(I,L+1)
0020      ITAB(I,L+1)=ITEM
0021 302 CONTINUE
0022      K1=KN/4
0023      K2=KN/2
0024      K3=KN-K1
0025      IMAX(I)=ITAB(I,1)
0026      IQS(I)=(ITAB(I,K1+1)+(ITAB(I,K1)-ITAB(I,K1+1))/2)*MCD(KN+2,4)/2)
0027      IMED(I)=ITAB(I,K2+1)+(ITAB(I,K2)-ITAB(I,K2+1))/2*MCD(KN+1,2)
0028      ICI(I)=ITAB(I,K3)-(ITAB(I,K3)-ITAB(I,K3+1))/2*(MCD(KN+2,4)/2)
0029      IMIN(I)=ITAB(I,KN)
0030 301 CONTINUE
0031      WRITE(I1W,200) MOIS,IMAX,IQS,IMED,ICI,IMIN,IP
0032 200 FORMAT(3X,12(2X,A4),4X,A4/2(1X,*,VALGR MAXIMO',12I6,18/
11X,*,QUARTILE SUPERIOR',12I6,1E/26),*,MEDIANA',12I6,18/
216X,*,QUARTILE INFERIOR',12I6,1E/21X,*,VALGR MINIMO',12I6,18//
325X,*,PROMEDIO',12I6,1E)
0033      RETURN
0034      END

```



III - 5

POBLACION

POBLACION

En un estudio integrado, del tipo efectuado en el Altiplano Cundi-boyacense, que tiene como finalidad aportar la información necesaria para desarrollar una región bastante poblada desde hace mucho tiempo es indispensable plantearse las siguientes preguntas:

- ¿ Dónde está localizada la población y en qué número ?
- ¿ De qué y cómo vive esta población ?
- ¿ Qué les hace falta o cuáles son sus necesidades ?
- ¿ Cómo intentan resolver sus problemas ?

La cuestión consiste en dar respuesta a estas preguntas teniendo en cuenta las limitaciones materiales y temporales que afrontan prácticamente todas las investigaciones de este tipo.

Los métodos y artificios de cálculo presentados aquí tienen como objetivo mostrar y explicar los distintos procedimientos que permitieron al proyecto IGAC-CRSTOM responder dichos interrogantes en forma más o menos completa.

Se explicará sucesivamente:

- Como se elaboraron los mapas de distribución de la población y de densidades rurales.
- Como se realizaron las proyecciones de población.
- Como se estudió la estructura de la población (pirámide de edades, población económicamente activa y ocupada, tasa de desempleo, estructura socio-profesional, dinámica, migraciones diarias).
- Lo referente a las necesidades de la población se analizó de manera indirecta mediante los indicadores utilizados en el estudio de los servicios, cuya metodología se presenta inmediatamente después de ésta.

I. LOCALIZACIÓN DE LA POBLACION

Esta información tiene un carácter fundamental. Es evidente que las zonas fuertemente pobladas son las que plantean los problemas más graves y de mayor urgencia, aun cuando sólo sea a nivel de las implantaciones de los servicios públicos (infraestructura escolar y de salud, servicios de agua y energía, vías de comunicación,).

De la calidad del trabajo de localización dependerá en gran parte la confiabilidad del diagnóstico que se haga. Por esta razón se realizó un esfuerzo especial en este dominio.

Problemas afrontados

La localización de la población aglomerada, es decir la de las cabeceras, no presentó mayores inconvenientes aparte la actualización de las antiguas estadísticas (1973). Por el contrario, la localización de la población rural, en su gran mayoría muy dispersa, presentó problemas de difícil solución.

Fuentes de información disponibles

- Los censos efectuados por el DANE para 1938, 1951, 1964 y 1973. La población se presenta a nivel municipal y disgregada únicamente entre cabecera y resto. Considerando la diversidad y el tamaño de muchos municipios, una información de este tipo es insuficiente para el nivel de análisis que se busca en el Proyecto.
- Catastro: cada predio se identifica mediante una ficha en la que está indicado, entre otras informaciones, la existencia o la ausencia de construcciones, su número y su utilización (escuela, habitación, galpón industrial,). Dichas fichas permiten por lo tanto identificar los predios que cuentan con habitaciones anotando el código que señala la vereda a la cual pertenecen.

Para el Departamento de Cundinamarca existen planos catastrales a escala 1:10,000 en los que aparecen todos los predios con sus códigos. En el caso de Boyacá estos planos existen únicamente para los municii-

pios que están bajo la jurisdicción de la Oficina Delegada de Chiquinquirá. En el resto del área del Altiplano perteneciente a Boyacá fue necesario encontrar un medio para subsanar esta deficiencia.

La información suministrada por estos planos, que permitió la localización de las viviendas y que además es más reciente que el último censo casi para todos los municipios, fue la base utilizada para la localización de la población rural.

Elaboración del mapa de distribución de la población rural

Se pueden distinguir cuatro etapas en la elaboración de este mapa:

- Una fase de recolección de los datos
- Una fase de translación de los mismos a los planos catastrales o a los mapas a escala 1:25,000 del IGAC.
- Una segunda fase de translación a escala 1:100,000.
- Una última fase de reducción fotográfica a escala 1:200,000. Escala definitiva para la publicación.

Fase de recolección

Fue necesario examinar las 700.000 fichas de los 132 municipios estudiados anotando cuidadosamente los códigos de las parcelas que cuentan con habitaciones y la cantidad de las mismas. Este trabajo de examen se efectuó en las nueve Oficinas Delegadas* de Catastro de las cuales dependen dichos municipios. Se encargaron de esta larga y penosa labor, en promedio, cinco personas**. La experiencia mostró que una persona entrenada podía examinar entre 5.000 y 7.000 fichas diarias.

* Bogotá, Zipaquirá, Fusagasuga, Girardot, Tunja, Chiquinquirá, Duitama, Sogamoso y Garagoa. Queremos agradecer aquí la ayuda prestada por la Dirección General de Catastro y el personal de las distintas oficinas, quienes nos acogieron amistosamente y nos prestaron una colaboración eficaz.

** Jean Boulet, Ana Niño, Aydée Niño, Enrique Duarte, y sucesivamente, Adolfo Chaparro y Javier Jurado.

Fase de translación a los planos catastrales o a los mapas a escala 1:25.000

Se presentaron tres casos:

- Existencia de planos catastrales a escala 1:10.000, como sucedió con el departamento de Cundinamarca y en Boyacá, con la región de Chiquinquirá. En este caso el trabajo fue simple y bastó con trasladar a cada predio, identificado mediante su código, la o las habitaciones anotadas en la fase de recolección. Para algunos municipios (Viota, Pasca, Agua de Dios), cuyos planos presentaban deficiencias, se recurrió a la ayuda de fotografías aéreas aumentadas utilizadas corrientemente por los servicios de Catastro,
- Inexistencia de planos catastrales como ocurre con gran parte del departamento de Boyacá. En este caso, ¿cómo pueden localizarse las viviendas? Tuvimos la suerte de que a falta de planos catastrales existieran croquis a distintas escalas de las divisiones veredales, para todos los municipios.

Por lo tanto, en un primer tiempo trasladamos los municipios y las veredas a los mapas a escala 1:25.000, sirviéndonos simultáneamente del proyector vertical, de los elementos del relieve y de la infraestructura, cuando estos dos últimos factores sirvieran como límites. Con ello se alcanzaba una primera precisión, se sabía cuantas viviendas existían en la superficie de cada vereda.

Tomemos como ejemplo el municipio de Nuevo Colón: en la vereda Alfaras cuyo código es 01, hay 34 viviendas; en la vereda Zapatero, código 02, hay 8 y en la vereda Uvo, código 03, hay 66,

Faltaba localizar lo más exactamente posible las viviendas en cada vereda. Para lograrlo procedimos de la siguiente manera:

En cada vereda dibujada sobre los mapas a escala 1:25.000 del IGAC, se contaron todas las construcciones distribuyendo luego las habitaciones en función de las mismas. Si aparecían 100 construcciones en el mapa y se tenían 50 viviendas, se contaban dos construcciones por cada habitación. Las verificaciones realizadas posteriormente sobre el terreno mostraron que los resultados obtenidos eran bastante satisfactorios.

- El caso del Distrito Especial de Bogotá parecía más difícil de resolver. Para él se utilizó el mapa de sectores y secciones censales del DANE, empleando el mismo procedimiento que para Boyacá considerando los límites de las secciones censales en lugar de las veredas.

En el curso de esta fase se obtuvo una distribución de las viviendas a escala 1:10.000 y 1:25.000.

Fase de translación a escala 1:100.000

La primera escala que se eligió para el Proyecto fue la de 1:100.000. Por lo tanto, se transpusó sobre un fondo a dicha escala bajo forma de un punto cada vivienda localizada en los planos catastrales a escala 1:10.000 o en los mapas a 1:25.000. Para hacerlo se empleó el método de los cuadros. Este trabajo, que sólo requiere una extremada atención, hubiera podido ser hecho por un dibujante con lo que el asesor francés hubiera ganado un lapso de tiempo, obviamente mejor utilizado.

Reducción a escala 1:200.000

Para facilitar la lectura, el manejo y la presentación de los mapas se eligió como escala definitiva de publicación la de 1:200.000. Se hizo por consiguiente una reducción fotográfica de la maqueta original a dicha escala. Se vió entonces que la legibilidad se volvía difícil en las zonas densamente pobladas. Fue necesario entonces rehacer la maqueta reagrupando las viviendas por 5 o por 10 según fuera el grado de acumulación, con el fin de obtener un documento cartográfico claro y legible.

Faltaba solamente transformar este mapa de distribución de viviendas rurales en un mapa definitivo de distribución de la población. Encuestas realizadas en varios cientos de viviendas de los municipios de Ubaté y Siachoque dieron una cifra promedio de seis personas por vivienda, cifra corroborada por el censo de 1973 publicado en 1981. Se definió por lo tanto que cada punto representando una vivienda representaba también seis habitantes. Los puntos más grandes, que figuran cinco o diez viviendas, equivalían respectivamente a 30 y 60 habitantes. La población de las cabeceras se simbolizó mediante un cuadrado proporcional al número de habitantes,

Conclusiones

Indudablemente que este documento cartográfico habría tenido mayor precisión y homogeneidad si se hubiera realizado a partir de un solo tipo de documentación de base (planos catastrales). Sin embargo, permite tener una imagen de la realidad bastante buena y confiable, que posteriormente fue bastante utilizada.

Productos derivados

La elaboración de este mapa permitió realizar directamente los dos mapas siguientes:

- Un mapa político-administrativo detallado hasta nivel de veredas con sus respectivos nombres.
- Un mapa de las densidades rurales por vereda.

Una vez elaborados, Henri Poupon se encargó de medir todas las veredas mediante la malla de puntos. La población de las mismas se estimó a partir del mapa de distribución de la población. El cálculo de la densidad de población se llevó a cabo entonces muy fácilmente por una simple división (Véase Anexo de Población).

Las densidades se clasificaron en diez rangos:

	d	<	<u>4</u>	
4	<	d	<	20
20	<	d	<	40
40	<	d	<	60
60	<	d	<	80
80	<	d	<	100
100	<	d	<	150
150	<	d	<	200
200	<	d	<	300
	d	>	300	

y estos diez rangos se representaron cartográficamente con una gama de tramas. Este mapa completa de manera cuantitativa el aspecto más bien visual del mapa de distribución de la población por puntos.

Se pudieron también elaborar dos mapas adicionales en asociación con el mapa de uso actual del suelo:

- el mapa del tamaño promedio de las explotaciones, relacionando el número de viviendas existentes en cada unidad de uso del suelo con la superficie realmente utilizada de dicha unidad. (Cf. Metodología sectorial: Uso del suelo). Evidentemente, fue necesario contar todas las viviendas de todas las unidades de suelo, lo que no fue poco trabajo. En este dominio también lamentamos que los expertos franceses hayan debido hacerse cargo de este trabajo.

- el mapa de zonas homogéneas: es decir las zonas que poseen el mismo aspecto paisajístico (Zonas planas lecheras), o el mismo tipo de economía dominante (Zonas mineras), o la misma problemática (Zonas de minifundios o zonas peri-urbanas).

El mapa de distribución de la población se empleó también para definir algunos límites o para delimitar algunas zonas, en particular las de minifundios y las peri-urbanas.

Proyecciones de población rural

En muchos municipios donde la actualización de los datos de catastro es reciente se pudo estimar la población rural de manera más cercana a la realidad que partiendo de los censos del DANE.

Relación Población/Altitud y Población/Tipo de uso del suelo

Haciendo un conteo de las viviendas existentes en cada piso térmico se pudo establecer la relación existente entre la distribución de la población y la altitud. Del mismo modo se obtuvo la relación entre población y uso del suelo. Relación extremadamente importante para el análisis a nivel de cada zona,

Concluyendo, la elaboración de un documento de base preciso y fiable como éste cuya génesis acabamos de describir, puede parecer larga y dispendiosa pero su aporte a un estudio integrado es irremplazable. El número y la importancia de los productos derivados que se pueden establecer a partir de él constituyen una justificación adicional del esfuerzo y el tiempo consagrados a su realización.

II, ANALISIS DE LA POBLACION

Una vez localizada la población el paso siguiente consistió en apreciar su estructura y su comportamiento. Por falta de tiempo y medios materiales para realizar las pesadas encuestas que requiere un estudio de este tipo nos basamos en la información que proporciona el último censo realizado por el DANE.

Proyecciones de población

En primer término fue necesario actualizar la información de 1973, es decir efectuar proyecciones de población.

Por consiguiente, para cada municipio se calculó las respectivas tasas de crecimiento de las cabeceras y de los sectores rurales (resto). En el caso de las cabeceras se tuvieron en cuenta esencialmente los censos de 1951 y 1973. Para el sector rural se siguieron los censos de 1951, 1964 y 1973 como también las estimaciones de población hechas a partir de la información catastral recolectada para la elaboración del mapa de distribución de la población. La información catastral se empleó cuando era de fecha más reciente y la de los censos cuando los resultados presentados nos parecían más exactos, teniendo en cuenta los conocimientos que poseyéramos sobre el respectivo municipio.

Tanto los cálculos de las tasas de crecimiento como las estimaciones de población para 1981 se efectuaron considerando que el crecimiento de la población sigue una progresión geométrica. Las fórmulas empleadas fueron las siguientes:

$$\frac{a}{100} = \frac{PF}{Pi} - 1 \quad \text{Cálculo de la tasa de crecimiento}$$

$$P_{81} = \left(Pi \cdot \left(1 + \frac{a}{100} \right) \right) \quad \text{Proyección de población en 1981}$$

a	=	Tasa de crecimiento expresada en porcentaje
PF	=	Población final
Pi	=	Población inicial
P ₈₁	=	Población en el año 1981
N	=	Diferencia entre las fechas de referencia

Estructura de la población

- Estructura por edades y por sexo
- Población económicamente activa
- Población ocupada
- Sex-ratio
- Tasa de desempleo

La información de base para este estudio fueron las cifras del censo nacional del DANE de 1973. Los conceptos de población económicamente activa y ocupada* siguen los criterios y definiciones que de ellos da el DANE en el censo de referencia.

La actualización de las cifras se hizo para el año 1981, tomando como hipótesis de partida que la estructura global de la población no había cambiado desde 1973. Sobre este supuesto se calcularon los porcentajes de hombres y mujeres (sex-ratio), luego el porcentaje de cada rango de edades por sexos y por municipios de cada zona homogénea. A continuación se aplicaron estos porcentajes a las proyecciones de población para 1981 para lograr finalmente la pirámide de edades de cada zona homogénea.

* Población económicamente activa (PEA).

Dentro de este concepto, se encuentra la población de 10 años y más de edad que estaba ocupada en una actividad económica; las personas que teniendo no trabajaron durante la semana de referencia, así como aquellas que durante la semana anterior al censo buscaron algún trabajo. De esta manera se considera que la PEA equivale al concepto de fuerza de trabajo del país, durante el período de referencia considerado. La PEA comprende:

i Población ocupada: se consideran las personas que en la semana anterior al censo realizaron alguna actividad o labor remunerada durante una o más horas a la semana; las que en condición de "ayudantes familiares" trabajaron por 15 o más horas a la semana; aquellos que teniendo empleo, no trabajaron en la semana de referencia por factores como huelgas, vacaciones, enfermedad, licencia...

La hipótesis de partida es evidentemente criticable, como también es refutable pensar que la estructura de la población de un municipio es homogénea. Sin embargo, las encuestas realizadas en el municipio de Ubaté mostraron que las zonas de altitud templadas y desfavorecidas están pobladas sobretodo por personas de edad.

Para obtener las cifras de población económicamente activa y ocupada por rangos de edades y por sexos se utilizó el mismo artificio anterior teniendo como base el Cuadro No. 8 del censo de 1973, para el cual fue necesario pedir al DANE un examen especial para los municipios con una población menor a 18.000 habitantes. Estos dos resultados se representaron en la pirámide de edades con el fin de darles un soporte visual fácil. A nivel de los cuadros estos datos se disgregaron para cabecera y resto.

La tasa de desempleo se calculó para el conjunto del Proyecto, para cada zona homogénea por sexos y tanto a nivel de cabeceras como de los sectores rurales (resto).

$$\text{Tasa de desempleo} = \frac{\text{Población económicamente activa} - \text{Población ocupada}}{\text{Población económicamente activa}}$$

Estructura socio-profesional de la población

Se siguió el mismo procedimiento anterior ajustando los datos del censo de 1973 a 1981 a nivel de cada zona homogénea. Se utilizó el Cuadro No. 20 del censo que nos facilitó el DANE para los municipios con una población menor a 18.000 habitantes.

En dicho cuadro aparecen 11 clases de actividades:

- 0 Actividad no especificada
- 1 Agricultura Caza
- 2 Explotacion Minas
- 3 Industria Manufacturera
- 4 Electricidad- Gas - Agua
- 5 Construcción
- 6 Comercio
- 7 Transportes
- 8 Establecimientos financieros

- 9 Servicios
- 10 Sin información

Las redujimos a 8 clases reagrupando por una parte Actividad no específica y sin información, y por otra, Electricidad-gas-agua, Establecimientos financieros y Servicios.

En este caso la hipótesis de partida es particularmente aventurada. Evidentemente no presenta riesgos en los municipios con gran predominio de lo rural, pero no sucede lo mismo donde las implantaciones industriales son numerosas y por lo tanto las transformaciones han sido importantes durante el intervalo 1973-1981. Por ejemplo, fue necesario introducir correcciones en la Sabana de Bogotá considerando los empleos generados por las empresas de floricultura, creadas en su mayoría después de 1973. En este dominio contamos con la suerte de poseer un estudio exhaustivo efectuado por Henri Poupon, lo que nos permitió ajustar las cifras para el año 1981 con bastante facilidad. El caso es diferente en el sector industrial donde a menudo la información es deficiente. Sin embargo, si se consideran las cifras obtenidas como órdenes de tamaño no hay muchos riesgos de cometer errores de interpretación demasiado grandes.

Dinámica de la población

Una vez localizada la población y definida su estructura, faltaba conocer su manera de evolucionar, cuales eran las zonas de partida y las receptivas. Por no poder efectuar las encuestas necesarias y a falta de una información reciente en este dominio, fue necesario imaginar métodos de cálculo que permitieran apreciar las tendencias existentes y dar una idea de su amplitud.

Se tomó como hipótesis de partida que el conjunto del Altiplano Cundiboyacense tiene una tasa de crecimiento vegetativo igual a la tasa promedio de la nación, o sea 2,1% anual.

Aplicando sistemáticamente dicha tasa a la población estimada en 1973 y la tasa de crecimiento anual de cada municipio ya calculada para efectuar las proyecciones de población, se pudo definir sobre un período

(1973-1981) y municipio por municipio, el número de salidas (emigrantes) y el número de llegadas (inmigrantes). Con dichos resultados se elaboraron cuadros a nivel de cada una de las zonas homogéneas (Véase Anexo de Población).

De este modo se pudieron definir las zonas de emigración y de inmigración. Es cierto que sería necesaria una segunda etapa para elucidar las motivaciones de los movimientos migratorios y el destino final de los emigrantes.

La población de cada municipio para 1973 se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$P_{73} = P_{81} / \left(1 + \frac{a}{100}\right)^8$$

en donde a es la tasa de crecimiento propia de cada municipio expresada en porcentaje.

La población ficticia para 1981 (F_{81}), considerando una tasa de crecimiento igual a 2,1%, se calculó mediante la fórmula inversa:

$$F_{81} = P_{73} \left(1 + \frac{2,1}{100}\right)^8$$

Las diferencias positivas o negativas entre P_{81} y F_{81} dan respectivamente, el número de inmigrantes y de emigrantes.

El cálculo de la tasa de crecimiento global de cada zona se realizó generalizando la siguiente serie geométrica:

$$\frac{A}{100} = \left(\frac{P_{fi}}{P_{fi} (1 + a_i)^{-8}} \right)^{1/8} - 1$$

en donde:

P_{fi} = Población final del municipio de índice i de la zona homogénea considerada.

a_i = tasa de crecimiento expresada en porcentaje del municipio de índice i de la zona homogénea considerada.

δ = período de referencia (1973-1981)

A = tasa de crecimiento global de la zona homogénea considerada.

Las migraciones diarias

Estos movimientos tienen considerable importancia en algunos sectores de la zona de estudio, como la Sabana de Bogotá y los polos industriales de Duitama y Sogamoso para sólo citar los más destacados. En este dominio también hay que resaltar que a pesar de una información de base a menudo deficiente, se pudo reconstituir los grandes movimientos diarios. Es evidente que un estudio detallado y a mayor profundidad debe confrontar las cifras obtenidas con encuestas de terreno o todavía más fácilmente con encuestas a las principales empresas industriales. Efectivamente, este estudio se centró en la consideración de dichos movimientos en el campo de la industria. No fue posible emprender la misma tarea en el caso de los servicios por las deficiencias de la información en dicho campo.

¿Cómo fue el procedimiento? A nivel de cada zona homogénea se tuvo en cuenta por una parte el número de personas que trabajan en la industria, minas y canteras y por otra, el número de empleos que ofrecen dichas actividades. Es obvio que si el número de empleos que se ofrecen es inferior al número de residentes que trabajan en esas dos ramas de actividades, la diferencia debe ir a trabajar en otras zonas e inversamente.

La comparación entre los datos de las distintas zonas homogéneas permitió reconstruir las migraciones diarias probables. Por ejemplo, el municipio de Belén cuenta con un número de personas trabajando en el sector de extracción superior al número de empleos que ofrecen las dos canteras artesanales locales. Se deduce que la diferencia entre las dos cifras (111) va a trabajar a las minas de Paz de Río.

El fundamento de este método es simple. Su aplicación lo es un poco menos. Es así como pudo observarse por ejemplo que, en el municipio de Madrid muchos de sus residentes van a trabajar a los municipios vecinos de Facatativá, Mosquera, Funza y hasta Bogotá y que inversamente, muchas personas de esos mismos municipios y aún de la capital van diariamente a trabajar a Madrid. Entre más complejos se vuelven los movimientos migratorios más indispensable es contar con una información completa.

III - 6

SERVICIOS



SERVICIOS

El estudio relativo a los servicios se centró en los dominios de la Educación, la Salud, las Comunicaciones y la Distribución de Agua y de Energía. Las fuentes básicas de información para el análisis de estos distintos tipos de servicio público fueron las siguientes*:

A EDUCACION

Enseñanza Básica Primaria

La información referente a matrículas por sexo, docentes por sexo, aulas, número de jornadas, escuelas oficiales y privadas a nivel de los sectores urbano y rural para el año 1981, se recolectó directamente en los distritos educativos y con la colaboración de los jefes de grupo de las escuelas.

Los datos correspondientes a los municipios ubicados en la Meseta de Tunja y en los valles de Sogamoso y Cerinza, fueron recolectados en la Secretaría de Educación del Departamento de Boyacá, Sección de Estadísticas.

Igualmente, la información concerniente a la mayoría de los municipios de la Sabana de Bogotá, se recolectó en la Secretaría de Educación de Cundinamarca, Sección de Estadísticas.

Enseñanza Secundaria y Media Vocacional

La información referente a matrículas por sexo y modalidades de enseñanza (Académica, Pedagógica, Industrial, Comercial, Agropecuaria y otras), docentes, colegios oficiales y privados y número de jornadas fue tomada directamente en las Secretarías de Educación de Cundinamarca y Boyacá para el año 1981.

* Informaciones recolectadas por el doctor Alejandro Arce.

Enseñanza Superior

La información sobre la Enseñanza Superior fue suministrada por la Sección de Estadísticas del ICFES, incluyendo la diferenciación entre instituciones oficiales y privadas, matrículas por sexo, docentes, áreas académicas y programas de estudio.

Educación no formal

En este campo la información fue tomada del Censo Nacional de Población y Vivienda del año 1973.

B SALUD

Las cifras sobre nacimientos y defunciones se tomaron de los tabulados de Registro de Nacimientos y Defunciones, preparados por el DANE para los años de 1973, 1974, 1976 y 1977.

La información sobre las diez primeras causas de mortalidad y morbilidad por egresos hospitalarios y la morbilidad por Consulta Externa, fue suministrada por la Seccional de Salud de Boyacá, Sección de Estadísticas y por la Seccional de Salud de Cundinamarca sólo en lo referente a la mortalidad por egresos hospitalarios.

La información respecto a la infraestructura de salud se recolectó directamente en los Hospitales Regionales de Girardot, Fusagasugá, Zipaquirá, Chiquinquirá, Tunja, Duitama, Sogamoso, Garagoa y Moniquirá, y en los Hospitales Locales de Tocaima, La Mesa, El Colegio, Anolaima, Arbeláez, Madrid, Guateque, Villa de Leiva, Ramiriquí, Paipa, Turmequé, Samacá, Aquitania, Santa Rosa de Viterbo, Guayatá y Tenza. Se visitó también el 50% de los Centros y Puestos de salud existentes en el área del Proyecto, donde generalmente se realizaron encuestas sobre: número de camas; consulta externa anual; personal médico, odontológico, de apoyo médico; número de ambulancias en servicio tanto oficiales como privadas; consultorios médicos, odontológicos y en el caso de la existencia de ancianos su capacidad.

La información respecto a los servicios de salud prestados por instituciones del estado diferentes al Ministerio de Salud, como es el caso del Instituto de Seguros Sociales (ISS) y de la Caja Nacional de Previsión (CAJANAL), fue colectada como sigue:

La Dirección del ISS, Seccional Boyacá, con sede en Sogamoso, suministró estadísticas referentes a egresos hospitalarios para el año 1981, según los diferentes tipos de servicio hospitalario y de los Centros de Atención Básica (CAB) ubicados en cada uno de los municipios donde existe infraestructura del ISS para la prestación de atención médica. En Cundinamarca este mismo tipo de información fue suministrada por los Directores de las Unidades Zonales del ISS, UPZ 13 Zona Norte, UPZ 14 Zona Centro y UPZ 15 Zona Occidental.

La Dirección de CAJANAL Seccional Boyacá, facilitó los datos de personal médico, odontológico y de apoyo médico de planta y servicios de salud adscritos. Para Cundinamarca este tipo de información fue dada por el Centro Médico de CAJANAL de Girardot y por la Oficina de Planeación de CAJANAL, Seccional Cundinamarca con sede en Bogotá.

Las oficinas de Saneamiento Ambiental del Instituto Nacional de Salud (INS), que funcionan en los Hospitales Regionales y Locales antes descritos, dieron los datos referentes a los servicios médicos, odontológicos, laboratorios clínicos y droguerías particulares.

La División de Información del Ministerio de Salud, con sede en Bogotá, informó sobre el número de clínicas, dotaciones y servicios médicos prestados por las mismas.

C SERVICIO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

La investigación sobre el número de usuarios del servicio de Acueducto y Alcantarillado en las cabeceras municipales, para el año 1981, se llevo a cabo directamente en las empresas de Acueducto y Alcantarillado de los centros urbanos más importantes como son: Tunja, Sogamoso, Chiquinquirá, Girardot, Zipaquirá, Fusagasugá y Facatativá, así como en la

mayoría de las administraciones municipales localizadas dentro de la zona de estudio.

La información acerca de las localidades restantes en el área de estudio proviene de diversas fuentes, discriminadas como sigue:

Unidad de Infraestructura del D.N.P., INSFOPAL, EMPOCUNDI, EMPOBOYACA y CAR. Se utilizaron además los datos del Estudio del Plan de Desarrollo Integral de Boyacá, año 1982 y del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1973.

Con respecto a las cabeceras municipales con una población menor a 2.500 habitantes y de aquellas zonas rurales donde existe acueducto, los datos fueron tomados principalmente del Instituto Nacional de Salud (INS) y del Fondo de Acueductos de Cundinamarca.

La información concerniente a las fuentes de abastecimientos y tipos de tratamientos de las aguas proviene de las siguientes entidades: Departamento Nacional de Planeación (Unidad de Infraestructura), INSFOPAL (Oficina de Planeación), CAR (División de Proyectos Especiales), INAS (División de Saneamiento Básico Rural).

D SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA

Las cifras sobre número de usuarios, consumo bimensual expresado en KWH, tipo de consumo (residencial, comercial, industrial y otros), tanto en las cabeceras municipales como en el sector rural para el año de 1982, se recolectaron en las siguientes entidades: Electrificadora de Boyacá, Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá, Electrificadora de Cundinamarca, CAR y Secretaría de Obras Públicas de Cundinamarca (División de Desarrollo Municipal).

E SERVICIO TELEFONICO, LARGA DISTANCIA

La investigación sobre tráfico telefónico de larga distancia mensual, manual y semi-automático, fue hecha directamente en una gran pro-

porción en las oficinas de TELECOM, abarcó desde oficinas de Clase I hasta Clase V (Gerencias Locales) y la sede de la Gerencia Local de Tunja para el año 1981.

La División de Escalafón de TELECOM en Bogotá definió las clasificaciones o categorías de las diferentes oficinas.

La información correspondiente a: capacidad de conmutación manual, líneas de larga distancia, número de abonados manuales y automáticos, sistemas de transmisión por ondas radio-eléctricas, diagramación de enrutamiento jerárquico de conmutación, redes físicas y enrutamiento final se recopiló en las dependencias de las Presidencias técnicas y operativas de TELECOM en Bogotá. La investigación sobre la red de líneas físicas de larga distancia en el Departamento de Boyacá fue realizada en la Gerencia Zonal de TELECOM en Tunja.

ANALISIS

EDUCACION

Se hizo énfasis en el estudio de la escolarización primaria puesto que esta etapa de la formación se considera más significativa que la enseñanza secundaria y superior. Para cada zona se calcularon los siguientes índices:

- la tasa de escolaridad, efectuando la relación entre el número de niños escolarizados y escolarizables. Estos últimos se calcularon a partir de los rangos de edades establecidos para 1981.
- las características del servicio actual destacando el número de alumnos por aula y por maestro mediante la simple relación entre número de aulas y de maestros y número de niños que asisten a la escuela.

Se analizaron:

- los límites y problemas del servicio actual. Tomando como punto de referencia un número de 30 alumnos por aula y por maestro se elaboró un cuadro y un mapa de las posibilidades de mejoramiento del servicio existente. Se observó por ejemplo que el déficit de aulas tiene como consecuencia la duplicación de la jornada, requiriéndose por lo tanto un efectivo de maestros superior al que se necesita teóricamente. O dicho de otra forma, a menudo, el número de maestros existentes permitiría una mejor tasa de escolarización pero el déficit de aulas impide que ésto se logre.
- las necesidades actuales del servicio de escolarización indicando si el problema era de carácter grave o débil. La intensidad del problema se definió teniendo en cuenta la importancia de las deficiencias existentes y la dinámica demográfica de la población de los municipios concernientes. Es evidente que en los municipios donde existen problemas a nivel de la escolarización y además una tasa de crecimiento anual

elevada, con el transcurso del tiempo se dará una agudización de los mismos, mientras que inversamente, en donde el éxodo de la población es considerable los problemas se irán atenuando.

Se intentó también cuantificar para cada zona homogénea cuales serían las necesidades actuales en número de aulas y de maestros, considerando primero la hipótesis de una escolarización del 75% y luego del 100%, teniendo siempre como punto de referencia 30 alumnos por aula y por maestro.

Se elaboró igualmente un mapa de la infraestructura escolar a partir de las fuentes de información anteriormente mencionadas y de los reconocimientos del terreno efectuados para el levantamiento del mapa de "Uso actual del suelo",

Finalmente, a título informativo se mencionó el número de establecimientos de enseñanza secundaria y superior existentes en cada zona homogénea y el número de alumnos que los frecuentan disgregado según el tipo de enseñanza.

SALUD

Unicamente se consideró el servicio de salud oficial estimando que éste atiende a un 80% de la población,

En cada zona homogénea se definió la infraestructura de salud siguiendo las categorías que rigen en el país:

- Hospital regional
- Hospital local
- Centro de salud
- Puesto de salud
- Otros (esencialmente Puestos de socorro)

Dentro de cada clase se tuvieron en cuenta el número de médicos, de camas, de personal de apoyo médico y de odontólogos. Al hacer la relación entre estos datos y el 80% de la población se pudieron calcular los siguientes índices:

- Número de habitantes/Médico
- Número de Habitantes/Cama
- Número de Habitantes/Odontólogo
- Número de Habitantes/Personal de apoyo médico

En algunos casos se pudo calcular también el índice de morbilidad, considerando el número de personas que acudieron por lo menos una vez al servicio médico en relación con la población total.

Igualmente, en donde fue posible o significativo, se estableció un cuadro de las principales causas de morbilidad en los establecimientos de salud.

El análisis del servicio de salud se centró básicamente en el levantamiento de un mapa de la infraestructura sanitaria y del grado de atención médica. Este último se clasificó de manera arbitraria en cuatro tipos:

- Bueno: posibilidades de acudir a un médico en un radio de dos kilómetros.
- Regular: posibilidades de acudir a un médico en un radio comprendido entre dos y cinco kilómetros o a un Puesto de salud en un radio de dos kilómetros.
- Deficiente: acceso a un Puesto de salud en un radio entre dos y cinco kilómetros.
- Malo: cuando se está por fuera de las normas anteriores.

La comparación entre este mapa y el mapa de "Distribución de la población por puntos" permitió, mediante un conteo sistemático, apreciar la proporción de habitantes a nivel de cabeceras y del sector rural que entra en estas categorías.

COMUNICACIONES

En este dominio se estudiaron, a nivel de cada zona homogénea:

- La infraestructura telefónica
- La infraestructura vial y los flujos del transporte de pasajeros.

Infraestructura telefónica

Los datos presentados en forma de cuadros se obtuvieron de las fuentes anteriormente indicadas. La calidad del servicio puede apreciarse esencialmente mediante el porcentaje de llamadas no satisfechas. Para cada zona homogénea se elaboró un mapa que visualiza esta infraestructura.

Infraestructura vial y flujo de pasajeros

Para cada zona estudiada se presenta un mapa de carreteras, clasificadas en pavimentadas y carreteables, y un cuadro donde se establecen las distancias entre los municipios incluidos en la zona y la duración del trayecto en horas. Este trabajo se realizó exclusivamente a partir de las informaciones recolectadas durante los reconocimientos del terreno efectuados para la elaboración del mapa de "Uso actual del suelo". Vale la pena enfatizar aquí la importancia que tiene la anotación de informaciones en el trabajo de campo, incluso si dichas informaciones no tienen un nexo directo con el objetivo preciso de las salidas al terreno. Ello permite ganar tiempo y dinero puesto que se reduce el número de salidas.

El mapa de flujos del transporte de pasajeros se realizó a partir de encuestas hechas a la mayoría de las empresas de transporte existentes para la zona. El cuadro adjunto indica además de las flotas, las frecuencias para un trayecto determinado. Las informaciones recolectadas se completaron mediante las observaciones hechas en el terreno.

ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO y ENERGIA

La información recolectada directamente en las entidades especializadas se analizó, para cada zona estudiada, de la manera siguiente:

- Acueducto: la cobertura urbana y rural por municipio. El tratamiento del agua.
- Alcantarillado: este servicio se limita a las cabeceras por lo que se presenta un porcentaje global de la cobertura a nivel de cada zona.
- Energía: el porcentaje de la cobertura urbana y rural.

En el caso de los servicios de Acueducto y Energía se elaboraron mapas indicando las tasas de cobertura de cada uno. Las estadísticas que sirven como base para este estudio, algunas veces son deficientes y erróneas, por lo que estamos obligados a recomendar una gran prudencia en la interpretación de los documentos presentados.

Para el servicio de acueducto se tuvieron en cuenta únicamente las tuberías que dependen de las entidades oficiales. Si bien se puede calcular de manera satisfactoria la cobertura urbana siguiendo este parámetro, no ocurre lo mismo en el caso de los sectores rurales. En efecto, en el campo existen tuberías locales, sea a nivel veredal sea a nivel de un limitado número de viviendas, que están por fuera de las estadísticas de las entidades oficiales.

III - 7

USO DEL SUELO



INTRODUCCION

El estudio del uso actual del suelo fue realizado con máxima precisión puesto que:

- El Altiplano Cundiboyacense es una región en la que existe un amplio predominio de lo rural.

- En la Metodología General del "Estudio Integrado del Altiplano" se consideró como un estudio de base.

- Interviene en la delimitación de las zonas homogéneas.

- Reagrupa numerosos factores tanto del medio físico como de la realidad socio-económica, y al igual que el análisis paisajístico, forma parte de los fundamentos de síntesis.

- Constituye el punto de partida indispensable para el estudio de toda la economía agrícola, ya que permite por una parte diferenciar los cultivos principales y los distintos tipos de pastos y por otra, evaluar las superficies dedicadas a cada uno de ellos.

Considerando lo anterior este capítulo metodológico estará dividido en tres partes:

- la primera abordará la forma de elaboración del mapa de "Uso actual del suelo",

- la segunda presentará los estudios derivados de esta primera investigación: tamaño de las explotaciones, tipos de uso...

- la tercera tendrá como objeto la evaluación de las producciones agropecuarias.

I. EL USO ACTUAL DEL SUELO

El proceso realizado puede dividirse en dos etapas:

1o. / Una fase investigativa que incluyó:

- los reconocimientos del terreno
- la fotointerpretación

El primero de estos pasos permitió definir y caracterizar las diferentes zonas de uso actual del suelo, delimitadas posteriormente mediante la fotointerpretación.

2o. / Una fase de transcripción que desembocó en la obtención del mapa de "Uso actual del suelo".

A. LOS RECONOCIMIENTOS DEL TERRENO

La elaboración de un mapa del uso actual del suelo exige en forma prioritaria un profundo conocimiento de la zona de estudio. El trabajo de campo tiene un carácter fundamental y debe ser por lo tanto, a la vez, sistemático y lo más amplio posible.

En el caso del Altiplano Cundiboyacense (aproximadamente 20000 Km²), fue necesario dedicar 51 días a las visitas de inspección del terreno, durante las cuales se recorrieron unos 11000 Km (Cf. Cuadro siguiente).

REGION	Número de días de recorrido	Kilómetros recorridos
SABANA DE BOGOTA	23	4833
ZONA SUR y PARAMO DE SUMAPAZ	10	2127
VALLE DE UBATE-CHIQUINQUIRA y RICAURTE	6	1355
VALLE DE TENZA	6	1212
TUNJA y ALTO CHICAMOCHA	6	1341
TOTAL	51	10868

La experiencia nos comprobó que estos reconocimientos de terreno, por requerir una cuidadosa observación a todo lo largo del itinerario elegido, son mucho más completos (y ciertamente menos subjetivos) si son efectuados por dos investigadores de formación disímil. En el presente caso, exceptuando el estudio de la Sabana de Bogotá, el trabajo de campo estuvo a cargo de un geógrafo y de un ecólogo-agrónomo, quienes continuamente confrontaron sus apreciaciones personales.

Itinerarios del terreno

El objetivo fundamental consistía en recoger el mayor número posible de observaciones. Por lo que la divisa era: debe anotarse todo. Muchos de los datos que aparentemente no tenían ninguna relación con el mapa de uso del suelo se revelaron posteriormente muy útiles para otros estudios: localización de escuelas, de pequeñas industrias, de minas, de canteras; nombre de las empresas de buses encontrados en la carretera, días de mercado, ...

Por lo tanto como requisito mínimo el investigador debe contar con el siguiente material de trabajo:

- un vehículo que disponga de un contador de kilómetros en buen estado de funcionamiento,
- un block de notas para transcribir todas las informaciones.
- un altímetro.
- un mapa topográfico y las fotografías aéreas correspondientes al itinerario elegido.

A. Ejemplo de un itinerario: NOBSA - SANTA ROSA DE VITERBO

Fecha: Mayo 4, 1982.

Observadores: Henri Poupon y Jean Boulet

Salida: Plaza de la Iglesia de Nobsa.

Altitud: 2440 metros

Kilómetros en el contador del vehículo: 12405,5

Nota: Se realizan observaciones a ambos lados de la carretera, en las anotaciones se abrevia derecha con la inicial mayúscula D e izquierda con la I.

12406,0 Km.		Se sigue en línea recta, carretera sin pavimentar. Ganadería Normanda. Pasto Kikuyo.
12406,3 Km.	D, e I.	Cultivos de Maíz alrededor de las fincas.
	D.	Pendiente cubierta de vegetación herbácea natural baja. Piedras. Erosión.
12407,0 Km.	D.	Gran cantera en la pendiente.
12407,3 Km.	D.	4 chircales.
12407,4 Km.	D.	Numerosas canteras. Pendiente cubierta de vegetación herbácea natural.
12407,6 Km.	D.	Fábrica de cal agrícola.
12407,8 Km		Se llega a la carretera pavimentada SOGAMOSO-DUITAMA. Se sigue a la derecha hacia DUITAMA.
	D.	3 chircales.
	I.	Planicie. Ganadería con cultivos de Maíz.
12408,1 Km.	D.	Numerosos chircales.
12408,2 Km.	D.	Chircales. Canteras.
	I.	Predominio de Maíz.
12408,4 Km.	D.	Escuela primaria. Canteras. Chircales.
12408,7 Km.	D.	5 chircales. Cantera.
	I.	Maíz.
12409,0	D.	Canteras. 16 chircales.
	I.	1 chircal.
12409,2	D.	Pastos y Maíz. Algo más lejos, pendiente con vegetación natural herbácea baja, piedras y erosión.
	I.	Pastos, Ganado Normando.
12409,5	D.	5 chircales.
	I.	4 chircales.
12409,6	D.	Chircales.

12409,8 Km.	D.	Pendiente con vegetación arbustiva y herbácea, Piedras,
	I.	Chircal, Planicie con pastos y ganado lechero, Problema de mal drenaje,
12410,1 Km.	D.	1 chircal,
12410,3 Km.	D.	1 chircal,
12410,5 Km.	D.	Planicie con predominio de ganadería y un poco de Maíz. Luego, pendiente con vegetación natural herbácea baja. Rocas aparentes.
	I.	Ganadería extensiva.
12411,1 Km.	I.	Trituradora (Ministerio de Obras Públicas). Predominio de la ganadería. Un poco de Maíz.
12411,6 Km.	D.	Pastos, a continuación pendiente con vegetación arbustiva y herbácea. Erosión,
	I.	Ganado Holstein.
12412,1 Km.	D.	Cultivos de Papa.
	I.	Ganado Normando.
12412,4 Km.	D.	Escuela primaria.
12412,7 Km.	D. e I.	Pastos. Ganado Holstein.
12413,0 Km.	D. e I.	Pequeña urbanización a lo largo de la carretera. Maíz, Ovejas.
12413,2 Km.	D.	Fábrica de muebles. Pendiente con erosión severa.
12413,5 Km.	I.	Fábrica de muebles.
12413,6 Km.	D.	Salsamentaria.
12413,7 Km.	I.	2 galpones.
12413,9 Km.	D.	Restaurantes. Complejo turístico de Punta Larga.
	I.	Oficina de TELECOM.
12414,2 Km.		Desviación a la derecha, carretera sin pavimentar.

	D,	Vertiente con vegetación natural herbácea
	I,	Pastos irrigados. Predominio de ganado Normando, algo de Holstein
12415,1 Km.		Encuesta agrícola No. 110. Vereda Dicho (NOBSA) 2420 m.
12415,4 Km.	D.	Escuela primaria. Pequeña urbanización.
12415,6 Km.	D.	Frutales (Breva).
12416,2 Km.	D.	Cultivos de Maíz y Repollo (se sube ligeramente).
12416,3 Km.	D.	8 grandes galpones.
	I,	Pastos mejorados.
12416,7 Km.	I.	Lechería "Villa Graciela" (Encuesta No. 111) y Porqueriza.
12416,9 Km.	I.	Desviación a la izquierda, se sube dominando una gran planicie con ganadería lechera. Pastos mejorados, riego.
	D.	Vertiente con vegetación arbustiva. Erosión severa. Pocos cultivos.
12418,8 Km.	D.	Ovejas.
12419,0 Km.	I.	Planicie muy mal drenada. Pastos de mediana calidad. Eucaliptos moribundos.
12419,5 Km.	I.	Pequeña porqueriza.
12419,6 Km.	I.	De nuevo pastos mejorados. Ganado Normando.
12420,6 Km.		Inspección Departamental de Policía "El Imperio".
12421,4 Km.	D.	Galpón. Curtiembre. Cultivos de Repollo.
12421,8 Km.	D.	Repollo.
12421,9 Km.	D.	Curtiembres. Pendiente con vegetación arbustiva, erosionada en la parte inferior.
12422,1 Km.	D.	Escuela primaria. Llegada a GACHANTIVA (SANTA ROSA DE VITERBO), Vertientes cubiertas de vegetación arbustiva. Erosión. Algo de pastos.

12422,1 Km.	I.	Ganado lechero.
12422,5 Km.	D.	3 galpones.
12422,8 Km.	D.	Zanahorias. Remolachas.
12423,1 Km.		2420 m. Se toma la carretera a la derecha. Se sube en medio de pastos.
12423,3 Km.	I.	Apicultura.
12423,5 Km.	D.	3 curtiembres. Planicie con ganado lechero.
	I.	Vegetación natural arbustiva.
12424,1 Km.		Se sube entre pendientes fuertes cubiertas de vegetación natural baja. Presencia de erosión.
12425,8 Km.		2610 m. Zonas de Maíz y Pasto Kikuyo. Ganado criollo. Cimas con vegetación natural arbustiva.
12426,8 Km.		2660 m. Zonas mixtas. Pasto Kikuyo y cultivos (Maíz, Papa).
12428,0 Km.	D.	2120 m. Escuela primaria. Se baja.
12428,3 Km.	D.	Zona mixta. Predominio de pastos. Maíz. Papa. Reforestación con Eucaliptos.
	I.	Considerable reforestación con Eucaliptos en el cerro.
12429,8 Km.	D.	Curtiembre. Entrada de SANTA ROSA DE VITERBO.
12430,5 Km.		Carretera pavimentada.
12430,8 Km.		Plaza de SANTA ROSA DE VITERBO

Hora: 11:00

Altitud: 2680 m.

Un recorrido de 24,9 Km., con una duración de 1 hora 25 minutos, en el curso del cual se realizaron dos encuestas.

B. Transcripción del itinerario.

Al finalizar la jornada se retoma el itinerario y se retranscribe en una ficha (Véase modelo) que permite clasificar la información recolectada. Cada ficha puede leerse rápidamente y aporta diversos tipos de información:

- Con respecto al uso actual del suelo, en primer término permite apreciar el porcentaje de tierra utilizado y la actividad predominante (agricultura, ganadería, agricultura y ganadería, uso industrial, ...). En el campo agrícola es posible diferenciar los cultivos principales y secundarios. En el caso de la ganadería indica el tipo de pastos (natural, kikuyo, pastos mejorados), el grado de tecnificación, las razas bovinas empleadas (Normando, Holstein, Criollo). Como se verá posteriormente, las encuestas realizadas a lo largo de la ruta constituyeron una valiosa ayuda para tratar el problema de la economía agrícola.

- En lo concerniente a la economía no agrícola permite localizar las pequeñas actividades industriales (chircales, ...), agro-industriales (pasteurizadoras, porquerizas, galpones, curtiembres) o de extracción (canteras, minas, ...).

- Finalmente, en lo que atañe a los servicios, la ficha proporciona información respecto a la ubicación de las escuelas primarias, de las Oficinas de TELECOM, acerca del estado de las carreteras (pavimentadas o destapadas), las distancias de una cabecera a otra (en kilómetros y en tiempo de recorrido).

IZQUIERDA

2680 m.

SANTA ROSA DE VITERBO

DERECHA

ENTRADA DE SANTA ROSA	REFORESTACION CON EUCALIPTOS		PASTOS KIKUYO	CARRETERA PAVIMENTADA
	VERTIENTE CON VEGETACION ARBUSTIVA PASTOS Y MAIZ		KIKUYO - MAIZ - REFORESTACION CON EUCALIPTOS 2720 m.	CURTIEMBRE
	VEGETACION ARBUSTIVA, POCOS PASTOS, POCO MAIZ	20	VERTIENTE CON ARBUSTOS / EROSION 2660 m. KIKUYO + MAIZ	ESCUELA PRIMARIA
	VEGETACION ARBUSTIVA, EROSION		VERTIENTE CON ARBUSTOS, EROSION	
APICULTURA	VEGETACION ARBUSTIVA	2420 m.	GANADERIA	3 CURTIEMBRES
CACHANTIVA	GANADERIA	15	ZANAHORIA, REMOLACHA	HACIA SANTA ROSA
	ZONA MAL DRENAJE, PASTOS, KIKUYO		VERTIENTE CON ARBUSTOS, EROSION	3 GALPONES
	PASTOS MEJORADOS, RIEGO	10	REPOLLO	ESCUELA PRIMARIA
PASTEURIZADORA, PORQUERIZA ENCUESTA III ENCUESTA IIO HACIA DUITAMA TELECOM, RESTAURANTES, MUEBLES	GANADERIA, PASTOS MEJORADOS		REPOLLO	CURTIEMBRE
	MAIZ, OVEJAS GANADO HOLSTEIN	5	INSPECCION DEPARTAMENTAL DE POLICIA EL IMPERIO	GALPON, CURTIEMBRE
TRITURADORA	GANADO NORMANDO GANADO HOLSTEIN		OVEJAS	CURTIEMBRE
5 CHIRCALES	GANADERIA, MAIZ		GANADERIA, VERTIENTE CON ARBUSTOS, EROSION	
CHIRCAL	GANADERIA EXCLUSIVA		MAIZ, REPOLLO	
	GANADERIA, PROBLEMA DRENAJE		BREVAS	
HACIA SOGAMOSO	GANADERIA		VERTIENTE CON VEGETACION ARBUSTIVA	HACIA SANTA ROSA
	MAIZ		COMPLEJO TURISTICO DE PONTALARGA	2 GALPONES
	GANADERIA, MAIZ		VERTIENTE CON EROSION SEVERA	SALSAMENTARIA
	PASTOS, KIKUYO / NORMANDO		GANADERIA HOLSTEIN	URBANIZACION
			PAPA PASTOS, VERTIENTE CON ARBUSTOS, EROSION	MUEBLES
			GANADERIA, MAIZ, VERTIENTE CON ARBUSTOS / ROCAS	MUEBLES
			VERTIENTE CON VEGETACION ARBUSTIVA / PIEDRAS	ESCUELA PRIMARIA
			PASTOS + MAIZ, VERTIENTE EN VEGETACION HERBACEA / PIEDRAS / EROSION	ZONAS DE CHIRCALES Y CANTERAS
			ESCUELA PRIMARIA	
			VERTIENTE EN VEGETACION NATURAL ARBUSTIVA	HACIA DUITAMA
			MAIZ, VERTIENTE EN VEGETACION NATURAL ARBUSTIVA / PIEDRAS / EROSION	3 CHIRCALES
				CANTERA, CAL AGRI-COLA
				4 CHIRCALES
				CANTERA
				VIA PAVIMENTADA

2440 m.

NOBSA

B. LA FOTOINTERPRETACION

El trabajo de fotointerpretación en el laboratorio se llevó a cabo en forma alternada con los reconocimientos de terreno. Esta labor permite esencialmente delimitar sobre las fotos las zonas determinadas a lo largo del recorrido. Las técnicas de fotointerpretación son de amplio conocimiento y por lo tanto se obviarán en el presente recuento.

El conjunto del Altiplano Cundiboyacense ha sido fotografiado: la cobertura aérea está prácticamente completa, exceptuando algunas pequeñas regiones que están, a menudo, comprendidas entre dos líneas de vuelo demasiado alejadas una de otra.

Sin embargo, no todos los enfoques tienen las mismas características, lo que plantea algunos problemas en el momento de la interpretación:

- Algunas fotografías están borrosas o tienen muchas nubes que esconden importantes sectores para la investigación.
- Las fechas de las fotos varían considerablemente, algunas son muy antiguas por lo que no constituyen un testimonio de la realidad actual. Por ejemplo, en la sabana de Bogotá se necesitaron 26 líneas de vuelo, 3 de las cuales (que cubren parcial o totalmente los municipios de COGUA, ZIPAQUIRA, SUBACHOQUE y ZIPACON, BOJACA, FACATATIVA) fueron tomadas antes de 1965, 8 están fechadas entre 1974 y 1975, las 15 restantes son posteriores a 1977.
- Otro carácter dispar tiene su origen en las distintas escalas de las tomas. En la sabana de Bogotá, continuando con el mismo ejemplo, la escala varía aproximadamente entre 1:20000 y 1:50000.
- Las variaciones del relieve en la zona de estudio (situada entre 200 y 4000 metros de altitud) conllevan grandes deformaciones de una fotografía a otra.

La heterogeneidad encontrada complicó seriamente la fotointerpretación, y volvió a veces delicada la labor de restitución que siempre debe ser realizada de manera minuciosa y con mucha precaución.

C. . EL MAPA DE "USO ACTUAL DEL SUELO"

Al finalizar los reconocimientos del terreno y la fotointerpretación el siguiente paso consistió en cartografiar la información disponible.

El primer esbozo se intentó a escala 1:100.000, lo que representaba 19 planchas. Para facilitar el manejo y la presentación (solamente tres planchas) se eligió finalmente la escala 1:200.000 para la publicación, lo que nos obligó a reagrupar algunas pequeñas unidades en relación con el mapa original.

El mapa de "Uso actual del suelo" tenía como objetivo principal evidenciar para cada unidad descrita, el uso dominante, los distintos tipos de pastos y los principales cultivos.

- a / El uso dominante se representó mediante un color (Véase Mapa de Uso del Suelo)
- azul claro para la vegetación natural
 - verde claro para los pastos
 - amarillo para los cultivos de las zonas templadas y frías
 - naranja para los cultivos de las zonas cálidas
 - rojo para los frutales
 - blanco para el uso no agrícola
- b / Dentro de cada unidad, mediante la ayuda de una representación simbólica (tramas o signos también en colores), se precisaron:
- los distintos tipos de vegetación natural (Páramo, Pantanos, Rastrojos, Arbustos, Arboles)
 - los cultivos principales (Cebada/Trigo, Papa, Zanahoria, Cebolla, Arveja, Haba, Tomate, Fríjol, Hortalizas, Maíz, Sorgo, Algodón, Café, Caña de Azúcar, Yuca, Arracacha, Fique)
 - las clases de pastos (Páramo utilizado, Pasto Azul, Kikuyo, Raigrass, Imperial/Angleton, Pangola, Gordura/Puntero)
 - las variedades frutales (Manzana/Pera/Durazno/Fresa. Curuba, Mora, Plátano, Guayaba, Maracuyá, Mango, Tomate de Arbol, Cítricos)
 - los usos no agrícolas (Canteras, Minas, Zonas industriales, Zonas re-

servadas. Parques nacionales. Urbanizaciones)

Los colores empleados en dichas tramas o símbolos son los siguientes:

- para la vegetación natural: violeta sobre fondo azul claro
- para los pastos: verde oscuro sobre fondo verde claro
- para los cultivos de zona fría: rojo vivo sobre fondo amarillo
- para los frutales: rojo vivo sobre fondo rojo claro
- para los cultivos de las zonas templadas y cálidas: marrón sobre fondo naranja
- para las zonas no agrícolas: negro sobre fondo blanco

c / En cada unidad el uso secundario se indicó mediante los mismos símbolos utilizados en la anterior especificación. En este caso el color del fondo corresponde a la información relativa al uso primario o dominante.

d / En las tres planchas se emplearon algunas representaciones de distintas tramas del mismo color o de colores diferentes. El lector deberá identificarlas con ayuda de la leyenda:

Por ejemplo:

Vegetación arbustiva/Vegetación de rastrojos en violeta

Kikuyo/Pastos mejorados en verde oscuro

Maíz/Papa, Maíz/Trigo O Papa/Trigo en rojo vivo

Caña de Azúcar/Yuca en marrón

Maíz/sorgo en rojo vivo y marrón

En el caso de un estudio integrado, como lo fue el del Altiplano Cundiboyacense, el establecimiento del Mapa de "Uso actual del suelo" sólo podía ser una etapa que condujera a trabajos complementarios y en ningún caso podía representar un fin en sí mismo.

Los trabajos emprendidos a partir de este mapa de base fueron de cuatro tipos:

- La delimitación de las zonas homogéneas
- Luego de identificar los fenómenos se trataba de cuantificarlos

- Intentar el establecimiento de relaciones entre el uso actual del suelo y los datos concernientes al medio físico (altitud, pendiente) y al medio humano (distribución de la población)
- La estimación de las producciones agrícolas y por consiguiente el punto de partida para los estudios de la economía rural.

II. ESTUDIOS DERIVADOS

10. / La delimitación de las zonas homogéneas

El mapa de "Uso actual del suelo" fue uno de los estudios básicos (conjuntamente con el análisis paisajístico y el mapa de "Distribución de la población"), para la definición y para la posterior delimitación de las zonas homogéneas.

Aquí consideraremos solamente algunos ejemplos de gran significación puesto que la metodología utilizada para determinar las zonas homogéneas constituye el objeto de otro capítulo.

- Las zonas 5, 23 y 28 coinciden con las regiones dedicadas a la ganadería lechera de carácter intensivo y tecnificado, en donde predominan los pastos mejorados (Raigrass).

- Las zonas 14 y 34 son dos sectores en donde el Café constituye el cultivo principal.

- La existencia de un cultivo dominante fue la característica elegida para designar las zonas 9 (Cebolla), 10 (Cebada) y 11 (Papa).

- La actividad mixta agropecuaria permite diferenciar las zonas 7, 17, 24 y 39.

- Las zonas 4 y 16 se caracterizan por la poca magnitud de las superficies dedicadas a la agricultura y por la presencia de numerosas explotaciones mineras.

- Las regiones en donde no existe un empleo agrícola del suelo se reagruparon en las zonas 6 o en las zonas 31.

20. / Estudio cuantitativo

Una vez delimitadas las 43 zonas homogéneas y localizadas en el mapa de base, se realizó el estudio detallado y cuantitativo del uso del suelo en dos etapas:

- Primero a nivel de cada zona homogénea
- Luego a nivel de todo el Altiplano reagrupando los resultados obtenidos en la etapa anterior.

El primer trabajo consistió en describir, para cada zona homogénea, de la manera más precisa posible cada unidad de uso actual del suelo, indicando:

- el uso dominante
- los cultivos principales, el tipo de pastos, los diferentes tipos de uso no agrícola...
- las características del medio físico (básicamente la pendiente y la erosión)
- las informaciones especiales: problemas de drenaje, existencia de riego...

Una vez detallada la superficie de cada unidad según los parámetros anteriores, se midió con una malla de puntos. Se eligió este método teniendo en cuenta su simplicidad, su rapidez y el escaso margen de error que brinda.

- Simplicidad: como la malla de puntos empleada cuenta con 100 puntos por cada 25 cm², la conversión (para un mapa a escala 1:200.000) es fácil, el número de puntos contados equivalen a la superficie expresada en Km².

- Rapidez: para cada unidad se efectuaron cinco conteos sucesivos (variando las posiciones de la malla). La superficie calculada corresponde al promedio de los cinco conteos efectuados.

- El margen de error es del orden de 2,5%.

Siguiendo este método se midieron 1450 unidades de uso del suelo.

30. / Tipos de uso actual del suelo

Se definieron cinco grandes tipos de uso actual del suelo:

- Sin ningún uso agrícola (aquí se incluyeron también las unidades con vegetación natural y aquellas en donde el uso es industrial o minero).
- Uso parcial: en este caso la actividad agropecuaria cubre las unidades sólo en forma parcial y un sector importante de las mismas está cubierto de vegetación natural, sin embargo imposibles de diferenciar cartográficamente.

- Agricultura exclusiva.
- Uso mixto: agricultura y ganadería
- Ganadería casi exclusiva.

La clasificación de las unidades según cinco tipos de uso permite, para cada zona homogénea:

- visualizar las características principales mediante la ayuda de una representación cartográfica simplificada.
- evaluar el porcentaje de superficie dedicado a la actividad agrícola o ganadera.

Se pudo entonces estimar el grado de ocupación agropecuaria y luego de la repartición calificarlo en cinco rangos:

- Muy bueno cuando es superior a 70% (con excepción de los cerros que la bordean la sabana de Bogotá se encuentra en esta categoría).
- Bueno cuando está comprendido entre 60% y 70% (por ejemplo las zonas 5 y 23, las zonas cafeteras 14 y 34).
- Satisfactorio cuando varía entre 40 y 60% (zonas de pastos no mejorados, 1, 25, 30, 32).
- Crítico, entre 20 y 40% (cerros ubicados en la sabana de Bogotá).
- Muy crítico, cuando es inferior a 20% (zonas 6, zonas mineras 4 y 16).

40. / Tamaño promedio de las explotaciones

La elaboración de un plan de desarrollo para una región dada debe tener en cuenta las realidades humanas y socio-económicas existentes. Una de las informaciones fundamentales consiste en el tamaño de las explotaciones. En efecto, es por ejemplo aberrante preconizar mejoras técnicas como instalaciones de drenaje o de irrigación en zonas donde el tamaño de las explotaciones es tan pequeño que no permitiría rentabilizar las mejoras contempladas.

Resulta evidente que la apreciación exacta de los tamaños de las explotaciones demanda un trabajo de campo considerable, requiriendo también un gran número de encuestas en cada unidad descrita. Siendo imposible materialmente realizar este trabajo tuvimos que conformarnos con estimaciones promedias.

Cada una de las 1450 unidades de uso actual del suelo se caracterizó por lo tanto mediante:

- su superficie en hectáreas
- el número de viviendas existentes (establecido a partir del mapa de repartición por puntos de la población rural).

El tamaño promedio de las explotaciones se obtuvo entonces efectuando la siguiente relación:

$$\frac{\text{superficie utilizada}}{\text{número de viviendas}}$$

La superficie utilizada corresponde a la de la unidad de uso del suelo menos la superficie ocupada por las viviendas, las vías de comunicación, ... La importancia de estas tierras no utilizables para la actividad agropecuaria se evaluó en función de la densidad rural de la unidad de uso de suelo considerada. Se estimó en:

- 5% de la superficie cuando la densidad es inferior a 50 habitantes/Km².
- 10% de la superficie para densidades comprendidas entre 50 y 100 habitantes/Km².
- 15% de la superficie para densidades comprendidas entre 100 y 200 habitantes/Km².
- 20% de la superficie para densidades comprendidas entre 200 y 300 habitantes/Km².
- 25% de la superficie cuando la densidad es superior a 300 habitantes/Km².

Límites del estudio de los tamaños de las explotaciones

- No hay que olvidar en ningún momento que los tamaños de las explotaciones evaluados de esta forma representan únicamente valores promedios.
- Esta información se obtuvo a partir de dos mapas ("Uso actual del suelo" y "Repartición de la población") elaborados de manera independiente. Algunas viviendas podían por lo tanto aparecer en el límite de dos unidades y la ubicación dependía entonces de una elección perfectamente subjetiva. Si bien este inconveniente tiene poca importancia en las zonas de gran densi-

dad podía llevar a cometer grandes errores en las unidades poco pobladas: efectivamente, la división de una superficie entre dos o entre tres, da resultados muy diferentes.

- Otro inconveniente relacionado con el método de trabajo (superposición de dos mapas), consistió en las discordancias que se presentaron algunas veces: en una unidad descrita como sin utilización agrícola aparecieron algunas viviendas sin que ninguna explicación justificara la discordancia constatada.
- Algunas unidades de uso del suelo aparecen sin viviendas. Teóricamente es por lo tanto imposible evaluar el tamaño de las explotaciones. En este caso decidimos contar una sola vivienda en dichas unidades (por otra parte muy escasas).

Cartografía

La cartografía se elaboró con base en el mapa de "Uso actual del suelo". Se escogieron seis intervalos para el tamaño de las explotaciones (tanto en el mapa general a colores a escala 1:200,000 como en los mapas con tramas de cada zona homogénea):

- menos de 5 hectáreas
- entre 5 y 10 hectáreas
- entre 10 y 20 hectáreas
- entre 20 y 50 hectáreas
- entre 50 y 100 hectáreas
- más de 100 hectáreas

50. / Relaciones entre el uso del suelo y otros parámetros

Se buscaron las relaciones que unen los datos concernientes al uso actual del suelo con diversos parámetros del medio físico (altitud, pendiente), y del medio socio-económico (densidad de población, tamaño de las explotaciones). En efecto, el planificador, antes de tomar decisiones, debe poseer una información precisa acerca del medio sobre el que debe intervenir pero tam-

bién debe conocer su funcionamiento.

A / Relación Uso del suelo/Altitud

Para poder evidenciar esta primera relación se requirieron dos datos adicionales a nivel de cada unidad de uso del suelo:

- La altitud a la que se encuentra cada unidad de uso. Para obtener esta información se superpuso el mapa de "Uso actual del suelo" a un mapa del relieve donde aparecen las curvas de nivel cada 200 metros. Es obvio que en una misma unidad se podían presentar dos, tres o varias curvas de nivel, en este caso se estimaron los porcentajes aproximados de la unidad considerada situados en cada sector.
- La distribución de las superficies dedicadas a cada cultivo o a cada tipo de pastos (Cf. Capítulo de Economía Rural).

A partir de estos dos factores fue posible:

- establecer, para cada zona homogénea, la relación entre las superficies dedicadas a la agricultura, a los pastos o bien sin uso y la altitud.
- conocer, para el conjunto del Altiplano Cundiboyacense, el escalonamiento de cada cultivo y determinar las zonas donde estos se encuentran sea en el punto óptimo para su producción, sea por el contrario en su límite ecológico.

B / Relación Población rural/Tipo de uso

En la perspectiva de un plan de desarrollo es de gran interés evidenciar las relaciones existentes entre la densidad de población y los distintos tipos de uso del suelo. En efecto, antes de preconizar algunos cambios de uso que pueden parecer aconsejables al planificador, éste debe saber que consecuencias tendría sobre la población las soluciones que propone.

Teniendo en cuenta este objetivo, se reagruparon las unidades a nivel de todo el Altiplano según los cinco grandes tipos de uso definidos anteriormente. Se conoce la densidad de población rural a nivel de cada unidad (relación entre el número de viviendas y la superficie). De esta forma pudo evaluarse por tipo de uso del suelo:

- La mediana de la densidad de población rural.

- Los límites de los cuartiles inferior y superior, correspondientes respectivamente a las frecuencias 0,25 y 0,75.

Los resultados obtenidos presentan sensibles diferencias según sea el tipo de uso:

TIPO DE USO	Densidad de población rural (Habitantes/Km ²)		
	Mediana	Cuartil inferior	Cuartil superior
Sin uso agrícola	2	0	10
Uso parcial	27	13	50
Ganadería	34	19	60
Agricultura y Ganadería	66	37	111
Agricultura	79	46	148

Una vez determinados la mediana y los cuartiles fue posible comparar los valores de cada unidad del suelo con dichos datos. Para un tipo de uso dado, cualquier valor que aparece por fuera del intervalo establecido se consideró "anormal" y se trato de buscar una explicación que justificara las densidades demasiado bajas o por el contrario demasiado elevadas.

Como se verá posteriormente, estos cálculos se precisaron todavía más y pudo evaluarse la densidad de población rural según cada tipo de cultivo y cada clase de pastos.

C / Relación Tamaño de las explotaciones/Tipo de uso

Aun cuando esta relación consiste solamente en un corolario de la anterior nos pareció indispensable resaltarla puesto que aporta una información fundamental.

Por lo tanto, para cada tipo de uso del suelo se determinó el promedio de los tamaños de las explotaciones así como los límites de los cuartiles superior e inferior (Cf. cuadro siguiente):

TIPO DE USO	Tamaño de las explotaciones (Hectáreas)		
	Mediana	Cuartil inferior	Cuartil superior
Sin uso agrícola	180	55	438
Uso parcial	24	11	46
Ganadería	17	9	32
Ganadería y Agricultura	8	5	15
Agricultura	7	3	12

Una vez obtenidos estos valores se compararon con los datos de cada unidad de uso del suelo. Cualquier valor por fuera del intervalo establecido por los cuartiles inferior y superior se consideró "anormal" y se trató de buscar una explicación para justificar los tamaños de las explotaciones demasiado pequeños o por el contrario demasiado grandes.

D / Relación Tipo de uso/repartición y densidad de la población rural/
Pendiente

En una región como el Altiplano, con un relieve tan accidentado, es de extremado interés comprender como se utilizan las distintas formas de relieve.

Para lograrlo diferenciamos:

- las partes planas
- las pendientes ligeras (menos de 12% de inclinación)
- las pendientes fuertes (más de 12%), son aquellas en donde la mecanización es casi imposible.
- por arriba de un 30% se trata de tierras en las cuales es imposible el arado animal.

Se determinaron, primero a nivel de cada zona homogénea y luego a nivel de todo el Altiplano, para cada una de las anteriores tres categorías:

- la superficie
- los diferentes tipos de uso encontrados (y sus respectivas importancias)
- el número de viviendas distribuidas según el tipo de uso.

De esta forma pudo obtenerse una valiosa información con respecto a:

- la importancia, en cuanto a superficie se refiere, de cada una de las tres categorías en la zona de estudio, lo que constituye un conocimiento básico para los futuros planes de desarrollo.
- la densidad promedio de la población instalada en las pendientes (60 habitantes/Km²), en las pendientes ligeras (51 habitantes/Km²) y en las pendientes fuertes (17 habitantes/Km²).
- el uso dominante: mientras las pendientes fuertes son poco utilizadas (9% de las tierras sin uso agrícola o con un uso parcial), las pendientes ligeras están dedicadas a la actividad mixta agropecuaria y en los valles predominan los pastos y por lo tanto la ganadería.

III. LAS PRODUCCIONES AGROPECUARIAS

Como ya se ha anotado en varias oportunidades, el mapa de "Uso actual del suelo" es un primer trabajo, de carácter fundamental que sirve como base para la totalidad del estudio de la Economía rural.

Cada zona homogénea se dividió en unidades de uso del suelo, caracterizadas por varios datos:

- su superficie total y su superficie realmente utilizada para fines agropecuarios.
- su utilización precisa con los distintos cultivos y/o los diferentes tipos de pastos.
- su altitud.
- su pendiente (clasificadas en tres categorías).

EJEMPLO DE UNA ZONA

Para cada zona homogénea los datos se presentan en un cuadro. Tomemos como ejemplo la zona No. 11:

1o. / Características generales

Superficie total 175,4 Km² o sea 17540 hectáreas

- Sin ningún uso agrícola: 4562 hectáreas o sea 26%
- Agricultura: 8534 hectáreas o sea 49%
- Pastos: 4444 hectáreas o sea 25%
- 14 unidades de uso actual del suelo descritas (Cf. Cuadro anexo).

2o. / Superficie utilizada

Una vez elaborado el cuadro, se puede evaluar en una primera aproximación las superficies dedicadas a la agricultura y a la ganadería.

a / Agricultura

- Papa 6166 hectáreas (72%)
- Cebada/Trigo 1306 hectáreas (15%)
- Frutales 802 hectáreas (9%)

ZONA HOMOGENEA 11

NUMERO DE UNIDAD	ALTITUD (m)	SUPERFICIE TOTAL Ha.	SUPERFICIE UTILIZADA Ha	PARAMO Ha		VEGETACION NATURAL Ha	AGRICULTURA		PASTOS		
				Superficie total	Superficie utilizada		Superficie Ha	Tipo de cultivos	Superficie Ha	Tipo	Tecnificación
1	3000 - 3200	160	136						136	Kikuyo	1
2	2800 - 3000	1680	1512						1512	Kikuyo Raigras	3
3	2800 - 3200	1280	1216						1216	Kikuyo Raigras Pasto Azul	2
4	3000 - 3200	400	380	285	95				95	Pasto Azul	1
5	2800 - 3000	1040	988			208	780	Maiz Papa Cebada / Trigo			
6	2800 - 2800	880	836				330	Frutales	506	Kikuyo Pasto Azul	1
7	2400 - 2800	80	76						76	Raigras	3
8	2800 - 2800	840	714			84	630	Frutales Cebada / Trigo			
9	2800 - 2800	420	378				157	Frutales	221	Kikuyo	2
10	2800 - 3200	5980	5671			1036	4635	Papa			
11	3200 - 3500	2160	2052			1512	540	Papa			
12	2800 - 3200	1440	1296			216	1080	Papa Cebada / Trigo			
13	2800 - 3200	1020	969				382	Papa Cebada / Trigo	587	Kikuyo	2
14	2800 - 3500	180	160			160					
TOTAL	2600 - 3500	17540	16384	285	95	3216	8534		4389		

ESCALA DE TECNIFICACION: 1-Rudimentaria 2-Sub-tecnificada 3-Tecnificada 4-Altamente tecnificada

- Maíz 260 hectáreas (4%)

TOTAL 8534 hectáreas

b / Pastos

- Páramo utilizado 95 hectáreas (2%)

- Pasto Azul 753 hectáreas (17%)

- Kikuyo 1 y 2 1603 hectáreas (36%)

- Kikuyo 3 756 hectáreas (17%)

- Raigrass 1237 hectáreas (28%)

TOTAL 4444 hectáreas

30. / Evaluación de las producciones

La evaluación de las producciones se basó en dos tipos de trabajos:

- la documentación existente al respecto
- las encuestas de terreno

a / La documentación existente: Se emplearon fundamentalmente los documentos de trabajo del ICA titulados: "Identificación de sistemas de producción. Recomendaciones tecnológicas y costos de producción agropecuaria".

- Distrito de Transferencia de Tecnología DUITAMA Marzo de 1979
- Distrito de Transferencia de Tecnología TUNJA Abril de 1976
- Distrito de Transferencia de Tecnología Valle de Tenza Abril de 1979
- Distrito de Transferencia de Tecnología CHIQUINQUIRA Abril de 1979
- Distrito de Transferencia de Tecnología LA MESA Marzo de 1979
- Distrito de Transferencia de Tecnología FUSAGASUGA Febrero de 1979

También se consultaron los documentos publicados por el ICA/DRI y por la Caja Agraria respecto a los costos de producción y a los rendimientos de cada cultivo.

b / Las encuestas de terreno

Consistieron en encuestas abiertas hechas a los agricultores o a los ganaderos en el curso de las visitas de reconocimiento del terreno. Se prefirió

este tipo de encuestas antes que las realizadas con cuestionarios preestablecidos, ya que estas últimas a menudo asustan a los encuestados.

El encuestador debe tener en mente algunas preguntas fundamentales con el fin de orientar la conversación pero esencialmente debe permanecer a la escucha de la persona interrogada:

- Cultivos principales. Cultivos secundarios.
- Fecha de siembra. Superficie cultivada. Cantidad de semilla empleada.
- Trabajos preparatorios. Trabajos en el curso del cultivo.
(Número de días necesarios, número de personas empleadas).
- Fecha en que se esparcen los abonos, los herbicidas o los fungicidas
(cantidades utilizadas, costos de los productos, costo de la mano de obra).
- Fecha de la cosecha. Cantidades cosechadas. Destino de la producción
(precio de venta,...). Número de cosechas al año.
- En el caso de la ganadería: tipo de pasto, razas bovinas, carga por hectárea, rotación de los pastos, finalidad (leche, levante, carne). Producción de leche diaria.
- Otros datos generales acerca de la región.
- Problemas que se afrontan a nivel de las producciones, de la venta, de los costos....

Con el fin de no dejarse inducir a error por las respuestas de una sola persona, el investigador tendrá que encargarse de multiplicar el número de encuestas realizadas en el mismo sector y confrontarlas para eliminar aquellas que puedan parecer inexactas.

En nuestro caso, el Altiplano Cundibuyacense, se consideraron buenas 165 encuestas, las cuales permitieron apreciar las diversas producciones existentes.

c / Resultados obtenidos

- * En lo concerniente a la agricultura, se evaluaron las producciones de cada cultivo en un año dado, a partir de las superficies estimadas y de los rendimientos establecidos en la documentación u obtenidos a partir de las encuestas.

* En el caso de los Pastos y por lo tanto de la actividad ganadera, el procedimiento fue algo más complejo. Se pueden diferenciar varias fases:

- En un primer tiempo, se determinó la carga por hectárea. Dicha estimación incluye dos datos de base: el tipo de pasto y el grado de tecnificación.

Por ejemplo, se estimó que:

- | | |
|-------------------------------------|---------------------|
| - Kikuyo Tecnificación 1 | 0,8 animal/hectárea |
| - Pasto Azul Tecnificación 1 | 1 animal/hectárea |
| - Kikuyo Tecnificación 2 | 1,2 animal/hectárea |
| - Kikuyo o Raigrass Tecnificación 3 | 1,8 animal/hectárea |
| - Raigrass Tecnificación 4 | 2,5 animal/hectárea |

En estas condiciones fue posible evaluar la importancia del número de cabezas bovinas en cada unidad, luego en cada zona y por último a nivel de todo el Altiplano, diferenciando las diversas producciones: leche, carne o levante.

* En lo que respecta a la ganadería lechera, se determinó la producción promedio anual de cada animal, teniendo en cuenta el número de animales lactantes (60%, según la hipótesis máxima elegida), el tipo de pastos, el grado de tecnificación y la pendiente.

Se determinaron las siguientes producciones promedias:

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| - Kikuyo, Tecnificación 1 | 4,5 litros/animal/día |
| - Pasto Azul, Tecnificación 2 | 4,5 litros/animal/día |
| - Kikuyo, Tecnificación 2 | 6 litros/animal/día |
| - Kikuyo, Tecnificación 3. | 11 litros/animal/día |
| - Raigrass, Tecnificación 3 | 12 litros/animal/día |
| - Raigrass, Tecnificación 4 | 16 litros/animal/día |

Una vez estimadas las producciones de leche a nivel de cada unidad, se reagrupan por zonas homogéneas y luego para el conjunto del Proyecto,

Hay que anotar que se introdujeron algunas modificaciones a los cálculos anteriores: en el caso de zonas exclusivamente agrícolas se estimó que cada finca posee dos vacas lecheras que producen 2,5 litros de leche/animal/día.

Los resultados se presentan, a nivel de cada zona homogénea, en cuadros. Tomemos de nuevo el ejemplo de la zona No. 11:

ZONA II EVALUACION DE GANADO Y PRODUCCION DE LECHE

Unidad	GANADO BOVINO (Nº de Cabezas)		PRODUCCION LECHERA	
	Lechero	Otro	Nº de vacas en lactancia	Cantidad de leche/día
1	109		65	292
2	2722		1633	17963
3	486	484	292	1314
4		95		
6	202	202	121	544
7	137		82	902
9	88	88	53	238
13	157	313	94	423
TOTAL	3901	1184	2340	21676

Corrección: existen 967 viviendas en la zona agrícola o sea 1934 vacas lecheras y por lo tanto 4835 litros de leche adicionales.

O sea un total de 7019 cabezas de ganado (5835 vacas lecheras) y una producción de 26511 litros de leche diarios.

A nivel de un programa de desarrollo puede ser interesante evaluar dichas producciones según el tipo de pastos;

ZONA II NUMERO DE CABEZAS SEGUN EL TIPO DE PASTOS

Nº de cabezas \ Tipo de pastoreo	Paramo	Pasto Azul	Kikuyo Tecnificacion. 1 al 2	Kicuyo Tecnificacion. 3	Raigras	Total
Lecheras		1118	1696	1361	1660	5835
Otras	48	310	664		162	1184
TOTAL	48	1428	2360	1361	1822	7019

ZONA II PRODUCCION DE LECHE SEGUN EL TIPO DE PASTO

Tipo de pastos	Pasto azul	Kikuyo Tecnificacion 1 al 2	Kikuyo Tecnificacion 3	Raigras	Total
Litros de leche/día	2847	4361	8981	10322	26511

ZONA II PRODUCCION DE LECHE SEGUN LA ALTITUD

Altura en m.	2400 / 2600	2600 / 2800	2800 / 3000	3000 / 3200	3200 / 3500	Total
Litros de leche/día	902	1873	20833	2368	535	26511

Una vez finalizado el extenso trabajo de evaluación de las producciones tanto agrícolas como lecheras poseemos una documentación de base que permite:

- conocer y caracterizar con precisión la actividad agropecuaria de cada zona homogénea.
- emprender los estudios de la economía rural.

III - 8

**ANALISIS DEL
MEDIO AGRICOLA**



ECONOMIA AGRICOLA

Los trabajos precedentes son indispensables para abordar el análisis del medio agrícola, formular un diagnóstico referente a la adecuación de los sistemas agrarios actuales e identificar los problemas encontrados.

Este estudio de la economía agrícola se emprendió con base en los documentos disponibles que se anotan a continuación:

- el mapa de uso actual del suelo, en donde se describe detalladamente cada unidad,
- el mapa agrológico, que da una descripción relativamente pormenorizada de los suelos (características físicas y químicas, pendiente, erosión actual y potencial),
- el mapa de tamaño de las explotaciones
- las evaluaciones de las producciones agropecuarias
- las 165 encuestas de terreno y los documentos publicados por el ICA, el DRI y la Caja Agraria (Cf. las producciones agropecuarias).

I - Elementos de análisis

El análisis del medio agrícola reposa sobre cuatro elementos fundamentales:

- el ingreso promedio por hectárea
- el ingreso promedio por explotación
- la aptitud actual del suelo
- el tamaño promedio de las explotaciones

Tres de estos elementos hay que determinarlos y solamente se conoce el cuarto. En primer término mostraremos como fueron elaborados los datos más notables; luego en segunda instancia, como se desemboca en un diagnóstico general del medio agrícola y también como se logra su representación cartográfica.

lo - El ingreso promedio por hectárea

Se calcula a partir de dos fuentes:

- Las encuestas directas hechas a los agricultores y los ganaderos.
- La información existente: documentos (publicados por el ICA, el DRI y la Caja Agraria) relativos a los costos de producción de cada cultivo, por grandes unidades regionales.

Estos documentos deben utilizarse con precacución puesto que muchos de los componentes que intervienen en el cálculo de los costos de producción deben eliminarse en el momento de la evaluación de los ingresos por explotación. La mejor ilustración la constituye el capítulo "Mano de Obra". En efecto, ésta debe ser completamente contabilizada para evaluar los costos de producción, pero a nivel de los ingresos sólo debe considerarse la mano de obra asalariada, excluyendo el trabajo efectuado por el explotador o sa familia.

En los datos del ICA, por una parte aparecen los costos de administración (5%), que sólo se dan en las grandes haciendas o en las explotaciones de sociedades, y por otra los costos de transporte que a menudo no están a cargo del productor.

Hechas estas anotaciones, es posible evaluar el ingreso promedio por hectárea; para cada tipo de cultivo, para cada micro-región específica; teniendo en cuenta la altitud, que influye notablemente sobre los rendimientos, y también el grado de tecnificación observado durante los reconocimientos de terreno o las encuestas.

Una vez determinados dichos ingresos se lleva el estudio a nivel de las zonas homogéneas. Cada una de ellas comprende determinado número de unidades de uso del suelo, para las cuales se calculó la superficie de cada cultivo o la producción diaria de leche. Por consiguiente, es posible evaluar para cada una de dichas unidades el ingreso global, que viene dado por la relación:

$$\begin{aligned} \text{Ingreso global} &= \text{Ingreso cultivo 1} + \text{Ingreso cultivo 2} + \dots \\ &(\text{para una unidad} + \text{Ingreso cultivo n} \\ &\text{del suelo}) \end{aligned}$$

donde:

$$\text{Ingreso cultivo 1} = \text{Superficie (ha) cultivo 1} \times \text{Ingreso}(\$/\text{ha}) \\ \text{cultivo 1}$$

Se calcula luego:

$$\begin{aligned} \text{Ingreso global } \$/\text{ha} &= \frac{\text{Ingreso global } (\$)}{\text{Superficie de la unidad de uso del suelo}} \\ &(\text{para una unidad de} \\ &\text{uso del suelo}) \end{aligned}$$

De este modo se obtiene para cada zona homogénea, tanto ingreso por hectárea como unidades de uso del suelo existan. Los valores se distribuyen entonces en cinco clases (quintiles) de igual efectivo, ordenados de 1 a 5 (1 representa los mejores ingresos y 5 los más malos). Es claro que dichos quintiles no pueden caracterizar sino una zona homogénea determinada, puesto que los valores límites entre cada clase varían de una zona a otra,

Es así como, si tomamos como ejemplo la sabana de Bogotá, que reagrupa tres tipos de zonas homogéneas bien diferenciadas

(por una parte la 28, las 2B, 2C, 2D, 2E, 2F y 2G y las 31, 31A, 31B, 31C, 31D, 31E, por la otra), la diferenciación de los ingresos por hectárea en cinco clases no puede realizarse sobre la base de una u otra de las zonas, sino que hay necesidad de reagrupar primero todos los valores conocidos y distribuirlos luego en cinco nuevas clases que por supuesto tendrán valores límites diferentes.

Se da una representación cartográfica que permite conocer la clase de ingreso por hectárea de cada unidad del suelo según el tipo de uso.

2o - Ingreso promedio por explotación

La evaluación del ingreso promedio (anual o mensual) por explotación no presenta mayores dificultades para calcularse, conociendo para cada unidad de suelo los datos siguientes:

- el ingreso global
- el número de viviendas

El ingreso promedio por explotación es la relación existente entre el ingreso global expresado en pesos y el número de viviendas.

En forma semejante a como se procedió en la estimación del ingreso promedio por hectárea, y con las mismas observaciones, dicho ingreso por explotación se distribuyó en cinco clases (quintiles) y luego se representó cartográficamente.

30 - Aptitud agrícola del suelo

La aptitud agrícola de los suelos se estableció considerando cuatro factores fundamentales:

- La calidad intrínseca del suelo estimada a partir de las características físicas y químicas del mismo,
- La calidad del drenaje,
- La pendiente,
- La erosión.

El mapa de "Suelos" del Altiplano Cundiboyacense constituyó el punto de partida para la clasificación de las unidades de suelo, ya que en él éstas se describen según los factores antes enunciados. Atendiendo al gran número de unidades encontradas se realizó una codificación de dichos factores, con el fin de obtener una identificación rápida y sistemática de cada unidad.

La codificación consistió en apreciar cada factor refiriéndolo a una escala numérica de 0 a 5, es decir desde la imposibilidad total hasta la aptitud máxima para la actividad agropecuaria. Dicha codificación se hizo de la manera siguiente:

- Calidad intrínseca del suelo (S). La calificación de este factor se realizó teniendo en cuenta las siguientes características del suelo: profundidad, textura, composición en materia orgánica, PH y capacidad de bases intercambiables.
- Calidad del drenaje (d). Con base en la descripción de las unidades de suelo y las observaciones de campo efectuadas, se estableció la siguiente clasificación:

<i>Suelos bien drenados</i>	5
<i>Suelos moderadamente bien drenados o con drenaje algo excesivo</i>	4
<i>Suelos imperfectamente drenados</i>	3

<i>Suelos pobremente drenados o con drenaje excesivo</i>	2
<i>Suelos con inundaciones muy frecuentes e irregulares que hacen incierto el uso del suelo para la actividad agropecuaria</i>	1
<i>Pantanos donde es imposible cualquier actividad agropecuaria</i>	0

- Pendiente (p). Se consideraron las clases de pendientes utilizadas por la Subdirección Agrológica del IGAC, calificándolas de la manera siguiente:

<i>Pendiente de clase a</i>	$p \leq 3\%$	5
<i>Pendiente de clase b</i>	$3\% < p \leq 7\%$	4
<i>Pendiente de clase c</i>	$7\% < p \leq 12\%$	3
<i>Pendiente de clase d</i>	$12\% < p \leq 25\%$	2
<i>Pendiente de clase e</i>	$25\% < p \leq 50\%$	1
<i>Pendiente de clase f</i>	$50\% < p$	0

- Erosión (e). La codificación de este último factor se llevó a cabo con base en el mapa de "Erosión, elaborado a su vez a partir del mapa de "Suelos", y en la información de campo recolectada.

<i>Unidades sin erosión actual y/o con una erosión potencial que va de ligera a moderada</i>	5
<i>Unidades sin erosión actual pero con erosión potencial alta</i>	4
<i>Unidades con erosión actual ligera</i>	3
<i>Unidades con erosión actual moderada</i>	2
<i>Unidades con erosión actual severa</i>	1
<i>Unidades con erosión actual muy severa</i>	0

En muchas unidades los factores estudiados no son homogéneos y es frecuente encontrar por ejemplo unidades con pendiente de clase ab o con

erosión que va de severa a muy severa. En estos casos la codificación tuvo en cuenta los puntajes intermedios, es decir que una pendiente de clase *ab* se calificó con 4,5 y una erosión de severa a muy severa con 0,5.

Una vez elaborada esta clasificación, la primera idea que se tiene para apreciar la aptitud general agropecuaria de un suelo y del medio físico en el que se encuentra, es la de adicionar los puntajes establecidos para cada factor. Sin embargo, tal operación se revela rápidamente inadecuada como puede verse en el siguiente ejemplo:

Consideremos dos suelos de clasificación diferente:

Suelo 1 : $S = 5, d = 5, p = 5, e = 1$

Suelo 2 : $S = 4, d = 4, p = 4, e = 4$

La suma de los cuatro factores da el mismo resultado (16), para los dos suelos, lo que no corresponde a la realidad. El suelo 1 tiene muy buenas aptitudes en cuanto a su capacidad, su drenaje y su pendiente, pero tiene un factor que lo limita bastante y este es la erosión que presenta. El suelo 2 tiene buenas aptitudes en todos los aspectos y resulta mucho mejor que el suelo 1.

Contrariamente a la adición, la multiplicación tiene en cuenta las diferencias existentes entre los factores. Como regla general, la multiplicación de determinados factores con una suma constante X, resulta siempre mayor cuando los factores son iguales. La aplicación de este ley matemática se adapta perfectamente al caso de la clasificación de la aptitud actual de los suelos. En el ejemplo utilizado antes, el producto de los factores correspondientes al suelo 1 es igual a 125 y el del suelo 2 es igual a 256. La diferencia entre los dos productos muestra claramente la disimilitud existente entre las aptitudes de los dos suelos. Además, el producto de los factores de un suelo en el que uno de ellos es igual a 0, es también igual a 0, lo que concuerda perfectamente con la realidad,

Sin embargo, la s3la multiplicaci3n de los factores no da una diferenciaci3n suficientemente amplia de la aptitud, por lo que se tuvo en cuenta prioritariamente el factor limitante principal o sea el que obtuvo el menor puntaje.

El Gráfico 1 ilustra la metodología expuesta, en la abscisa se representan los valores del factor limitante principal y en la ordenada los valores del índice de aptitud o sea el resultado de la multiplicaci3n de los cuatro factores.

La recta superior corresponde al índice máximo que puede obtener un suelo según su factor limitante principal. Si éste es igual a 2, el máximo puntaje que podrá tener un suelo será de 250, suponiendo que todos los demás factores tienen una calificaci3n igual a 5.

Los segmentos de recta inferiores representan el índice mínimo que puede obtener un suelo según su factor limitante principal. En este caso se supone que no hay un solo factor limitante principal sino cuatro. Para una calificaci3n de 2, el producto de los factores sería entonces igual a 16.

Cada punto representa el resultado obtenido para una unidad de suelo.

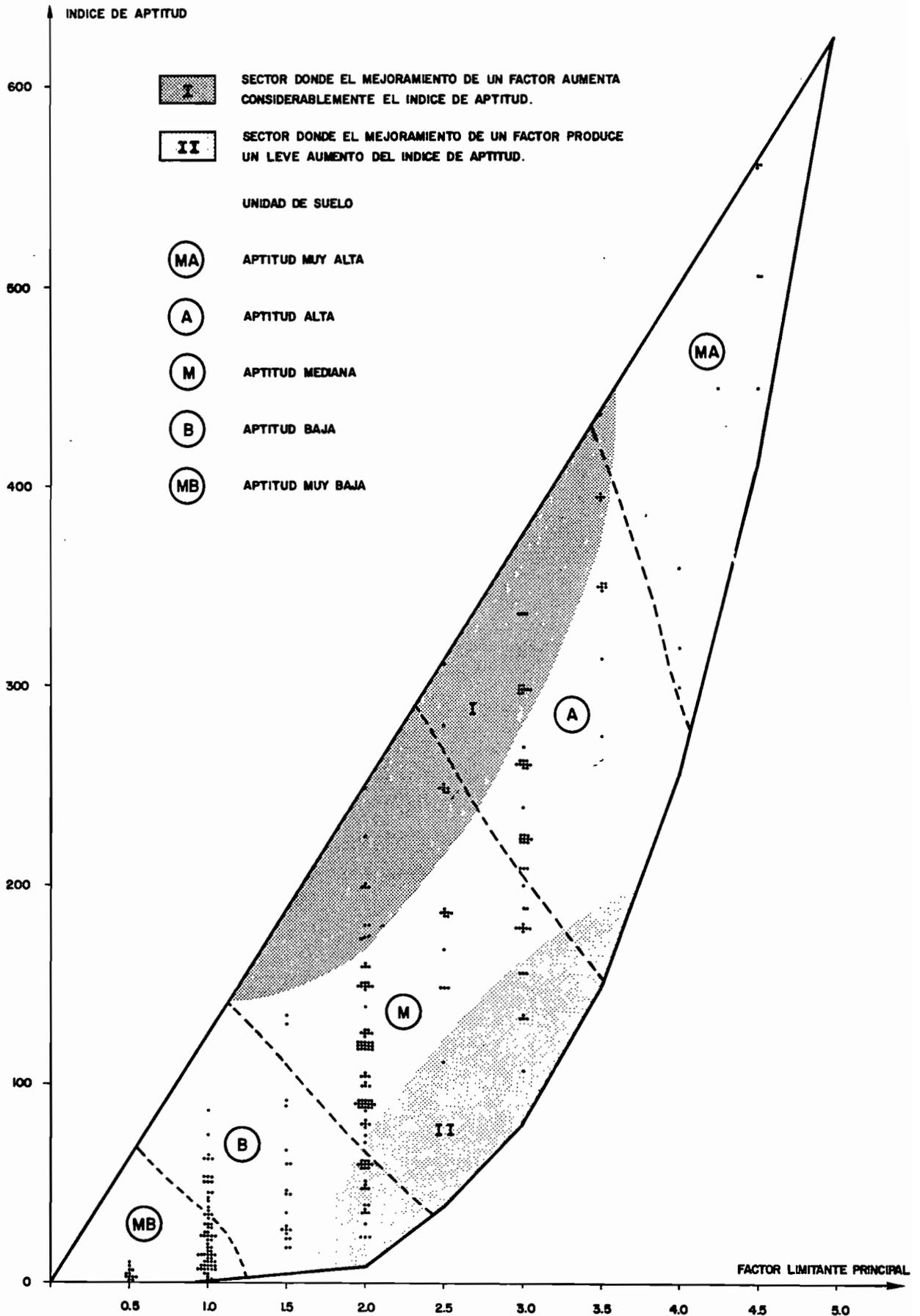
La jerarquizaci3n de la aptitud general del suelo se efectuó considerando el factor limitante principal y el índice de aptitud obtenido. Las cinco clases establecidas van de la categoría MA (muy alta) a MB (muy baja).

Además de esta jerarquizaci3n se delimitaron dos sectores particulares:

El sector I se sitúa cerca de la recta superior y agrupa aquellas unidades que tienen cuatro factores buenos o muy buenos y un solo factor limitante. Es decir que si dicho factor puede mejorarse (calidad del suelo o drenaje, por ejemplo), el índice de aptitud de la unidad aumenta sensiblemente.

El sector II, localizado por el contrario en la parte inferior del Gráfico 1, agrupa las unidades en las que el factor limitante no difiere

Gráfico I - CLASES DE APTITUD ACTUAL AGRICOLA DE LAS UNIDADES DE SUELO



sensiblemente de los otros factores, Aún si dicho factor es susceptible de mejorarse el índice de aptitud no aumentará mucho. El mejoramiento de las unidades incluidas en el sector II debe estimarse como poco aconsejable,

En cada zona homogénea se señaló mediante un asterisco las unidades cuyo factor limitante puede mejorarse técnicamente, sin llegar a recomendaciones específicas puesto que estas implicarían análisis más detallados. Los cálculos realizados para obtener la clasificación de la aptitud del suelo tienen en cuenta también el mejoramiento posible de los factores y éste pudo cuantificarse cuando existían los análisis necesarios para ello,

Ejemplo

La asociación TIERRA NEGRA - CABRERA presenta suelos profundos, de texturas medianas, bien drenados, ricos en materia orgánica, Van además de ácidos a muy ácidos, son muy pobres en Fósforo y tienen un contenido de Aluminio que va desde regular a alto. Este suelo puede mejorarse adicionándole Cal y Fosfatos.

La unidad considerada tiene una pendiente entre 3 y 7% y en ella existe un riesgo de erosión potencial baja.

Según las anteriores características el suelo se clasifica como 3,5 y puede mejorar hasta 4,5 mediante la adición de Cal y otros abonos adecuados. Los factores restantes se clasifican como sigue:

drenaje (d)	:	5
pendiente (p)	:	4
erosión (e)	:	5

S	3,5	4,5
d	5	
p	4	
e	5	
índice	350	450

Unidad TC/b

Es decir que la unidad tomada como ejemplo tiene actualmente un índice de aptitud de 350 y un factor limitante de 3,5, por lo que se clasifica con una aptitud alta (A); y puede pasar a una aptitud muy alta (MA), si se realizan los mejoramientos señalados anteriormente.

II - Diagnóstico del medio agrícola

Primero se estableció este diagnóstico a nivel de cada zona homogénea, lo que permite extenderlo a continuación fácilmente a escala de una micro-región que reagrupe dos o más zonas, y finalmente a todo el Altiplano.

lo - A nivel de zonas homogéneas

En este momento cada unidad de uso del suelo está caracterizada por:

- un ingreso promedio por hectárea que precisa el grado de adecuación existente entre el uso y las condiciones de los medios físico y socio-económico,
- un ingreso promedio por explotación que refleja el nivel de vida de los explotadores.

Los valores obtenidos para estos dos tipos de ingreso se distribuyen en quintiles de 1 (muy bueno) a 5 (muy malo). Un cuadro de doble entrada permite entonces obtener una primera clasificación de las unidades de uso del suelo e identificar desde ya determinado número de problemas, mediante una delimitación de cuatro grandes sectores:

- Sectores sin problemas económicos mayores, que reagrupan las unidades que tienen a la vez un buen o muy buen ingreso por unidad de superficie y por explotación,
- Sectores en donde predominan los problemas de manejo: en él los ingresos por explotación son muy satisfactorios pero los ingresos por hectárea son medianos, casi bajos, lo que deja suponer que la explotación de las tierras no

se encuentra en su punto óptimo,

- Sectores que presentan problemas de estructura. Aquí tenemos la situación contraria a la anterior: los ingresos por hectárea son excelentes (las actividades elegidas se adaptan perfectamente a la realidad económica), pero los ingresos por familia son apenas satisfactorios a causa del pequeño tamaño de las explotaciones.
- Sectores que no tienen o que han perdido la vocación agrícola. Los ingresos por hectárea o por explotación son malos. Este sector reagrupa tanto las unidades que poseen suelos prácticamente inaptos para cualquier actividad agropecuaria como aquellas que, como consecuencia de la progresiva urbanización, se han visto reducidas a pequeñas huertas que sólo aseguran un ingreso de tipo complementario.

Con el objeto de hacer más exacto el diagnóstico anterior, se puede mejorar dicho cuadro considerando dos otros factores:

- La aptitud del suelo, que ayuda a determinar el tipo y la amplitud de los problemas de manejo como también sus posibilidades de mejora. Aquí se plantea un problema: dicho factor aparece en el mapa de suelos y debe por lo tanto trasladarse al mapa de uso actual, que sirvió como base para la evaluación de los ingresos promedio por hectárea y por explotación.
- El tamaño promedio de las explotaciones, criterio que evidencia los sectores donde los problemas encontrados se sitúan a nivel de la estructura de la explotación.

Pueden diferenciarse entonces:

- Zonas sensibles, donde la parcelización actual todavía permite la obtención de ingresos aceptables pero en don-

ANALISIS DE LAS RELACIONES INTER-FACTORIALES

INGRESO PROMEDIO POR HECTAREA

INGRESO PROMEDIO POR EXPLOTACION	Clase	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo	
	Muy Alto	8 (MA, 19) 2 (MA, 15) 37 (MA, 15) 22 (M, 38) 21 (M, 35)	25 (MA, 55) 55 (A, 58) 58 (A, 16)			7 (M*, 215)	15 (M*, 115)
	Alto	33 (MA, 8) 39 (M, 15)	9 (MA, 17) 5 (MA, 15) 35 (M, 15)	23 (M*, 21) 48 (M*, 19) 57 (M*, 18)	4 (MA, 35) 50 (M*, 30) 27 (M*, 26)		
	Medio		31 (MA, 6) 14 (MA, 9) 28 (MA, 8)	1 (MA, 12) 47 (M*, 14)			16 (M*, 44) 46 (M*, 29) 20 (M*, 27)
	Bajo				12 (MA, 4) 18 (MA, 6) 10 (MA, 3)	32 (MA, 6) 6 (M, 7)	13 (MA, 15) 52 (M, 17) 40 (M, 12) 43 (M, 11)
Muy Bajo				26 (MA, 5) 56 (M, 6) 34 (M, 5) 45 (M, 3)	54 (M, 7) 29 (M, 5)	38 (MA, 8) 41 (M, 9) 44 (M, 3) 51 (B, 8) 49 (MB, 3)	

47 (A*, 14)
 Número de la unidad de uso del suelo ↑
 Clase de aptitud del suelo ↑
 Tamaño promedio de las explotaciones ↑
 Mejoramiento posible ↑

-  Sector sin mayores problemas
-  Sector con problemas de manejo dominantes
-  Sector con problemas de parcelización dominantes
-  Sector con problemas agudos o sin vocación agrícola

Clase de aptitud del suelo

- MA : Muy Alto
- A : Alto
- M : Media
- B : Bajo
- MB : Muy Bajo

de cualquier disminución adicional del tamaño de las explotaciones haría peligrar seriamente la actividad agropecuaria.

- . Zonas muy sensibles, donde los ingresos son mediocres o muy mediocres.
- . Zonas donde tanto la agricultura como la ganadería constituyen actividades que producen un ingreso complementario para familias, cuyas fuentes esenciales de sostenimiento vienen de otras actividades.

El cuadro establecido para la zona 28 (parte plana de la sabana de Bogotá) se presenta como ejemplo. Muestra claramente:

- la distribución de cada unidad de uso del suelo en función de los ingresos por hectárea y por explotación.
- las características de cada unidad (clase de aptitud de los suelos, tamaño promedio de las explotaciones).
- la delimitación de cada sector.

Concluyendo, la representación cartográfica tiene un doble interés:

1o - Permite distinguir espacialmente los tres grandes tipos de unidades descritos precedentemente:

- aquellas que tienen ingresos elevados, para las cuales se precisa el grado de tecnificación.
- aquellas en donde se encuentran problemas de manejo o de estructura.
- finalmente, aquellas que no poseen vocación agrícola.

2o - También posibilita localizar con precisión las unidades en

donde debe recomendarse la implementación de mejoras técnicas y aquellas donde debe preconizarse un cambio de uso.

2o - A nivel regional

Una región geográfica puede presentar variadas problemáticas y por lo tanto implicar su división en zonas homogéneas. Como ya se ha dicho este es el caso de la sabana de Bogotá, en donde se diferencian: la parte plana con vocación lechera (zona 28), los sectores peri-urbanos (zonas 2B, 2C, 2D, 2E, 2F, 2G) y los cerros (zonas 31).

El establecimiento de un diagnóstico del medio agrícola a nivel regional no puede efectuarse por simple yuxtaposición de los diferentes diagnósticos obtenidos para cada zona homogénea. Se plantean dos problemas:

- Los valores límites de los quintiles son característicos de una región y evidentemente cambian de una zona homogénea a otra. Es por lo tanto necesario calcular nuevos quintiles a la escala regional considerada.

- El empleo de un cuadro idéntico al anterior, cuando se trata de reagrupar zonas muy disímiles (por ejemplo la sabana de Bogotá), se vuelve mucho más incierto puesto que se pierde gran parte de su precisión.

Frente a estos dos inconvenientes, se buscó una nueva representación gráfica. Se trataba de obviar el problema de los límites y si fuera posible ganar precisión. Para lograrlo, elegimos una escala logarítmica para representar los ingresos por hectárea y por explotación. El gráfico que se obtiene mediante este procedimiento ofrece varias ventajas:

- Las variables son continuas, por lo que no se afronta en este caso el problema de los límites artificiales.
- La elección de una doble escala logarítmica, que tiene origen en la mediana, permite dispersar los datos, bastante numerosos, alrededor de dicha mediana. Por consiguiente se gana precisión.
- La posibilidad de representar sobre el mismo gráfico una tercera variable (el tamaño promedio de las explotaciones) aporta una información fundamental adicional. Para una unidad dada, se puede prever como evolucionan los ingresos en caso de la introducción de las mejoras recomendadas (cambio de uso, tecnificación), en función del tamaño promedio de las explotaciones.

Paralelamente a estas apreciables ventajas hay que anotar sin embargo un inconveniente: en este nuevo cuadro es más difícil señalar los sectores en donde se presentan problemas de manejo o de estructura.

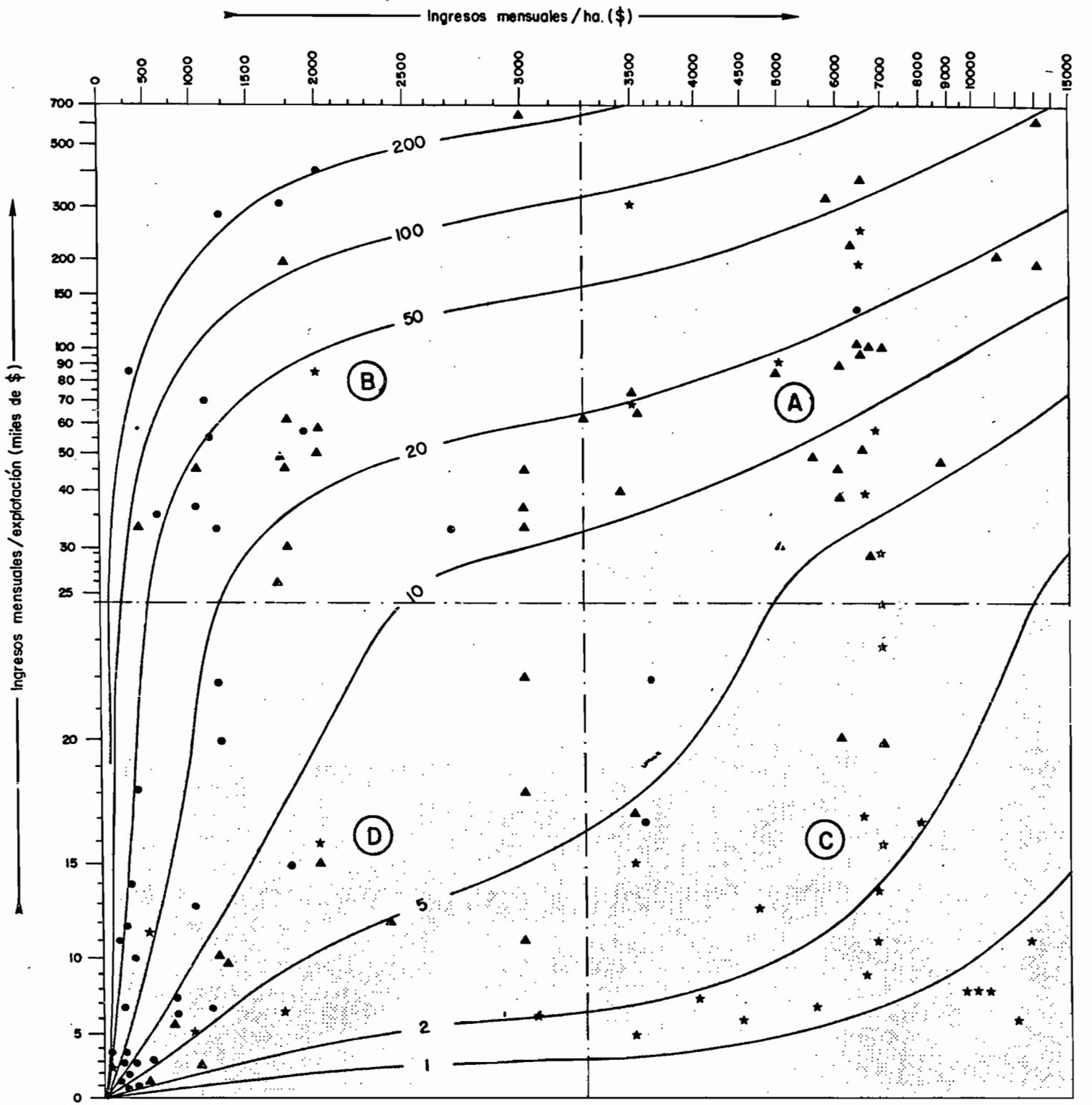
No obstante, esta metodología se ensayó en la sabana de Bogotá (Cf. Gráfico adjunto y volumen correspondiente), donde ha dado entera satisfacción.

3o - A nivel del Altiplano Cundiboyacense

La metodología propuesta puede extenderse al estudio de todo el Altiplano Cundiboyacense. Se presenta una sola dificultad de orden práctico: ¿Cómo agrupar en un mismo cuadro aproximadamente 1,200 unidades que pertenecen a 43 zonas homogéneas?

Permite sin embargo comparar entre sí, lo que es mucho más

Gráfico 2 - CARACTERIZACION DE LA ECONOMIA AGRICOLA



- 10 — TAMAÑO PROMEDIO DE LAS EXPLOTACIONES EN HECTAREAS
- ▲ EXPLOTACIONES DE LA ZONA 28
- ★ EXPLOTACIONES DE LAS ZONAS 2B-2C-2D-2E-2F-2G
- EXPLOTACIONES DE LAS ZONAS 31-31A-31B-31C-31D-31E

interesante, diferentes regiones y puede por ejemplo contemplarse el establecimiento de un diagnóstico del medio agrícola:

- para las zonas lecheras (5 - 23 - 28)
- para determinadas zonas agrícolas con distintas especulaciones : cereales (zona 10), papa (zona 11), café (zona 34).
- o para regiones disímiles, por ejemplo sabana de Bogotá y región cafetera.



III - 9

REQUERIMIENTOS HIDRICOS

REQUERIMIENTOS HIDRICOS

10 - Localización y clasificación de las áreas aptas para riego

1.1. Localización

Las unidades aptas para el riego se seleccionaron a partir del diagnóstico del medio agrícola realizado a nivel de cada zona homogénea. La selección se hizo con base en la aptitud actual del suelo, en su posibilidad de mejoramiento y también teniendo en cuenta las estructuras agrarias (tamaño de las explotaciones).

Se tomó como base de cálculo las unidades de uso actual del suelo, cuyas descripción y superficie se presentan en el anexo correspondiente. Cuando la descripción de una unidad indica que el área es parcialmente apta para el riego, se consideró sólo la mitad de la superficie medida.

1.2. Clasificación

Los requerimientos hídricos varían según el tipo de cultivo, como lo hemos explicado en la metodología de la ETP. A comienzos y finales de su ciclo de vegetación las plantas no pueden evapotranspirar en ETP por razones fisiológicas y en esos casos los requerimientos hídricos son entonces menores (ETM). Por el contrario, los pastos se encuentran siempre en pleno desarrollo, ocupando toda la superficie en la que están sembrados, por lo que pueden evapotranspirar en ETP todo el año,

De otra parte, el análisis del medio agrícola reveló que no es rentable irrigar cultivos tradicionales como la Papa, el Maíz, el Trigo, Por ello hemos considerado como aptas para el riego las

zonas en las que se podrían tener pastos y hortalizas, teniendo en cuenta para estas últimas la proximidad de grandes centros de consumo.

2o - Sectores climáticos

Cada zona homogénea se dividió en sectores climáticos a partir de las isolíneas del índice de aridez $ARI = (ETP - ETR) / ETR$.

Sector A cuando $0 < ARI < 0,1$

Sector B cuando $0,1 < ARI < 0,2$

Sector C cuando $0,2 < ARI < 0,3$

Sector D cuando $0,3 < ARI < 0,4$

etc

En cada sector climático donde existían unidades aptas para el riego, se elaboró un balance hídrico representativo que podía ser el balance de una sola estación cuando el sector era pequeño, o el promedio de 2 o más estaciones en los otros casos, destacando principalmente los valores de los porcentajes de evapotranspiración mensuales (ETR/ETP), la variación de la reserva fácilmente utilizable (RFU), las heladas, los déficits hídricos ($ETP - ETR$).

3o - Adecuación entre clima y agricultura

A partir de las encuestas de campo realizadas en toda la zona se compararon los ciclos de vegetación de los cultivos tradicionales con los índices mensuales de ETR/ETP ; los valores mensuales de la RFU y la ocurrencia de heladas, para ver si la adecuación entre cultivos y clima era adecuada.

Los balances hídricos representativos de cada sector climático, expresan los déficits mensuales y anuales en mm y mediante una simple multiplicación se les transforma en m^3/ha . Una vez expresados los déficits para las superficies correspondientes, se obtienen en primer lugar los requerimientos para cada sector climático y luego se suman para calcular los de toda la zona homogénea considerada.

Destacamos fundamentalmente los siguientes resultados:

- Las necesidades medias anuales, que luego se compararán con los recursos promedios anuales para saber si existe agua suficiente para abastecer convenientemente las unidades seleccionadas.
- Las necesidades de frecuencia 0,25, que corresponden a los años secos que tienen lugar 1 año sobre 4. Al comparar este dato con los recursos hídricos se puede determinar con que seguridad se realizará el abastecimiento.
- Las necesidades promedias mensuales, cuya comparación con los mismos recursos hídricos, determina el volumen de agua que debe almacenarse en las represas en caso de riego, a partir del lecho mismo del río. Es decir, que al adicionar los déficits de agua mensuales (diferencia positiva entre necesidades y recursos), se precisa el volumen que debe almacenarse para regular el caudal del río considerado, con el fin de que ese caudal pueda abastecer el área bajo riego en forma aceptable durante todo el año.
Los cálculos anteriores pueden efectuarse también con las necesidades mensuales de frecuencia 0,25, para tener mayor seguridad, pero en ese caso la comparación tendrá que hacerse con los recursos correspondientes a la misma frecuencia.
- La necesidad mensual máxima útil para estimar la dimensión de los canales principales de riego.

Es evidente que de manera general dicha adecuación era realizada automáticamente por los cultivadores. Pero en primer lugar permite explicar el porque de la existencia de dos cosechas (una importante y una secundaria), los riesgos que toman los agricultores cuando tratan de obtener dos cosechas en regiones límites desde el punto de vista climático y también averiguar si por casualidad no se podrían sembrar cultivos con ciclos cortos en regiones donde los agricultores se contentan con una sola cosecha, genralmente por tradición.

De esta manera, aunque la adecuación general es buena, se puede aumentar ligeramente la producción agrícola sin necesidad alguna de construir obras de ingeniería.

4o - Necesidades agropecuarias

Es decir que con lo anterior tenemos:

- Las unidades de suelo donde el riego es aconsejado.
- El uso actual de dichas unidades, su evolución futura o los cambios de uso recomendados para una tecnificación.
- Los déficits hídricos en cada sector climático, calculados a partir de los balances hídricos que figuran en el anexo correspondiente.

A partir de estos datos los cálculos se efectuaron por sectores climáticos, considerando los valores de (ETP - ETR) como necesidades de los pastos y el 80% de dichos valores como requerimientos de las hortalizas. Dado que estas últimas están generalmente compuestas por distintos cultivos sembrados en varias épocas, en el caso de un área suficientemente grande, ésta tendrá siempre plantas en diferentes estadios de desarrollo.

Es evidente que en la práctica la evaluación de las necesidades no se contenta con valores promedios sino que considera los valores de los análisis frecuenciales. Hemos estimado que tales análisis eran más convenientes para un estudio de prefactibilidad, que para un estudio regional de este tipo. Sin embargo, los resultados que se presentan en el Anexo de Balances Hídricos permiten análisis con esa precisión pues los cálculos se hicieron sobre 20 años de registros continuos.

50 - Necesidades floriculturales

Este caso específico se encontró en la sabana de Bogotá, donde las flores se cultivan, casi en su totalidad, en invernaderos. El grupo encargado del estudio de uso actual del suelo localizó y determinó las superficies ocupadas por dichos cultivos. A partir de 150 encuestas de campo efectuadas en las diversas empresas de flores de la sabana, se estimó que la cantidad de agua necesaria para el óptimo desarrollo de las flores era de $150 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{semana}$, cifra que hemos tenido en cuenta.

60 - Necesidades humanas

Se destacaron ante todo los requerimientos futuros, teniendo en cuenta la población existente en 1981, su tasa de crecimiento, la cobertura actual del servicio de acueducto y los consumos actuales de algunas cabeceras.

A partir de estos últimos datos se estimaron los siguientes consumos para el año 2000:

- 200 litros diarios por habitante (250 en algunos casos) para la población rural,
- 250 litros diarios por habitante en el caso de las cabeceras con una población inferior a 10,000 habitantes,
- 300 litros por habitante en las otras cabeceras (350 litros, en el caso de ZIPAQUIRA),

Con las proyecciones de población hasta el año 2000, se calcularon los requerimientos de dicho año contabilizando toda la población (cobertura del servicio de un 100%).

Se estudiaron también los problemas futuros, teniendo en cuenta la calidad del servicio actual y el crecimiento de la población.

7o - Necesidades industriales

En un comienzo, tales requerimientos debían considerar los resultados que obtuviera el estudio relativo a las industrias. Ante la pobreza de los datos recogidos se decidió eliminarlos, considerando que exceptuando algunos casos específicos, las necesidades industriales tenían una magnitud poco importante en comparación con los otros requerimientos.

Los casos específicos mencionados antes, están constituidos en primer lugar por las zonas industriales ubicadas en la sabana de Bogotá y que se presentan en el volumen correspondiente a la misma. Dichas zonas están abastecidas mediante los acueductos urbanos y por lo tanto se agregaron los 2 tipos de requerimientos.

En segundo término por las acerías Paz del Río (valle del Alto Chicamocha), que constituyen un gran consumidor de agua y que posee su propio sistema de abastecimiento a partir de la laguna de Tota,

por lo que en este dominio no conoce problemas mayores.

80 - Referencias bibliográficas

POIREE, M. Irrigación. Las redes de irrigación, teoría, técnica
OLLIER, Ch. y economía,

EYROLLES , PARIS - 1971 -



III -10

RECURSOS HIDRICOS



RECURSOS HIDRICOS

10 - Hidrogeología

Los estudios hidrogeológicos constituyen un elemento indispensable para conocer el potencial de los recursos hídricos subterráneos. Este conocimiento, complementado con el de recursos de agua superficial, sirve para calcular los recursos hídricos en general y de esta forma el planificador puede estar en capacidad de elaborar un plan de manejo del agua.

1.1. Objetivo

El objetivo principal consiste en delimitar zonas de probable interés hidrogeológico, esto es, identificar las regiones donde hay disponibilidad de recursos hídricos subterráneos, según las investigaciones realizadas por diversas entidades en años anteriores.

1.2. Metodología

Este estudio es básicamente cualitativo, en él se consideran como unidades hidrogeológicas las formaciones geológicas, desde el punto de vista de sus estructuras mayores y según sus grados de permeabilidad. Ateniéndonos a este principio de base, se siguió la metodología desarrollada por el Grupo de Hidrogeología del Convenio MAG-ORSTOM (ECUADOR). Si bien en el presente trabajo no se incluyen algunas características estudiadas por dicho grupo, con la finalidad de comprender la influencia del suelo y del subsuelo sobre la contribución de las aguas subterráneas a la escorrentía superficial (MAG-ORSTOM, 1976, 1978), es decir a lo que se denomina Tipo de Aporte Subterráneo (DUBREUIL y

GUISCAFRE, 1971).

La información sobre las formaciones geológicas está basada en las planchas geológicas de INGEOMINAS (J11, J12, K10, K11, K12, L9, L10, L13, L11), y complementada por trabajos de campo tanto en la zona cubierta por las planchas como en las zonas sin información (J13, M10), con el fin de confrontar los criterios de clasificación de las rocas según su permeabilidad, con la geología regional.

Para tener un conocimiento más detallado tanto de la litología y de las columnas estratigráficas como de las condiciones hidrogeológicas, se consultaron numerosos autores, entre los que se destacan: DIEZEMANN, BÜRGL, HUBACH, JULIVERT, BOTERO, ULLOA, REYES, GROSSE, MANJARRES, MAGYESE, LOBO-GUERRERO y el informe de la TAHAL Consulting Engineers.

Los resultados se presentan en el mapa hidrogeológico a escala 1:200.000, en el que se han distinguido el conjunto de rocas permeables y el de rocas impermeables. A su vez, las rocas permeables se han subdividido en dos categorías según sea su permeabilidad primaria (granulometría, textura y estructura), o secundaria (fracturamiento y buzamiento). Al hacer la descripción de las principales formaciones geológicas en este informe, se designarán las rocas con permeabilidad primaria con las letras C, B y A, si son consolidadas, semi-consolidadas y no-consolidadas, respectivamente; y el sub-índice 1 o 2, si se trata de buena o mala permeabilidad. A las formaciones con permeabilidad secundaria se les identificará con la letra D; en la zona de estudio sólo hay rocas con mala permeabilidad (D2). Finalmente, las rocas impermeables se han dividido en dos grupos: las ígneo-metamórficas, designadas con la letra F y las sedimentarias, identificadas con la letra E. (Véase Cuadro 1).

Una evaluación precisa de las condiciones de permeabilidad es prácticamente imposible puesto que es indispensable conocer la forma como el agua penetra, circula y se distribuye en el subsuelo. De hecho es difícil medir la cantidad de agua que se infiltra, ya que depende de factores geológicos, biológicos, morfológicos y meteorológicos, sabiéndose que normalmente parte de las aguas meteoricas percola en el terreno, parte fluye sobre la superficie, parte se evapora y parte es transpirada por las plantas. Por otro lado, según las características diferenciales de retención del suelo, no toda el agua infiltrada llega al nivel piezométrico (REYES, 1962); además, parte del agua contenida en éste puede llegar circunstancialmente a la superficie por presión osmótica, donde es restituída a la atmósfera por el proceso de evaporación (LE GOULVEN, Patrick, 1982).

Así pues, en el conocimiento de la hidrología subterránea, quedan como especial referencia las características geológicas, las que también ofrecen un sinnúmero de dificultades por la diversidad de condiciones estratigráfico-estructurales. A manera de ejemplo, la formación cretácica de Guadalupe, que yace en concordancia con el conjunto calcáreo de la Formación Villeta Superior y es subyacente a los mantos carboníferos de la formación Guaduas, se divide desde el punto de vista estratigráfico en dos conjuntos litológicamente diferentes: el Guadalupe Superior, predominantemente arenoso (presente en las serranías que limitan la altiplanicie de Bogotá), y el Guadalupe Inferior, fundamentalmente lutítico y arcilloso (localizado al E de Bogotá y zona del anticlinal de Tabio, entre otras partes). A su vez, cada conjunto tiene sus propias subdivisiones estratigráficas que varían en composición litológica y tamaño, según la zona en consideración.

Las areniscas friables del Guadalupe Superior permiten una percolación y una absorción bastante regular del agua meteórica, y

además estas areniscas no son homogéneas ya que se encuentran de grano fino, medio y grueso, y con diferentes grados de cimentación. Este conjunto no es importante por su porosidad congénita sino por su estado de gran fracturación (REYES, 1962), quedando almacenada el agua en las grietas cuando éstas no están tapadas por hidróxido o arcillas.

La posición de los estratos es, así mismo, determinante en la hidrología subterránea porque permite o impide la presencia de acuíferos. Así, los plegamientos del Guadalupe se hunden hacia la altiplanicie de Bogotá bajo los sedimentos cuaternarios lacustres, imposibilitando la fácil consecución de agua subterránea; el sinclinal de Cota-Chía, al contrario, constituye una cuenca natural de recepción (*).

Con base en las anteriores consideraciones, se clasificó a la formación Guadalupe, entendida como un todo, dentro de las rocas consolidadas con permeabilidad primaria.

Dentro del marco geológico, en ocasiones se puede encontrar una roca que según su ubicación en la columna estratigráfica se comportará de una manera distinta; es el ejemplo de la caliza, que cuando está en los niveles superficiales es fácilmente alterable (Valle del río Sáchica) y con tendencia a ser permeable, mientras que a profundidad puede ser impermeable (Jorge CORDOBA, IGAC, 1982), como sucede en al-

(*) Otro ejemplo sobre el papel que juega la posición de los estratos, lo constituye el anticlinal de Arcabuco, compuesto por lechos de conglomerados de arcillas duras y arenisca bien cimentada. Efectivamente, las arcillas pizarrosas del Cretáceo Inferior en la zona de Leiva, buzán al W, hacia el anticlinal, dejando en mínimas las perspectivas hidrogeológicas (MANJARRES, 1965). A lo largo del flanco W del anticlinal, en el contacto de la formación Ritoque con la formación La Paja, hay muchos manantiales ya que se trata de un acuífero con fracturas en rocas impermeables (arcillolitas y limolitas de las formaciones mencionadas, que sirven de capa superior confinante y por consiguiente de acuífero), alimentado por aguas infiltradas en las areniscas diaclasadas del anticlinal (ALVAREZ y LOBO-GUERRERO, 1967).

gunas pequeñas depresiones húmedas en valles laterales, como los de La Calera, Pesca, Firavitoba y Pantano de Vargas-Firavitoba. Por efectos de escala del mapa, estos vallecitos no aparecen o se les ha considerado dentro de la categoría D2 por su litología superficial predominantemente areno-limosa y por no presentar grandes redes de fracturación y cavidades de disolución. Donde la caliza es masiva (Arcabuco-Moniquirá), se comporta como impermeable.

Por otro lado, las características morfológicas y geomorfológicas dan, así mismo, indicios sobre la hidrogeología. Tal es el caso de las zonas con drenaje torrencial y con drenaje concentrado. En el primero, los ríos corren por valles poco profundos (región al E y SE de Pasca, en el macizo de Sumapaz; Alto de Upía) donde ocurre un barrido superficial y las capas permeables generalmente subyacen a las impermeables. En el segundo, los ríos son alimentados por corrientes subterráneas, sin que ocurran mayores problemas de dispersión de agua (Jorge CORDOBA, IGAC, 1982).

Para la localización de los puntos de agua subterránea se partió de la hipótesis según la cual existe una relación entre la presencia de éstos y las zonas cuaternarias de relleno aluvial. Se procedió entonces a delimitar estas zonas en las planchas geológicas, a efectuar trabajo de campo y, finalmente, a ampliar la información con base en los informes de la TAHAL, la CAR e INGEOMINAS.

1.3. Referencias bibliográficas

MAG-ORSTOM - 1976 - Estudio Hidrometereológico e Hidrogeológico
Preliminar de las cuencas de los ríos Pastaza, Chimbo y
Chanchán, Primera Parte.
Quito ECUADOR

MAG-ORSTOM - 1978 - Estudio Hidrometereológico e Hidrogeológico
Preliminar de las cuencas del río Guayas, de los ríos de
La Península y de Manabí.
Quito ECUADOR

2o - La red hidrométrica

2.1. Selección de las estaciones.

En el área del Proyecto existen 244 estaciones hidrométricas, las cuales son operadas por el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (HIMAT), la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Bogotá, Ubaté y Suárez (CAR), y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB).

Se seleccionaron 60 estaciones representativas de las diferentes áreas teniendo en cuenta la continuidad y la duración de los períodos de registro, como también su distribución espacial.

Las estaciones se encuentran relacionadas en el cuadro correspondiente.

2.2. Sistematización y codificación de los datos

La recolección de los datos mensuales y anuales se realizó en la forma ya explicada en el parágrafo 2.2. del Informe Pluviométrico.

Para analizar las características hidrológicas de cada estación, los datos se codificaron y perforaron sobre tarjetas de computador, los cuales conciernen las siguientes informaciones:

- Características físicas de cada estación
- Los gastos medios mensuales y anuales
- Los gastos máximos instantáneos para analizar los desbordamientos
- Los gastos mínimos mensuales con el fin de estudiar los períodos de escasez

ESTACIONES HIDROMETRICAS SELECCIONADAS

No.	ESTACION	RIO	CUENCA
1	El Palo	TUTA	Chicamocha
2	Maguncia	SOTAQUIRA	Chicamocha
3	La Reforma	CHICAMOCHA	Chicamocha
4	Pte. Chameza	CHICAMOCHA	Chicamocha
5	Suanoga	PESCA	Chicamocha
6	La Vega	IZA	Chicamocha
7	El Molino	SALITRE	Chicamocha
8	La Risaca	CHIQUITO	Chicamocha
9	El Pino	SUTA	Suárez
10	Tapias	LENGUAZAQUE	Suárez
11	La Boyera	UBATE	Suárez
12	Corralejas	HATO	Suárez
13	El Boquerón	LENGUAZAQUE	Suárez
14	La Malilla	CARUPA	Suárez
15	Pte. Barcelona	UBATE	Suárez
16	Pte. Colorado	UBATE	Suárez
17	San Agustín	NUTRIAS	Suárez
18	Pte. Peralonso	SUSA	Suárez
19	Pte. Guzmán	SIMIJACA	Suárez
20	Nariño	CHIQUINQUIRA	Suárez
21	Pte. Pinilla	CHIQUINQUIRA	Suárez
22	La Balsa	SUAREZ	Suárez
23	Garavito	SUAREZ	Suárez
24	La Toma	CHISACA	Bogotá
25	Salida Laguna	FRIO	Bogotá
26	Herradero	MUGROSO	Bogotá
27	El Palmar	CHISACA	Bogotá

No.	ESTACION	RIO	CUENCA
28	Afluencias Represa	NEUSA	Bogotá
29	Rincón del Oso	BLANCO	Bogotá
30	El Delirio	SAN CRISTOBAL	Bogotá
31	Quebrada Honda	AGUAS CLARAS	Bogotá
32	El Tambor	TEUSACA	Bogotá
33	La Pradera	SUBACHOQUE	Bogotá
34	San Isidro	SIECHA	Bogotá
35	Afluencias Represa	SISGA	Bogotá
36	La Vega	AVES	Bogotá
37	Santo Domingo	CHIPATA	Bogotá
38	Cantarrana	TUNJUELO	Bogotá
39	Altamira	EL VINO	Bogotá
40	Pte. Baraya	BOGOTA	Bogotá
41	Pte. Manrique	SUBACHOQUE	Bogotá
42	El Recuerdo	SUBACHOQUE	Bogotá
43	San Jorge	SOACHA	Bogotá
44	La Muralla	SUBACHOQUE	Bogotá
45	Pte. Carretera	NEUSA	Bogotá
46	Pte. La Virgen	BOGOTA	Bogotá
47	Las Huertas	BOGOTA	Bogotá
48	La Virginia	FRIO	Bogotá
49	El Recreo	BOJACA	Bogotá
50	Pte. Adobes	TEUSACA	Bogotá
51	Pte. Galindo	BOJACA	Bogotá
52	Tocancipá	BOGOTA	Bogotá
53	El Espino	BOGOTA	Bogotá
54	Pte. Florencia	BOGOTA	Bogotá
55	Pte. Vargas	BOGOTA	Bogotá
56	Pte. Cundinamarca	BOGOTA	Bogotá
57	El Rincón	BOGOTA	Bogotá
58	La Balsa	BOGOTA	Bogotá

No.	ESTACION	RIO	CUENCA
59	Hasta Represa	TUNJUELO	Bogotá
60	Tocaima	BOGOTA	Bogotá

Se utilizaron los mismos programas empleados para el análisis pluviométrico, introduciendo una ligera modificación en los datos de entrada.

2.2.1. La tarjeta de identificación

Sus 80 columnas se descomponen de la manera siguiente:

- Columnas 1 y 2 : Código de la estación (ICOD)
- Columnas 3 a 26 : Nombre de la estación (INOM)
- Columnas 27 a 42: Nombre del río (IRIO)
- Columnas 43 a 58: Nombre del municipio (IMUN)
- Columnas 53 a 63: Latitud
 - 59 Grados (LAT1)
 - 60-61 Minutos (LAT2)
 - 62-63 Segundos (LAT3)
- Columnas 64 a 69: Longitud
 - 64-65 Grados (LONG1)
 - 65-67 Minutos (LONG2)
 - 68-69 Segundos (LONG3)
- Columnas 70 a 73: Altitud en metros (IALT)
- Columnas 74 a 77: Superficie del área de drenaje de la estación, expresada en Km² (IAREA)
- Columna 80 : La entidad encargada de la estación con la siguiente codificación:
 - 1 corresponde a HIMAT
 - 2 corresponde a CAR
 - 3 corresponde a EAAB

El computador estudia los datos anteriores mediante las siguientes instrucciones:

```
READ (1,1000) ICOD, INOM, IRIO, IMUN, LAT1, LAT2, LAT3, LONG1, LONG2, LONG3,  
1 IALT, IAREA, IFU  
1000 FORMAT (I2, 6A4, 4A4, 4A4, I1, 5I2, 2I4, 2X, I1)
```

2.2.2. Las tarjetas de datos

Columnas 1 y 2 : Código de la estación (ICODA)

Columnas 4 y 5 : Año considerado (1979 se escribe 79) (JAN)

Columnas 6 a 65 : Los gastos medios mensuales (XT) expresados en centésimas de m^3/s . A cada mes se le asignó un espacio de 5 columnas. Como ya se ha dicho los datos deben cuadrarse a la derecha del espacio correspondiente.

Columnas 66 a 70 : El gasto promedio anual (XT) expresado y escrito como el anterior.

Columnas 71 a 76 : El gasto máximo instantáneo (MAXI) expresado en centésimas de m^3/s .

Columnas 77 a 80 : El gasto mínimo mensual (MINI) expresado también en centésimas de m^3/s .

Cuando un valor es desconocido, se perfora como - 99. Cuando un gasto promedio mensual figura como - 99, el gasto promedio anual también aparece como - 99.

Los datos anteriores son estudiados por el computador mediante las siguientes instrucciones:

```
READ (1,1002) ICODA, JAN, (XT(I), I = 1,13), MAXI, MINI  
1002 FORMAT (I2, 1X, I2, 13 F5.2, F6.2, F4.2)
```

2.3. Análisis

Las series cronológicas de los datos hidrométricos pueden estar alteradas por varias razones. Las más frecuentes son las siguientes:

- Descalibración de la estación. Cuando han ocurrido fuertes crecientes es posible que la forma del lecho del río cambie, por lo que la curva de calibración debe ser modificada.
- Errores de lecturas en las miras limnimétricas.
- Prolongación exagerada de la curva de calibración por falta de aforos en aguas altas.
- Errores en los aforos (material, cálculos,

El análisis de los datos se llevó a cabo a partir del método de simples y dobles masas. Para que las dobles masas tengan un sentido es necesario que las estaciones comparadas presenten una relación en sus variaciones. Por esta razón se compararon siempre las estaciones pertenecientes a cada gran cuenca entre sí, y en el interior de cada sub-cuenca en el caso del río Bogotá.

Este análisis es más complejo que el de las precipitaciones. Aparecen a veces anomalías que reflejan la realidad porque los caudales han sido modificados por el hombre (instalaciones de bocatomas, construcción de represas,

Sin embargo, como fue posible una selección preliminar de las estaciones no se encontraron incoherencias importantes.

El análisis fue realizado mediante el programa MASA, cuya explicación detallada presentamos en el Informe pluviométrico, introduciendo claro está, las modificaciones correspondientes en las instrucciones de entrada y salida de los datos.

2.4. Extensión de los datos

Para un análisis sistemático de la red hidrométrica sería necesario comparar también las estaciones sobre un período de registros común. Este no es el objetivo del Proyecto IGAC-ORSTOM. Hemos considerado que ante todo era fundamental verificar si los recursos hídricos eran suficientes para abastecer los requerimientos de la zona.

Por esta razón hemos tratado de encontrar períodos sensiblemente comunes en cada cuenca (Sabana de Bogotá, Alto Chicamocha, Suárez), sin tratar de extenderlos a un período similar al de la lluvia.

Dicha extensión podría realizarse de dos maneras:

- Por correlaciones con estaciones de larga duración.
- Por correlaciones con los datos pluviométricos promedios correspondientes a cada área de drenaje.

El primer método (también el más sencillo), no es fácilmente aplicable en el Altiplano, porque las estaciones de larga duración han sido modificadas por diferentes obras (embalses, acueductos,...) y por lo tanto sus series cronológicas no son homogéneas.

El segundo método implica un conjunto de cálculos de gran magnitud y hemos considerado que en nuestro caso no se justificaba un trabajo de tal envergadura.

2.5. Resultados

Desafortunadamente no se pudieron presentar los resultados obtenidos en un anexo particular, como en los otros casos por razones materiales y también por escasez de tiempo. Sin embargo aparecen parcialmente en los volúmenes Sabana de Bogotá, Valle de Ubaté-Chiquinquirá, y Valle del Alto Chicamocha, donde hemos destacado los siguientes factores:

- Los gastos medios mensuales ilustrados en los diagramas de flujo.
- El área de drenaje de cada estación.
- El gasto máximo instantáneo.
- El gasto mínimo mensual.
- El gasto promedio anual.
- El coeficiente de variación.
- El coeficiente de irregularidad interanual.
- El rendimiento promedio anual.

Se presentan las características de 32 estaciones, como número total.

3o - Zonas hidrológicamente homogéneas

3.1. Definición.

Tenemos los recursos hídricos en varios puntos del espacio pero no conocemos las características del escurrimiento en las zonas donde

no hay estaciones. De la misma manera, cuando existen una o varias estaciones, las características hidrológicas generalmente son muy diferentes entre los sectores de altitud de las cuencas tributarias, donde la pendiente es fuerte, y la parte baja de relieve más suave y con terrenos más permeables. Por esta razón es importante delimitar zonas en las cuales la aptitud al escurrimiento debe ser similar, o sea zonas con características hidrológicas homogéneas.

La elaboración de balances hídricos permite resolver el problema, pero a nivel teórico. Para que estos balances tengan validez hay que tener en cuenta los mecanismos reales y considerar un gran número de factores, que la mayoría de las veces se conocen muy poco.

En el método de THORNTHWAITE utilizado en este trabajo, los mecanismos son simplificados y los valores de algunas características se estimaron en promedio para todo el Altiplano (RFU maxi por ejemplo). Todo lo anterior implica que los excesos de agua (EXC) calculados mediante dicho método no representan exactamente el escurrimiento real sino que equivalen a uno de sus factores.

La diferencia entre el escurrimiento superficial y los excesos de agua calculados por los balances hídricos, depende fundamentalmente de los siguientes factores:

- El relieve: Es evidente que bajo un mismo clima y en un medio ambiente dado, el escurrimiento varía con el relieve.
- La permeabilidad: El esquema de THORNTHWAITE omite los fenómenos de percolación y drenaje, tanto en el suelo como en el sub-suelo.
- La vegetación : Los balances hídricos han sido calculados tomando en cuenta la ETP, es decir suponiendo la existencia de una vegetación abundante y en pleno desa-

rrollo. En la mayor parte del Altiplano dicha simplificación es acertada, pero existen también grandes sectores erosionados (VILLA DE LEIVA), donde los excesos de agua subestiman considerablemente el escurrimiento real.

Entonces, lo anterior implica que el escurrimiento real depende esencialmente de los excesos de agua (EXC), del relieve, del suelo y subsuelo, y de la vegetación.

Es decir que la definición de las zonas hidrológicamente homogéneas corresponde a la delimitación de zonas con características físico-climáticas homogéneas.

En la realidad existen otros factores que influyen como la densidad del drenaje natural, la intervención del hombre, ... No obstante, a nivel regional los cuatro factores anteriormente enunciados son suficientes para tener una idea bastante exacta del tipo de escurrimiento.

Vale la pena clasificar dichos factores por orden de importancia, y para el Altiplano en general hemos considerado el siguiente orden de influencias:

- Excesos
- Relieve
- Permeabilidad
- Vegetación

Ahora bien, es necesario estimar cada factor y sus variaciones espaciales a partir de intervalos que sean suficientemente amplios para no tener cantidad exagerada de zonas homogéneas, pero también que tengan un carácter lo suficientemente restringido para conservar una buena precisión.

3.2. Excesos hídricos

A partir de los resultados obtenidos para las 100 estaciones pluviométricas de base hemos seleccionado las siguientes cinco clases:

E_1	:	0	<	EXC	\leq	20	mm
E_2	:	20 mm	<	EXC	\leq	70	mm
E_3	:	70 mm	<	EXC	\leq	150	mm
E_4	:	150 mm	<	EXC	\leq	500	mm
E_5	:	500 mm	<	EXC			

Ahora bien, tenemos una clasificación por intervalos y 100 resultados puntuales, pero es necesario delimitar espacialmente las clases seleccionadas. Fue posible establecer buenas relaciones entre los excesos de agua, la lluvia anual, la ETP y los regímenes pluviométricos (Gráficos 1, 2, 3, y 4).

Es decir que los excesos hídricos integran 3 factores climáticos.

3.3. El relieve (Gráfico 5)

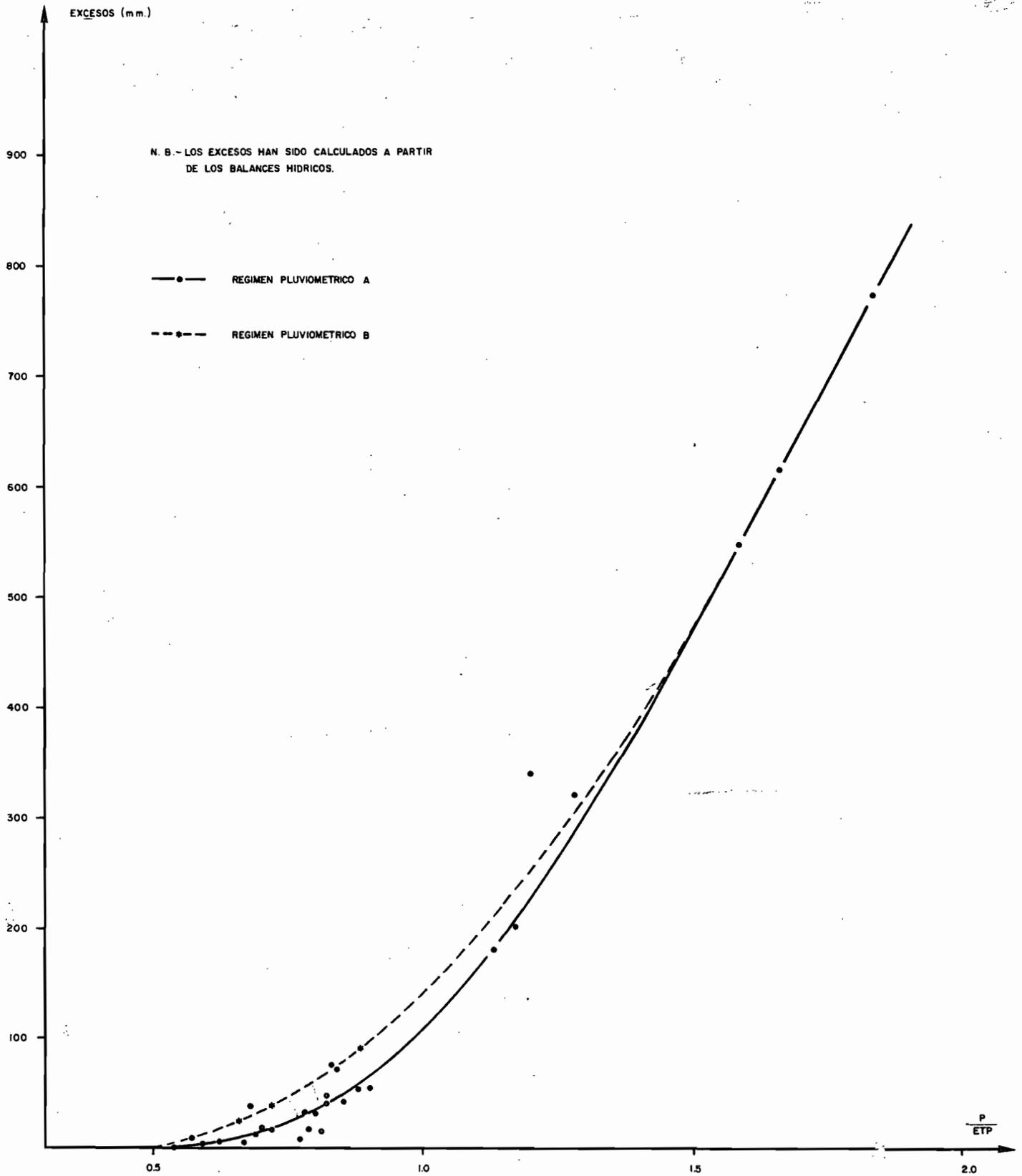
Este factor se representa generalmente mediante los índices de pendiente I_p o I_g .

El índice de pendiente I_p (definido por M. ROCHE), se calcula mediante la siguiente relación:

$$I_p = \frac{1}{\sqrt{L}} \sum \sqrt{a_i d_i}$$

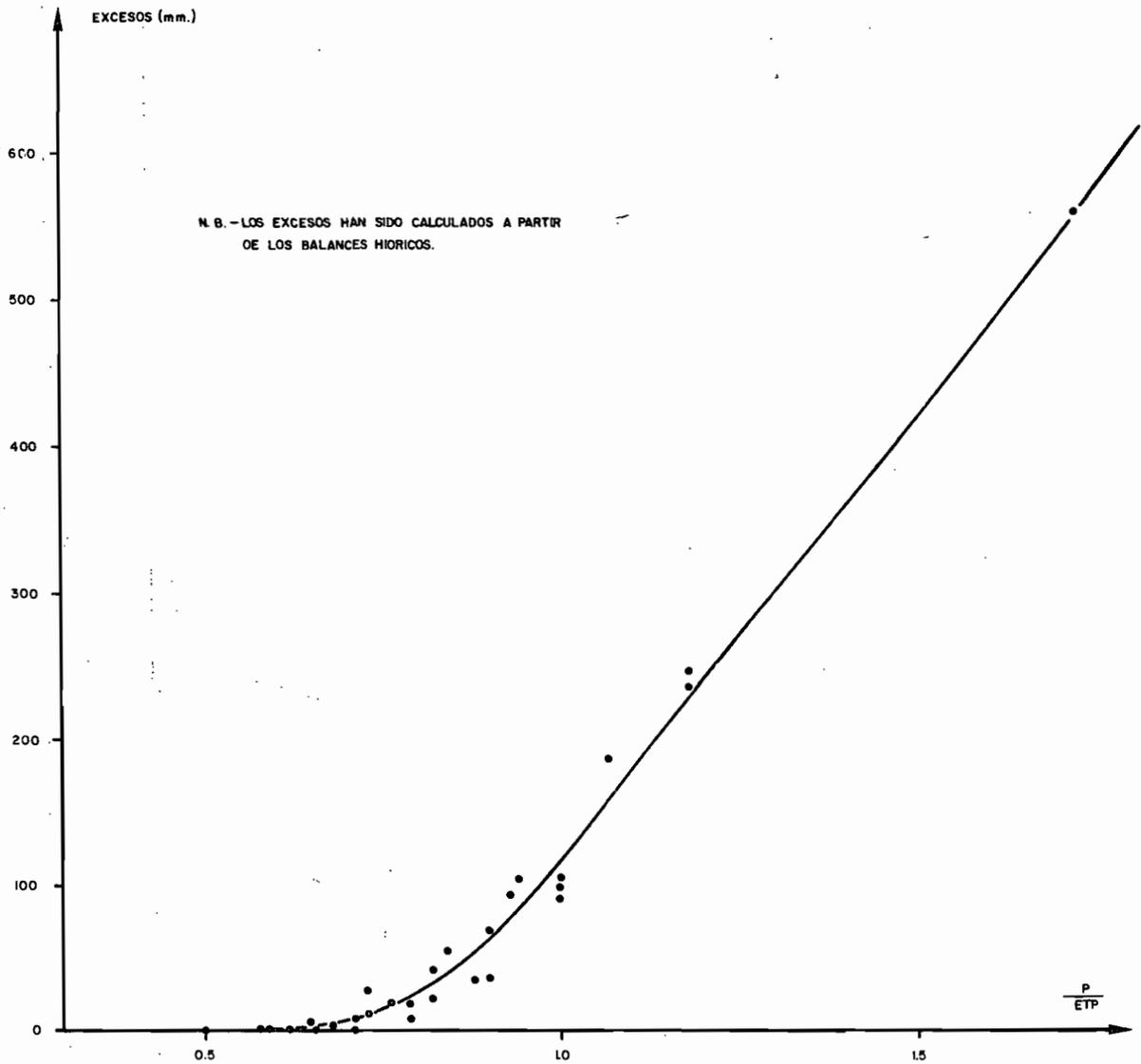
RELACIONES ENTRE LOS VALORES ANUALES DE LOS EXCESOS DE AGUA, LA LLUVIA Y LA ETP

Gráfico I - REGIMENES PLUVIOMETRICOS A Y B



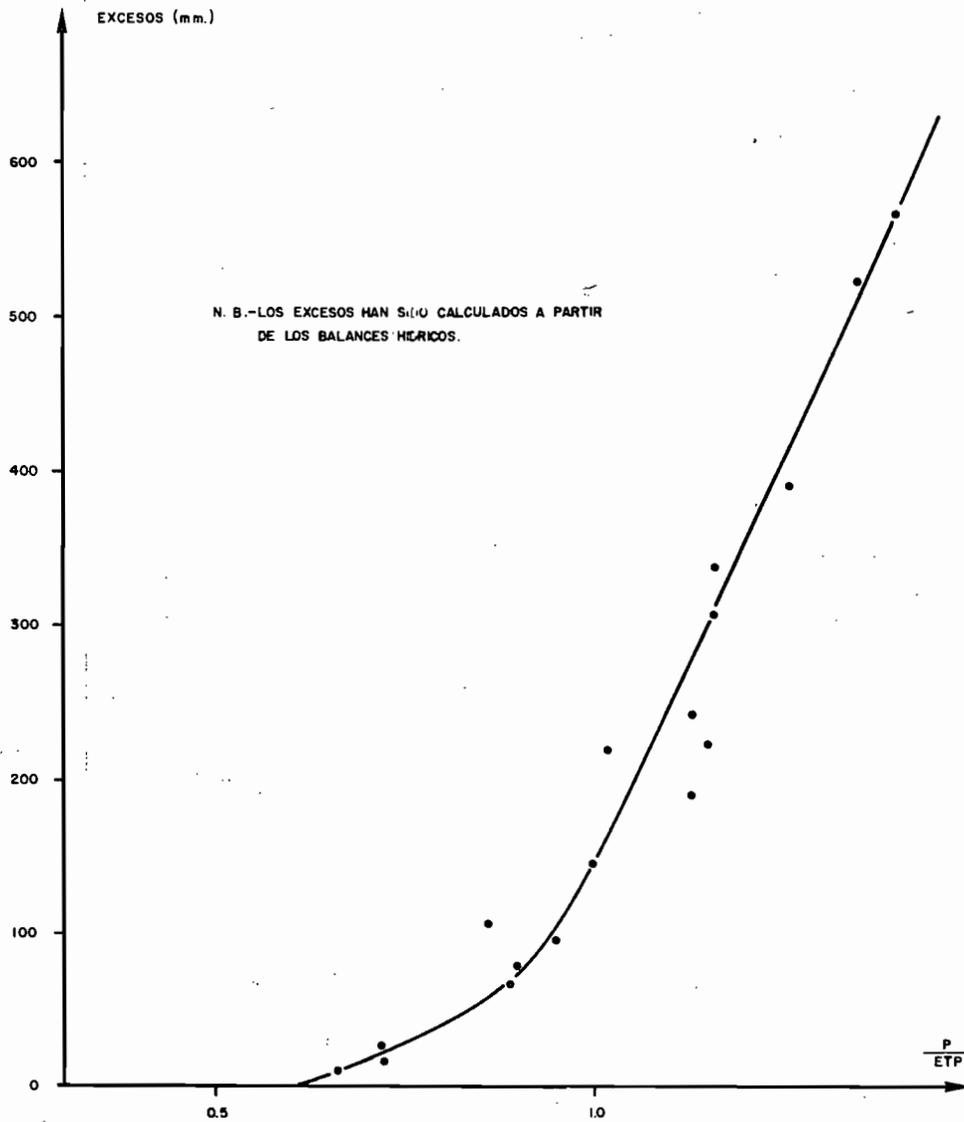
RELACIONES ENTRE LOS VALORES ANUALES DE LOS EXCESOS DE AGUA, LA LLUVIA Y LA ETP

Gráfico 2 - REGIMEN PLUVIOMETRICO C



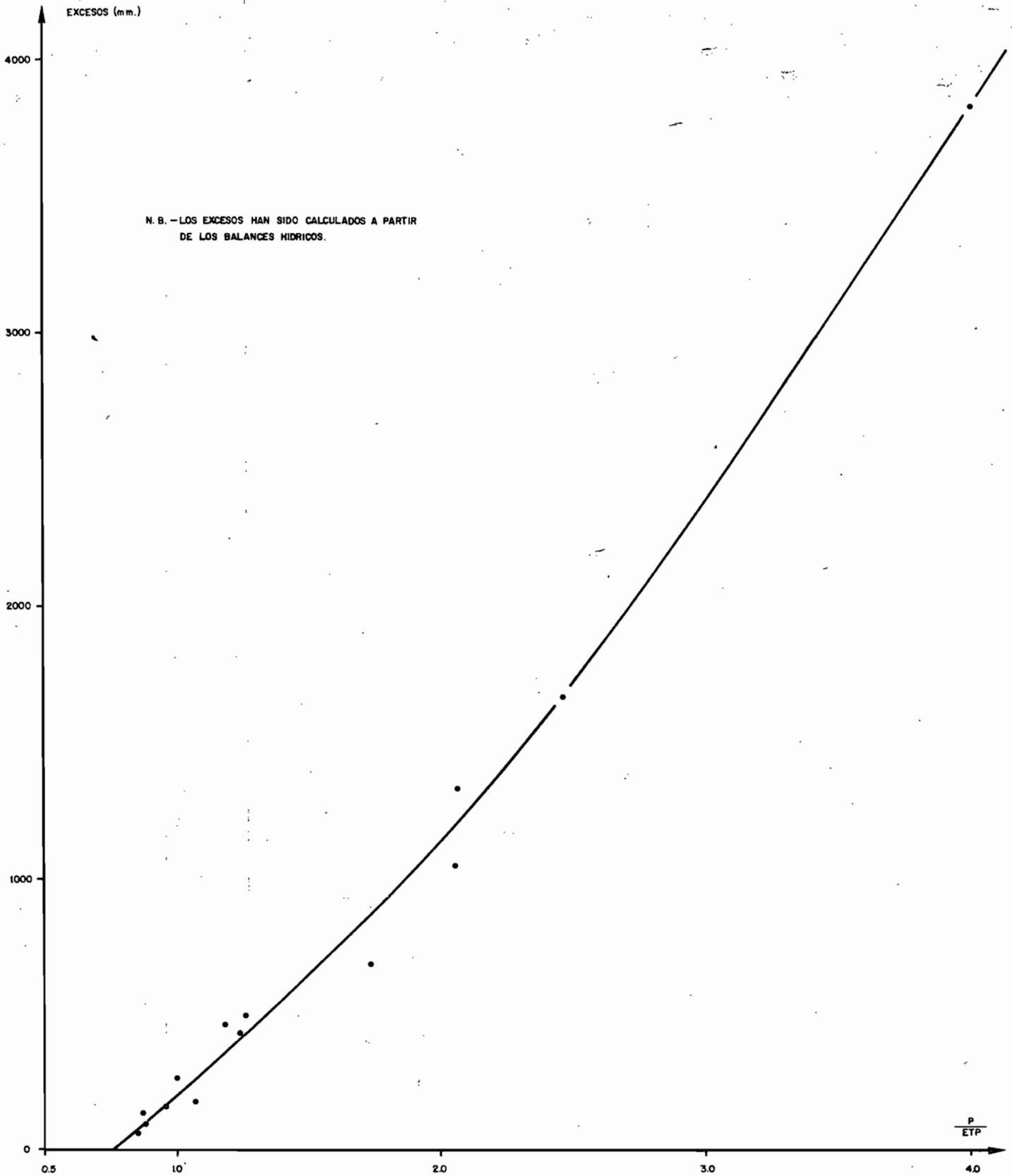
RELACIONES ENTRE LOS VALORES ANUALES DE LOS EXCESOS DE AGUA, LA LLUVIA Y LA ETP

Gráfico 3 -REGIMEN PLUYIOMETRICO D



RELACIONES ENTRE LOS VALORES ANUALES DE LOS EXCESOS DE AGUA, LA LLUVIA Y LA ETP

Gráfico 4 - REGIMENES PLUVIOMETRICOS E Y F



donde:

a_i = porcentaje de la superficie A de la cuenca, comprendido entre dos curvas de nivel C_i y C_{i-1}

d_i = $C_i - C_{i-1}$ representa el desnivel existente entre las curvas de nivel.

L = longitud del rectángulo equivalente calculado a partir de la relación:

$$L = \sqrt{A} \times \frac{C}{1.128} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{428}{C} \right)^2} \right]$$

en la que C es el coeficiente de forma de la cuenca considerada.

$C = 0,282 P / \sqrt{A}$ donde P representa el perímetro de la cuenca.

Es decir que el índice I_p se obtiene mediante varios parámetros y luego de efectuar varios cálculos.

Por las razones anteriores, para un estudio a nivel regional es preferible considerar un índice más sencillo I_g .

$$I_g = D / L$$

donde

D es el desnivel de la cuenca luego de la eliminación del 5% de las superficies con mayor y menor altitud.

L longitud del rectángulo equivalente

El índice anterior es mucho más fácil para calcular y al mismo tiempo presenta buenas relaciones con el índice I_p .

Realizamos los cálculos de ambos índices en las cuencas unitarias del río Bogotá (véase Anexo 1).

El coeficiente de correlación entre las dos series de valores es igual a 0.99 y se obtuvo la siguiente relación:

$$I_p = 0,031 I_g^{0,524}$$

Según las fórmulas precedentes, tanto I_p como I_g disminuyen cuando la superficie de la cuenca aumenta. Para eliminar esta influencia tuvimos en cuenta como índice de pendiente definitivo, el desnivel específico D_s .

$$D_s = I_g \times \sqrt{A} = f(C)$$

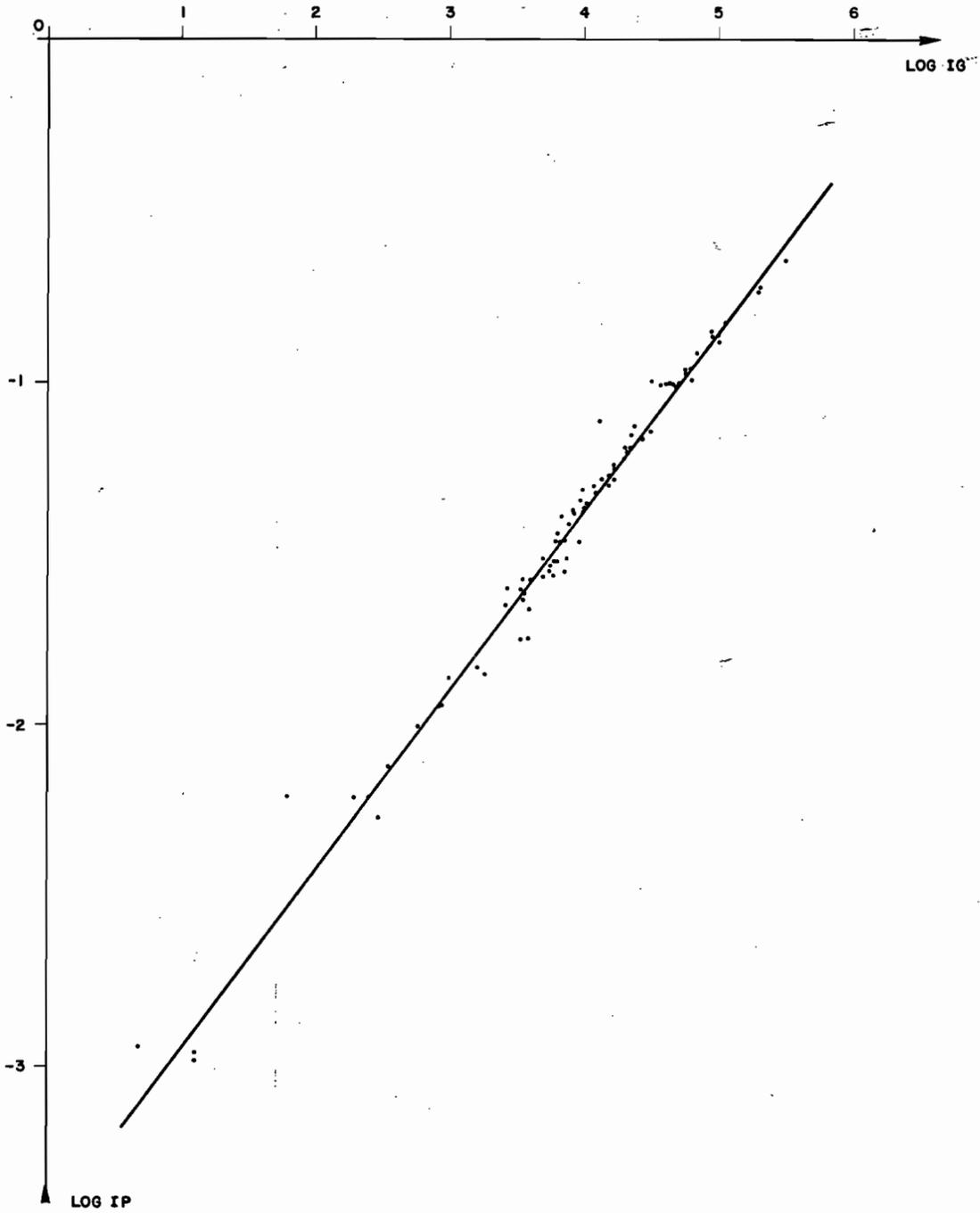
D_s es función únicamente de la forma de la cuenca.

En la práctica, se delimitaron 403 cuencas a partir de un mapa orográfico preciso, en las cuales el relieve parece homogéneo. Para cada cuenca se calcularon los parámetros necesarios para obtener el índice D_s .

Teniendo en cuenta la gran variación del relieve, realizamos una clasificación de los índices en 8 categorías:

R_1	:			D_s	<	10 m
R_2	:	10 m	<	D_s	<	25 m
R_3	:	25 m	<	D_s	<	50 m
R_4	:	50 m	<	D_s	<	100 m
R_5	:	100 m	<	D_s	<	250 m

Gráfico 5 -RELACION ENTRE LOS INDICES DE RELIEVE



R₆ : 250 m < DS < 500 m
R₇ : 500 m < DS < 1.000 m
R₈ : 1.000 m < DS

R₁ corresponde a un relieve muy débil y R₈ a un relieve extremadamente fuerte.

Los resultados correspondientes a las 403 cuencas se presentan en el Anexo 1 del informe.

3-4 - La permeabilidad

La influencia que ejercen el suelo y el subsuelo sobre el escurrimiento puede dividirse en dos tipos de fenómenos: la percolación y el drenaje en el interior del suelo, que generalmente reintegra la red hidrográfica. Es decir que la clasificación se realizó teniendo en cuenta la contribución que hacen las aguas subterráneas al escurrimiento.

En la práctica se delimitaron cinco clases, tomando como base el mapa hidrogeológico:

- P₁ : Zonas permeables que poseen un acuífero que alimenta o no la red hidrográfica (A₁)
- P₂ : Zonas permeables con un acuífero que alimenta la red (A₂, B₁).
- P₃ : Zonas de media y baja permeabilidad (B₂, C₁)
- P₄ : Zonas cársticas o fisuradas (D)
- P₅ : Zonas impermeables (E y F)

3.5. La vegetación

Tiene una influencia de dos tipos sobre el escurrimiento. La forma de evapotranspiración de la vegetación modifica, según sea su tipo, los excesos de agua. Una vegetación de carácter denso puede evapotranspirar en ETP, mientras que en una zona erosionada, el único factor que influirá será la evaporación.

También la estructura de la vegetación influye en el escurrimiento propiamente dicho. Una vegetación densa tendrá tendencia a retardar el escurrimiento, favoreciendo en cambio su evaporación o su infiltración.

Teniendo en cuenta estos dos factores, seleccionamos las siguientes clases:

- V_1 : Bosques y cafetales bajo sombra
- V_2 : Pastos y vegetación baja permanente
- V_3 : Cultivos transitorios
- V_4 : Areas erosionadas y zonas urbanas

3.6. Delimitación y ajustes

Al superponer los diferentes criterios mencionados se delimitan las zonas hidrológicamente homogéneas.

Si dos zonas completamente disímiles desde el punto de vista espacial tienen las mismas clases de factores (E_1 R_4 P_3 V_2 , por ejemplo), sus características de escurrimiento son sino iguales por lo menos similares.

El método anterior es fundamentalmente de índole cualitativa y para conocer las características de cada zona homogénea se hace necesario compararlas con la red hidrométrica existente.

3.7. Conclusiones

Además de permitir la localización de los diferentes tipos de escurrimiento, el método expuesto sirve también de guía para planificar la red hidrométrica. Para lo cual el requisito ideal sería contar con una estación representativa de cada zona hidrológicamente homogénea.

No obstante, en las grandes cuencas del Altiplano Cundiboyacense, la metodología erunciada antes es tal vez inadecuada. En ellas existen muchas estaciones hidrométricas y el escurrimiento natural ha sufrido considerables modificaciones por parte de la mano del hombre. La sabana de Bogotá cuenta por lo menos con seis embalses y recibe agua de otras cuencas (Proyecto Chingaza). Las aguas superficiales son muy utilizadas, tanto para los requerimientos humanos como para los agropecuarios e industriales.

Para manejar el agua en semejantes condiciones, un análisis de tipo regional no basta y deben emplearse métodos más sofisticados, como serían por ejemplo modelos hidrológicos que permiten, a partir de los datos pluviométricos y de una discretización espacial, localizar y cuantificar en forma exacta los problemas hasta un nivel diario. Modelos de tal naturaleza han sido puestos en marcha por el ORSTOM en varias regiones del mundo (Canadá, Europa, Africa, Brasil,...)

Además de analizar simultáneamente las aguas superficiales y subterráneas, tiene la gran ventaja de simular las modificaciones del medio ambiente que se quieren efectuar, y constituye por lo tanto, un poderoso instrumento de decisión, indispensable para la planificación.

4o - Referencias bibliográficas

- CADIER E. : Inventario y determinación de los datos necesarios para el uso racional de los recursos hídricos en el caso de una planificación global de los recursos naturales renovables. La experiencia del ECUADOR.
POURRUT P. in CAHIERS ORSTOM. Série Hydrologie. Vol. XVI No. 3 y 4 ORSTOM. - 1979 -
- DUBREUIL P.: Iniciación al análisis hidrológico
MASSON et cia ORSTOM PARIS. - 1974 -
- DUBREUIL P.: Punto de vista teórico sobre la influencia teórica en el ciclo hidrológico. in CAHIERS ORSTOM Série Hydrologie Vol IV. No. 1 ORSTOM - 1977 -
- DUBREUIL P.: Determinación de los parámetros del suelo que influyen sobre el ciclo hidrológico en las cuencas representativas y experimentales. in CAHIERS ORSTOM Série Hydrologie Vol IV. No. 3 ORSTOM - 1977 -
- DUBREUIL P: La planificación de la red hidrométrica minimal
GUISCAFRE J. in CAHIERS ORSTOM. Série Hydrologie Vol. VIII No. 2 ORSTOM - 1971 -
- DUBREUIL P.: Variación e interacción de los parámetros físicos de las pequeñas cuencas semi-áridas e intertropicales.
MORELL M.
SECHET P. in CAHIERS ORSTOM. Série Hydrologie. Vol XII No. 1 ORSTOM - 1975 -
- GIRARD G. : Elaboración de un modelo hidrop pluviométrico conceptual y su utilización en Québec/
in CAHIERS ORSTOM. Série Hydrologie Vol. VII. No. 2 ORSTOM - 1970 -

- MAG - ORSTOM : Elementos básicos para la planificación de los recursos hídricos. ECUADOR QUITO - 1979 -
- MAG - ORSTOM : Estudio hidrometeorológico e hidrogeológico preliminar de las cuencas de los ríos Pastaza, Chimbo, y Chanchán.
ECUADOR. QUITO - 1976 -
- PLOTNIKOV N.A.: Recursos en aguas subterráneas: Clasificación y evaluación.
GAUTHIERS - VILLARS et cie.
PARIS. - 1962 -
- ROCHE M. : Composición y racionalización de la red hidrometeorológica. in CAHIERS ORSTOM Série Hydrologie
Vol IV. No. 3 ORSTOM _ 1967 -
- ROCHE M. : Hidrología de superficie. GAUTHIERS - VILLARS.
PARIS - 1963 -

RECURSOS HIDRICOS

ANEXO 1

Características morfológicas de las cuencas unitarias

- S : Area de la cuenca
- P : Perímetro
- D : Desnivel
- C : Coeficiente de forma
- L : Longitud del rectángulo equivalente
- I_p : Índice de pendiente de M. ROCHE
- I_g : Índice de pendiente global
- Hm : Altitud media de la cuenca
- DS : Densidad específica
- R : Clase de relieve

CUENCAS DEL RIO BOGOTA

No.	RIO	S Km2	P Km	D m	C	L Km	Ip	Ig m/Km	Hm m	Ds m	R
1	BOGOTA	77,6	38,0	570	1,22	13,1	0,219	44	2957	386	R6
2	BOGOTA	42,0	26,1	650	1,14	7,3	0,320	89	3010	578	R7
3	GUANGUITA	22,5	19,7	330	1,17	6,3	0,252	53	2915	250	R6
4	BOGOTA	132,2	46,9	440	1,15	14,0	0,192	31	2825	361	R6
5	LAS NUTRIAS	88,3	37,6	600	1,13	9,6	0,269	62	2930	585	R7
6	SISGA	67,7	37,5	485	1,29	13,9	0,199	35	2810	288	R6
7	BOGOTA	67,9	34,0	480	1,16	10,6	0,219	45	2800	374	R6
8	SIECHA	62,1	31,5	860	1,13	7,9	0,360	108	3160	855	R7
9	CHIPATA	24,1	21,2	710	1,22	7,3	0,349	97	3200	478	R6
10	SIECHA	52,9	30,4	395	1,18	9,8	0,220	40	2730	293	R6
11	AVES	101,7	43,5	705	1,22	14,9	0,232	47	2910	476	R6
12	TOMINE	83,3	37,1	400	1,15	10,9	0,208	37	2690	334	R6
13	TOMINE	53,3	29,3	520	1,13	7,9	0,272	66	2750	479	R6
14	BOGOTA	61,1	39,5	415	1,43	15,9	0,157	26	2695	204	R5
15	BOGOTA	49,0	28,0	305	1,13	7,0	0,212	43	2635	305	R6
16	BOGOTA	93,7	39,2	420	1,14	11,3	0,190	37	2695	359	R6
17	NEUSA	66,6	35,2	500	1,22	12,1	0,221	41	3400	337	R6
18	NEUSA	72,3	35,3	510	1,17	11,2	0,234	46	3125	388	R6
19	CHECUA	72,1	37,0	575	1,23	12,9	0,233	45	2885	378	R6
20	CHECUA	99,2	40,3	485	1,14	11,6	0,217	42	2690	417	R6
21	TIBITO	126,6	49,1	820	1,23	17,2	0,221	48	2810	540	R7
22	GRANDE	64,7	34,4	465	1,21	11,6	0,210	40	2695	325	R6
23	TEUSACA	44,4	29,0	465	1,23	10,1	0,248	46	3195	307	R6
24	TEUSACA	153,0	55,2	610	1,26	19,9	0,201	31	2905	379	R6
25	TEUSACA	85,7	37,8	605	1,15	11,3	0,233	53	2750	494	R6
26	TEUSACA	74,2	35,0	365	1,15	10,3	0,195	35	2685	306	R6
27	PAN DE AZUCAR	15,2	17,9	495	1,29	6,7	0,294	74	2855	289	R6
28a	FRIO	39,6	26,7	452	1,20	8,9	0,251	51	3310	322	R6
28b	FRIO	55,7	32,4	660	1,22	11,2	0,273	59	3055	438	R6
29	FRIO	63,0	32,0	505	1,14	9,0	0,260	56	2785	445	R6

No.	RIO	S Km2	P Km	D m	C	L Km	Ip	Ig m/Km	Hm m	Ds m	R
30	BOGOTA	100,9	42,6	150	1,20	14,2	0,110	11	2685	106	R5
31	FRIO	103,9	41,9	160	1,16	12,9	0,103	12	2590	127	R5
32	CHICU	70,2	35,7	410	1,20	12,0	0,174	34	2670	286	R6
33	CHICU	64,1	32,0	205	1,13	8,1	0,160	25	2600	201	R5
34	FRIO	93,4	49,7	50	1,45	20,2	0,051	03	2550	24	R2
35	BOGOTA	154,7	49,8	36	1,13	13,0	0,052	03	2550	34	R3
36	SAN CRISTOBAL	30,2	22,7	730	1,16	7,1	0,358	103	3220	566	R7
37	FUCHA	27,4	24,1	305	1,30	9,0	0,208	34	2645	177	R5
38	TUNJUELITO	166,0	51,5	715	1,13	13,0	0,256	55	3460	707	R7
39	TUNJUELITO	85,6	37,7	775	1,15	11,2	0,287	69	3075	639	R7
40	TUNJUELITO	102,8	43,6	755	1,21	14,9	0,254	51	2860	517	R7
41	BOGOTA	11,3	15,1	420	1,27	5,5	0,316	77	2780	254	R6
42	BOGOTA	81,2	36,2	24	1,13	9,9	0,053	02	2546	22	R2
43	SUBACHOQUE	58,5	31,8	780	1,17	10,1	0,304	77	3165	590	R7
44	SUBACHOQUE	129,7	45,6	625	1,13	11,4	0,254	55	2830	622	R7
45	SUBACHOQUE	104,9	42,8	280	1,18	13,8	0,156	20	2665	208	R5
46	SUBACHOQUE	89,1	40,2	135	1,20	13,5	0,110	10	2585	94	R4
47	CHECUA	99,1	40,3	395	1,14	11,6	0,202	34	2730	338	R6
48	BOJACA	67,2	34,8	185	1,20	11,6	0,131	16	2595	131	R5
49	BALSILLAS	128,1	45,3	220	1,13	11,7	0,144	19	2610	212	R5
50	BOGOTA	17,2	17,1	620	1,16	5,3	0,381	117	3145	484	R6
51	SOACHA	17,9	18,0	510	1,20	6,0	0,314	84	2810	358	R6
52	MUÑA	130,2	48,3	870	1,19	16,0	0,269	54	2940	619	R7
53	BOGOTA	42,6	28,3	123	1,22	9,8	0,120	13	2582	82	R4
54	BOGOTA	35,2	24,1	420	1,15	7,1	0,267	59	2680	352	R6
55	BOGOTA	20,0	19,5	815	1,23	6,8	0,372	120	2350	535	R7
56	BOGOTA	46,3	27,9	1260	1,16	8,5	0,415	148	1920	1008	R8
57	BOGOTA	33,1	23,3	1660	1,14	6,7	0,527	246	1800	1417	R8
58	Q. HONDA	27,6	21,3	980	1,14	6,2	0,442	158	2220	831	R7
59	BOGOTA	38,6	29,0	880	1,32	11,0	0,324	80	1200	486	R6
60	BOGOTA	105,4	41,1	1505	1,13	10,7	0,425	141	1250	1445	R8
61	BOGOTA	34,3	26,3	470	1,27	9,6	0,244	49	720	288	R6

No.	RIO	S Km2	P Km	D m	C	L Km	Ip	Ig m/Km	Hm m	Ds m	R
62	Q. TRIBUNA	11,5	14,5	970	1,21	4,9	0,480	198	2120	671	R7
63	Q. CAMPOS	11,0	16,7	715	1,42	6,7	0,360	107	1375	353	R6
64	CALANDAIMA	102,0	40,8	1705	1,14	11,6	0,425	147	1320	1481	R8
65	CALANDAIMA	98,3	39,7	1430	1,13	10,0	0,428	143	1280	1418	R8
66	CALANDAIMA	42,6	29,6	495	1,28	10,9	0,233	45	670	291	R5
67	BOGOTA	19,8	18,3	350	1,16	5,6	0,277	62	600	276	R6
68	CURI	82,7	38,9	1530	1,21	13,2	0,379	116	1860	1056	R8
69	CACHIPAY	35,8	24,1	1330	1,14	6,7	0,488	198	2070	1182	R8
70	CURI	90,6	38,7	870	1,15	11,4	0,302	76	1160	726	R7
71	APULO	47,9	28,3	1010	1,15	8,5	0,384	118	2480	818	R7
72	APULO	51,5	29,0	1040	1,14	8,3	0,401	126	1460	901	R7
73	APULO	29,5	21,7	610	1,13	5,5	0,354	110	970	612	R7
74	APULO	79,5	35,7	630	1,13	9,1	0,288	69	870	620	R7
75	APULO	71,6	34,7	795	1,16	10,6	0,304	75	750	635	R7
76	BOGOTA	28,2	22,1	480	1,17	7,1	0,279	68	600	362	R6
77	Q. JARAMILLA	31,6	23,2	730	1,16	7,2	0,353	101	790	568	R7
78	CACHIMBULA	49,3	29,1	410	1,17	9,2	0,237	45	575	314	R6
79	MOYOTA	37,5	26,5	605	1,22	9,2	0,282	66	695	405	R6
80	BOGOTA	79,5	35,7	400	1,13	9,1	0,210	44	475	393	R6
81	BOGOTA	42,3	28,1	465	1,22	9,7	0,212	48	510	312	R6
82	BOGOTA	93,3	39,5	430	1,15	11,9	0,176	36	475	348	R6
83	BOGOTA	176,6	55,2	330	1,17	17,5	0,143	19	390	247	R5

CUENCA DEL RIO SUMAPAZ

No.	RIO	S Km2	P Km	D m	C	L Km	Ig m/Km	Ds m	R
84	SUMAPAZ	81,5	37,9	1000	1,18	12,3	81	734	R7
85	Q. LAS VEGAS	19,2	17,5	290	1,13	4,8	60	265	R6
86	SAN JUAN	49,5	28,4	870	1,13	8,0	108	760	R7
87	SAN JUAN	18,8	17,4	370	1,13	4,7	79	341	R6
88	SAN JUAN	27,8	21,8	420	1,16	6,8	61	324	R6
89	SAN JUAN	47,3	27,8	1100	1,14	7,9	138	951	R7
90	PILAR	91,3	38,3	620	1,13	10,2	61	581	R7
91	PILAR	79,8	40,9	1040	1,29	15,2	68	611	R7
92	PILAR	38,9	26,6	660	1,20	8,9	74	459	R6
93	RIO SUMAPAZ	71,2	37,0	1290	1,24	13,0	99	835	R7
94	SUMAPAZ	17,5	20,0	580	1,35	7,7	75	313	R6
95	Q. NEGRA	82,3	37,8	1200	1,17	12,1	99	900	R7
96	Q. STA RITA	34,7	23,8	950	1,14	6,8	140	824	R7
97	SUMAPAZ	34,9	23,7	770	1,13	6,4	121	714	R7
98	Q. MACHAMBA	13,2	14,6	240	1,13	4,0	60	218	R5
99	SUMAPAZ	36,8	27,3	900	1,27	9,9	90	548	R7
100	Q. LA CHORRERA	85,7	37,1	1150	1,13	9,8	117	1081	R8
101	SUMAPAZ	48,3	27,8	940	1,13	7,0	134	933	R7
102	JUAN LOPEZ	79,9	35,8	1970	1,13	9,4	210	1873	R8
103	SUMAPAZ	54,9	32,0	1430	1,22	11,0	130	962	R7
104	CORRALES	70,6	33,9	1310	1,44	9,6	137	1149	R8
105	CUJA	72,9	36,6	1550	1,21	12,4	125	1064	R8
106	CUJA	37,6	29,1	1100	1,34	11,2	98	603	R7
107	BATAN	13,8	16,4	920	1,24	5,8	158	586	R7
108	GUAVIO	49,7	29,3	1570	1,17	9,3	108	1188	R8
109	BATAN	65,5	35,6	1420	1,24	12,6	113	912	R7
110	CUJA	34,8	30,5	1200	1,46	12,4	96	568	R7
111	CUJA	9,1	13,7	440	1,28	5,0	87	263	R6
112	LEJIA	61,6	37,1	1660	1,33	14,2	117	919	R7
113	NEGRO	82,5	34,5	1350	1,07	11,7	115	1047	R8

No.	RIO	S Km ²	P Km	D m	C	L Km	Ig m/Km	Ds m	R
114	NEGRO	55,9	33,6	1160	1,27	12,2	95	709	R7
115	NEGRO	21,8	21,9	1290	1,32	8,3	155	723	R7
116	NEGRO-CUJA	62,0	33,4	750	1,20	11,1	67	531	R7
117	Q. CHIQUINQUIRA	69,1	32,9	880	1,11	9,4	93	776	R7
118	SUBIA	40,4	27,3	1270	1,21	9,3	136	867	R7
119	SUMAPAZ	48,7	32,1	970	1,30	12,0	81	565	R7
120	Q. HONDA	23,2	20,8	495	1,21	7,1	69	335	R6
121	Q. HONDA	13,1	15,5	540	1,20	5,2	103	372	R6
122	BARRO BLANCO	55,7	31,3	990	1,18	10,2	97	726	R7
123	BARRO BLANCO	23,0	23,1	1080	1,36	9,0	120	576	R7
124	SUBIA	14,8	19,1	800	1,40	7,6	105	405	R6
125	SUBIA	18,1	19,1	1010	1,27	6,9	145	619	R7
126	SUBIA	27,7	23,8	1080	1,27	8,7	124	651	R7
127	CHOCHO	62,8	37,1	1240	1,32	14,1	88	697	R7
128	CHOCHO	32,9	23,2	1330	1,14	6,7	200	1145	R8
129	PANCHES	53,1	35,1	1400	1,36	13,7	102	747	R7
130	SAN JOSE	12,2	15,5	1060	1,25	5,5	191	667	R7
131	PAGUEY	91,2	41,4	1090	1,22	14,3	76	726	R7
132	PAGUEY	30,9	23,9	350	1,21	8,2	43	238	R5
133	PAGUEY	100,2	50,8	490	1,43	20,5	24	239	R5

CUENCA RIO CHICAMOCHA

No.	RIO	S Km2	P Km	D m	C	L Km	Ig m/Km	Ds m	R
134	Q. HONDA	24,2	23,0	275	1,32	8,7	31	155	R5
135	Q. SECA	55,3	31,1	465	1,18	10,0	46	344	R6
136	CHULO	31,4	24,0	390	1,21	8,1	48	268	R6
137	Q.PTE HAMACA	35,0	27,8	250	1,32	10,6	24	140	R5
138	CHULO	74,8	35,6	520	1,16	11,0	47	406	R8
139	CHULO	88,2	38,4	500	1,15	11,6	43	405	R6
140	PIEDRAS	45,9	29,6	830	1,23	10,4	80	542	R7
141	CORNICHOQUE	104,7	43,6	970	1,20	14,7	66	677	R7
142	CORNICHOQUE	53,7	33,0	505	1,27	12,0	42	307	R6
143	TOCA	24,8	27,2	1010	1,54	11,4	88	440	R6
144	CHORRERA	56,9	32,4	970	1,21	11,0	88	662	R7
145	SAN IGNACIO	17,9	17,3	540	1,15	5,2	103	437	R6
146	Q. BAIBA	13,8	20,5	930	1,56	8,7	107	399	R6
147	CHORRERA	54,2	33,9	155	1,30	12,7	12	90	R4
148	Q.DESAGUADERO	29,9	26,2	450	1,35	10,2	44	242	R5
149	Q.DESAGUADERO	23,6	20,9	305	1,21	7,1	43	207	R5
150	TUTA	58,1	31,9	240	1,18	10,3	23	177	R5
151	ACUSE	71,0	36,2	1050	1,21	12,3	85	716	R7
152	SOTAQUIRA	66,0	33,7	820	1,17	10,7	77	625	R7
153	SOTAQUIRA	64,3	35,4	290	1,24	1,3	23	185	R5
154	CHICAMOCHA	45,7	27,4	190	1,14	8,0	24	161	R5
155	Q. LAGUNITAS	68,1	39,5	750	1,35	15,3	49	405	R6
156	CHICAMOCHA	41,4	29,6	690	1,30	11,0	62	402	R6
157	TOIBITA	16,7	18,6	620	1,28	6,9	90	369	R6
158	SURBA	20,4	18,4	590	1,15	5,5	108	487	R6
159	Q.BARRONEGRO	39,0	28,9	1050	1,30	10,9	97	604	R7
160	Q.PAN DE AZUCAR	36,7	24,5	580	1,14	7,0	82	500	R7
161	Q. LOS SIRAS	16,2	16,2	1045	1,14	4,5	232	935	R7
162	CHICAMOCHA	91,5	42,3	250	1,25	15,1	17	158	R5

No.	RIO	S Km ²	P Km	D m	C	L Km	Ig m/Km	Ds m	R
163	Q. EL MANZANO	31,9	24,2	560	1,21	8,2	68	385	R6
164	CHITICUY	45,9	31,0	940	1,29	11,5	82	553	R7
165	CHICAMOCHA	18,8	22,3	70	1,45	9,1	8	33	R3
166	Q. LA TOMA	38,1	24,7	400	1,13	6,3	63	389	R6
167	CHICAMOCHA	39,5	25,2	330	1,13	6,7	49	308	R6
168	PESCA	73,0	34,5	910	1,14	9,8	93	793	R7
169	PESCA	79,9	36,3	660	1,14	10,6	62	554	R7
170	PESCA	57,0	31,6	790	1,18	10,2	77	583	R7
171	TOTA	63,6	34,3	740	1,21	11,7	63	503	R7
172	TOTA	60,6	37,9	510	1,37	14,9	34	267	R6
173	Q. LOS CLOQUIES	42,6	27,6	390	1,19	9,1	43	278	R6
174	Q. LOS ALISOS	22,0	18,8	600	1,13	5,0	120	563	R7
175	Q. SONOSI	26,1	21,4	640	1,18	6,9	92	471	R6
176	CHIQUITO	41,7	30,1	320	1,31	11,4	28	181	R5
177	MONIQUIRA	67,1	32,8	1050	1,13	8,6	122	1003	R8
178	MONIQUIRA	41,2	29,1	370	1,28	10,7	35	222	R5
179	CHICAMOCHA	52,3	34,5	340	1,34	13,3	25	184	R5
180	MONGUI	93,7	42,9	1000	1,25	15,3	65	631	R7
181	CHICAMOCHA	19,0	17,5	270	1,13	4,7	57	248	R5
182	SASA	80,5	37,1	750	1,17	11,6	64	579	R7
183	SASA	40,3	29,1	740	1,29	10,8	69	435	R6
184	SASA	57,4	38,9	1270	1,45	15,8	80	608	R7
185	CHICAMOCHA	29,2	22,0	360	1,15	6,5	55	298	R6
186	CHICAMOCHA	35,3	25,4	800	1,21	8,6	93	553	R7
187	CHICAMOCHA	56,8	32,5	420	1,22	11,2	38	284	R6
188	CHICAMOCHA	30,0	23,1	650	1,19	1,6	85	468	R6
189	Q. BUNTIA	23,1	20,9	530	1,23	7,3	73	350	R6
190	Q. CANELAS	37,0	26,6	1320	1,23	9,3	141	860	R7

CUENCA DEL RIO SUAREZ

No.	RIO	S Km2	P Km	D m	C	L Km	Ig m/Km	Ds m	R
191	Q. CANDADO	9,9	13,7	230	1,22	4,8	48	151	R5
192	AGUASAL	16,5	19,0	400	1,32	7,2	55	225	R5
193	AGUACLARA	21,5	22,8	580	1,39	9,0	64	298	R6
194	CHIRTOQUE	25,0	23,0	550	1,29	8,6	64	320	R6
195	SUTA	18,7	18,0	460	1,17	5,7	80	346	R6
196	Q. DE PALACIOS	6,6	10,3	390	1,13	2,7	142	364	R6
197	Q. PUEBLO VIEJO	10,4	13,3	520	1,16	4,1	126	405	R6
198	Q. CHUNSECIA	42,0	29,3	500	1,27	10,7	46	302	R6
199	Q. EL JUCUAL	14,9	17,1	280	1,25	6,1	46	177	R5
200	Q. DE OVEJERAS	35,0	28,9	325	1,38	11,4	28	169	R5
201	TIBITA	68,9	39,1	710	1,33	14,9	47	394	R6
202	LENGUAZAQUE	59,0	33,8	525	1,24	12,0	44	337	R6
203	Q. MOJICA	16,0	17,2	365	1,21	5,9	62	248	R5
204	Q. CHITAL	9,3	13,5	570	1,25	4,8	118	360	R6
205	LENGUAZAQUE	45,8	30,1	680	1,25	10,8	63	425	R6
206	LENGUAZAQUE	44,5	29,9	475	1,26	10,8	44	292	R6
206a	Q. HONDA	11,8	19,0	525	1,56	8,0	65	224	R5
206b	Q. HONDA	30,3	25,4	660	1,30	9,5	69	382	R6
207	EL HATO	28,4	22,7	690	1,20	7,6	90	482	R6
208	EL HATO	55,6	32,6	710	1,23	11,4	62	463	R6
209	PLAYA	27,5	21,4	450	1,15	6,4	70	368	R6
210	EL HATO	37,2	25,1	420	1,16	7,7	54	330	R6
211	UBATE	66,0	35,5	620	1,23	12,4	50	405	R6
212	SUTA	57,3	33,7	60	1,26	12,1	5	37	R3
213	Q. LENGUAZAQUE	13,6	15,8	670	1,21	5,4	125	461	R6
214	Q. CHUNCIA	9,8	12,9	300	1,16	4,0	75	235	R5
215	Q. SUTACHIN	6,5	10,2	290	1,13	2,6	111	284	R6
216	Q. GUALACACIA	22,3	18,9	380	1,13	4,9	78	367	R6
217	UBATE	69,0	45,8	280	1,55	19,3	14	120	R5
218	FUQUENE	14,0	17,1	410	1,29	6,3	65	242	R5

No.	RIO	S Km2	P Km	D m	C	L Km	Ig m/Km	Ds m	R
219	Q. LA ROSA	5,6	9,5	200	1,13	2,6	78	184	R5
220	Q. MONROY	6,2	10,0	300	1,13	2,7	110	274	R6
221	LA CHORRERA	4,3	8,3	250	1,13	2,1	116	241	R5
222	SUAREZ	70,3	36,3	160	1,22	12,5	13	107	R5
223	SUSA	38,7	26,7	845	1,21	9,1	93	578	R7
224	SUSA	15,3	18,3	340	1,32	6,9	49	191	R5
225	Q. COQUIRA	3,5	7,7	390	1,16	2,4	164	307	R6
226	SAN JOSE	25,9	22,3	370	1,24	7,9	47	240	R5
227	SAN JOSE	50,6	28,5	460	1,13	7,5	61	434	R6
228	SIMISACA	55,0	36,4	620	1,38	14,4	43	320	R6
229	SUAREZ	91,9	43,7	110	1,29	16,2	7	65	R4
230	Q. CHARCO	10,7	13,1	250	1,13	3,4	73	238	R5
231	Q. QUIFE	34,5	32,9	430	1,58	14,0	31	181	R5
232	Q. CHIQUINQUIRA	26,9	23,2	350	1,26	8,4	43	222	R5
233	CHIQUINQUIRA	28,1	26,0	660	1,38	10,3	64	341	R6
234	CHIQUINQUIRA	39,3	32,6	420	1,47	13,4	31	197	R5
235	SUAREZ	41,6	25,8	240	1,13	6,5	37	238	R5
236	Q. LA RAYA	18,0	17,8	600	1,18	5,8	104	439	R6
237	MADRON	38,1	26,1	580	1,19	8,6	67	414	R6
238	Q. EL SALITRE	29,9	24,0	720	1,24	8,5	85	465	R6
239	Q. DEL MOLINO	13,4	14,7	510	1,13	4,0	128	467	R6
240	CANAL PARIS	21,9	20,2	295	1,22	6,9	42	199	R5
241	SUAREZ	31,8	27,0	590	1,35	10,5	56	318	R6
242	Q. BARRO NEGRO	21,6	20,9	760	1,27	7,6	100	464	R6
243	Q. EL ROPERO	25,7	22,7	800	1,26	8,2	97	493	R6
244	Q. LOS ROBLES	11,5	15,5	500	1,29	5,7	87	295	R6
245	SUAREZ	21,0	20,4	550	1,25	7,3	75	343	R6
246	SUAREZ	62,9	36,1	500	1,28	13,4	37	297	R6

CUENCA DEL RIO MONIQUIRA

No.	RIO	S Km ²	P Km	D m	C	L Km	Ig m/Km	Ds m	R
247	FIRITA	37,2	28,1	850	1,30	10,5	81	492	R6
248	LA CANDELARIA	31,9	22,7	840	1,13	6,2	136	768	R7
249	Q. MINAS	12,6	14,2	590	1,13	3,6	164	582	R7
250	Q.CHIMICHANGA	19,4	18,1	310	1,16	5,5	56	247	R5
251	LA CANDELARIA	24,6	22,1	560	1,25	7,9	70	350	R6
252	Q. ROA	9,5	12,7	240	1,16	3,9	61	188	R5
253	DULCE	30,8	26,8	650	1,36	10,5	62	344	R6
254	Q. SALADA	12,4	14,7	670	1,18	4,7	142	499	R6
255	LA CANDELARIA	17,9	19,5	260	1,30	7,3	36	151	R5
256	Q.PIEDECUESTA	17,3	22,3	600	1,51	9,3	64	268	R6
257	FUNZA	32,1	23,9	570	1,19	7,8	73	411	R6
258	SUTAMARCHAN	75,3	35,6	810	1,16	10,9	75	647	R7
259	SUTAMARCHAN	62,4	39,1	1180	1,40	15,5	76	600	R7
260	GACHANEQUE	18,2	20,1	60	1,33	7,7	8	33	R3
261	GACHANEQUE	31,8	23,0	690	1,15	6,9	99	600	R7
262	GACHANEQUE	44,7	27,6	440	1,17	8,7	51	339	R6
263	Q.SANTIAGO	50,0	31,8	530	1,27	11,6	46	322	R6
264	Q.CHURUBITA	13,9	18,4	540	1,39	7,3	74	276	R6
265	SAMACA	57,0	33,2	940	1,24	11,8	80	602	R7
266	Q. HONDA	26,9	22,2	700	1,20	7,5	93	484	R6
267	SACHICA	22,1	20,4	290	1,22	7,1	41	193	R5
268	Q.LA COLORADA	16,3	16,5	990	1,15	4,9	200	810	R7
269	LEIVA	35,2	28,3	305	1,34	10,9	28	166	R5
270	Q.YERBA-BUENA	53,8	30,1	680	1,16	9,2	74	542	R7
271	Q. CHORRERA	27,0	23,5	1090	1,28	8,6	127	657	R7
272	Q.MAMARAMOS	19,8	17,8	1040	1,13	4,5	231	1028	R8
273	MONIQUIRA	106,8	50,8	1140	1,39	20,1	57	587	R7
274	MONIQUIRA	72,2	41,9	1210	1,39	16,6	73	619	R7
275	MONIQUIRA	155,6	50,6	1150	1,14	14,8	78	972	R7
276	ARCABUCO	72,0	40,5	660	1,35	15,6	42	358	R6

No.	RIO	S Km ²	P Km	D m	C	L Km	Ig m/Km	Ds m	R
277	ARCABUCO	39,3	25,1	1000	1,13	6,6	153	957	R7
278	POMECA	32,4	24,4	380	1,21	8,3	46	261	R6
279	Q.PESCADERO	72,4	37,0	1140	1,23	12,9	89	753	R7
280	UVASA	40,8	31,2	710	1,38	12,3	58	369	R6
281	TOGUY	29,4	24,7	1120	1,28	9,1	123	665	R7
282	UVASA	30,8	23,3	420	1,18	7,6	55	307	R6
283	MONIQUIRA	63,2	35,0	670	1,24	12,4	54	429	R6

CUENCA DEL RIO BATA

No.	RIO	S Km2	P Km	D m	C	L Km	Ig m/Km	Ds m	R
284	TEATINOS	12,4	15,9	530	1,27	11,6	46	321	R6
285	TEATINOS	93,0	48,8	400	1,31	16,9	24	228	R5
286	BOYACA	58,4	37,3	810	1,38	14,7	55	422	R6
287	Q. EL CENTENARIO	42,0	30,4	720	1,32	11,6	62	403	R6
288	Q. COLORADA	39,6	26,0	970	1,17	8,1	119	751	R7
289	CEBADAL	30,0	21,7	620	1,13	6,0	103	566	R7
290	Q. ROSAL	28,1	22,7	530	1,21	7,7	69	365	R6
291	UNICA	30,9	22,2	870	1,13	6,0	145	806	R7
292	JENESANO	60,3	32,4	800	1,18	10,4	77	597	R7
293	TIBANO	66,5	33,7	530	1,17	10,5	50	410	R6
294	ALBARRACIN	54,4	31,8	810	1,22	10,9	74	547	R7
295	ALBARRA	89,6	41,1	1020	1,22	14,3	71	677	R7
296	Q. RINCHOQUE	66,8	35,8	820	1,24	12,6	65	532	R7
297	Cñ. ALISAL	30,3	22,8	520	1,17	7,2	72	399	R6
298	ICABUCO	37,0	24,9	830	1,15	7,5	110	669	R7
299	TURMEQUE	74,5	33,9	600	1,13	9,2	65	562	R7
300	TIBANA	54,2	31,0	950	1,19	10,2	93	688	R7
301	BOSQUE	33,8	24,3	690	1,18	7,8	88	512	R7
302	TIBANA	55,8	33,9	1060	1,28	12,5	85	635	R7
303	FUSAVITA	33,0	24,9	420	1,22	8,6	49	280	R6
304	FUSAVITA	57,4	35,7	1260	1,18	10,2	123	931	R7
305	FUSAVITA	54,7	31,9	800	1,22	11,0	73	540	R7
306	GARAGOA	91,0	42,4	1310	1,25	15,2	86	821	R7
307	Q. QUIGUA	31,0	22,1	720	1,14	6,6	109	606	R7
308	GARAGOA	47,4	29,9	1200	1,22	10,4	116	795	R7
309	GUAYA	60,6	30,0	1320	1,13	8,3	159	1240	R8
310	GARAGOA	72,9	44,7	850	1,42	17,9	47	422	R6
311	GARAGOA	19,4	17,9	520	1,15	5,3	99	435	R6
312	MACHETA	55,4	33,2	800	1,26	12,0	67	497	R6
313	Q. EL MOLINO	30,4	26,8	700	1,37	10,5	67	367	R6

No.	RIO	S Km2	P Km	D m	C	L Km	Ig m/Km	Ds m	R
314	MACHETA	90,3	42,3	1090	1,26	15,2	72	681	R7
315	Q. SALITRE	59,4	35,2	740	1,29	13,0	57	437	R6
316	MACHETA	90,0	49,0	1280	1,46	20,0	64	607	R7
317	AGUACIA	94,2	39,0	1350	1,13	10,7	126	1227	R8
318	MACHETA	79,7	37,5	1180	1,18	12,2	96	861	R7
319	SOMONDOCO	33,3	26,9	1300	1,31	10,2	128	737	R7
320	SOMONDOCO	64,7	35,6	1450	1,25	12,7	114	918	R7
321	SUNUBA	24,4	23,0	730	1,31	8,7	84	415	R6
322	SOMONDOCO	79,3	38,1	1050	1,21	12,9	81	725	R7
323	GARAGOA	38,3	27,2	1300	1,24	9,6	135	837	R7
324	GARAGOA	15,2	18,1	780	1,31	6,8	114	446	R6
325	GARAGOA	73,7	35,1	1280	1,15	10,6	121	1037	R8
326	GARAGOA	45,7	30,1	1140	1,26	10,8	105	712	R7
327	BATA	32,0	24,2	1150	1,21	8,2	140	794	R7
328	Q. EL CHIVOR	31,1	22,7	1060	1,15	6,7	158	879	R7
329	Q. EL CHIVOR	13,9	15,1	920	1,14	4,4	211	785	R7
330	BATA	50,0	32,6	1250	1,28	11,7	106	753	R7
331	Cñ. NEGRO	28,9	22,9	1560	1,20	7,7	203	1090	R8
332	Q. HONDA	17,5	19,2	1530	1,29	7,2	214	895	R7
333	GARAVITO	31,8	26,8	690	1,34	10,3	67	377	R6
334	SUCIO	20,8	18,3	600	1,13	4,9	122	554	R7
335	GUAVIO	13,5	15,4	1600	1,18	5,0	320	1176	R8
336	CIENEGAL	47,4	29,9	1210	1,22	10,4	116	802	R7
337	TUNJITA	35,2	26,7	1330	1,27	9,7	137	811	R7
338	LA PALMA	48,1	28,5	740	1,16	8,8	84	586	R7
339	TUNJITA	36,4	24,9	950	1,16	7,8	122	739	R7
340	TUNJITA	48,2	31,1	950	1,26	11,3	84	585	R7
341	TUNJITA	44,1	30,8	1260	1,31	11,6	109	721	R7
342	LENGUPA	49,2	28,1	1600	1,13	7,4	216	1514	R8
343	Q. LAS MOYAS	67,2	35,1	1580	1,21	11,9	133	1088	R8
344	Cñ HONDA	35,3	24,8	790	1,18	8,0	99	589	R7

No.	RIO	S Km2	P Km	D m	C	L Km	Ig m/Km	Ds m	R
345	UPIA	40,7	27,8	790	1,23	9,7	81	519	R7
346	Cñ. RICO	49,5	31,1	520	1,25	11,1	47	330	R6
347	UPIA	42,0	29,2	1060	1,27	10,7	99	644	R7
348	UPIA	35,4	26,2	400	1,24	9,3	43	256	R6
349	Q. LA REVENTONERA	16,7	16,4	940	1,13	4,4	149	609	R7
350	Q. REVENTONERA	10,0	12,7	1140	1,13	3,5	330	1042	R8
351	UPIA	14,6	15,4	360	1,14	4,3	83	318	R6
352	Q. LA MONA	13,0	14,5	980	1,13	4,0	245	883	R7
353	Q. EL CHUY	12,9	18,4	1080	1,44	7,5	145	519	R7
354	UPIA	20,1	18,7	420	1,18	6,0	70	314	R6
355	GÚAVIO	20,2	21,0	700	1,32	8,0	88	395	R6
356	BOCACHICA	30,1	22,4	300	1,15	6,7	45	245	R5
357	Q. DORADAS	22,0	20,1	610	1,21	6,8	45	213	R5
358	CHIQUITO	19,1	18,5	570	1,19	6,1	93	406	R6
359	CATATUMBO	19,1	19,9	690	1,28	7,4	94	410	R6
360	Cñ CRISTAL	33,6	24,9	680	1,21	8,5	80	464	R6
361	Cñ BLANCO	19,3	21,9	520	1,41	8,7	59	261	R6
374	UPIA	74,4	37,6	1450	1,23	13,1	110	952	R7
375	UPIA	103,8	43,0	1760	1,19	14,2	124	1265	R8
376	Q. DIGANOME	18,3	17,2	1390	1,13	4,7	294	1256	R8

OTRAS CUENCAS

No.	RIO	S Km2	P Km	D m	C	L Km	Ig m/Km	Ds m	R
362	CUSIANA	118,0	47,2	600	1,23	16,4	37	397	R6
363	Q. SALITRE	55,1	31,6	750	1,2	10,6	71	521	R7
364	CUSIANA	53,4	34,1	550	1,32	12,9	43	311	R6
365	Q. GUSPAQUIRA	31,2	23,1	630	1,17	7,2	87	486	R6
366	Q. EL VINO	35,0	23,7	970	1,13	6,3	155	918	R7
367	Q. HATO LAGUNA	32,4	25,1	650	1,24	8,9	73	415	R6
368	Q. EL TEJAR	33,5	23,9	850	1,16	7,5	114	660	R7
369	OLARTE	25,8	22,2	650	1,23	7,8	83	424	R6
370	Q. LOS ORGANOS	81,2	38,1	1100	1,19	12,6	87	786	R7
371	DESAGUADERO	87,2	41,0	950	1,24	14,5	66	613	R7
372	SISBACA	33,0	23,0	520	1,13	6,0	87	498	R6
373	DESAGUADERO	40,6	30,0	1330	1,33	11,5	116	740	R7
377	Q. BOQUEMONTE	51,0	30,0	1020	1,18	9,8	104	744	R7
378	PALMAR	40,2	28,3	800	1,26	10,2	78	495	R6
379	NEGRO	49,0	31,0	1200	1,25	11,1	108	758	R7
380	Q. LA CEGUERA	15,5	16,4	250	1,17	5,2	48	188	R5
381	LAGUNERO	54,3	29,9	700	1,14	8,7	80	591	R7
382	AMOLADERO	29,4	22,8	465	1,19	7,5	62	338	R6
383	TUNJO	48,1	31,8	900	1,29	11,8	76	527	R7
384	CONCEPCION	61,1	29,0	880	1,13	7,9	101	867	R7
385	BLANCO	101,2	41,1	1170	1,15	12,4	95	960	R7
386	Q. LLANO GRANDE	49,4	26,5	1090	1,13	7,2	142	999	R7
387	PORTEZUELA	24,0	25,0	640	1,44	10,1	63	309	R6
388	STA ROSA	29,6	26,2	360	1,36	10,2	35	190	R5
389	TAQUEGRANDE	41,6	28,4	510	1,24	10,1	51	327	R6
390	SANTA ROSA	17,0	16,5	800	1,13	4,3	188	776	R7
391	CHOCAL	34,1	27,0	350	1,30	10,1	35	204	R5
392	CHOCAL	38,0	26,1	680	1,19	8,7	78	484	R6
393	EL VALLE	52,2	34,2	1010	1,33	13,1	77	556	R7
394	EL VALLE	43,0	26,3	910	1,13	7,1	129	846	R7

No.	RIO	S Km ²	P Km	D m	C	L Km	Ig m/Km	Ds m	R
395	CHONTALES	102,8	41,9	1260	1,17	13,1	96	975	R7
396	CHONTALES	95,8	40,2	1290	1,16	12,3	105	1024	R8
397	TOLOTA	47,6	27,6	710	1,13	7,0	101	700	R7
398	LA RUSIA	30,2	30,3	1010	1,55	12,8	79	434	R6
399	Q. LA LAJA	31,9	22,6	490	1,13	5,8	84	477	R6
400	MINAS	91,7	40,4	1200	1,19	13,3	90	863	R7
401	Q. LA MUGRE	55,0	31,5	1100	1,20	10,5	105	775	R7
402	SALGUERO	59,6	33,9	830	1,24	12,0	69	535	R7
403	LAGUNA SUESCA	29,9	26,1	205	1,35	10,1	20	111	R5

III - 11

**ORGANIZACION
URBANO - REGIONAL**

ORGANIZACION URBANO-REGIONAL

El objetivo señalado al iniciar este estudio era doble:

- Establecer una tipología de las principales ciudades del proyecto
- Jerarquizar dichos centros urbanos en función de los servicios que ofrecen y de las áreas de influencias que recubren.

A causa del incumplimiento del equipo encargado de realizarlo, fue necesario limitar estas ambiciones a un esquema más general. Se consideraron solamente dos tipos de información: las relaciones administrativas y las relaciones económicas. Tratándose de un estudio de la organización urbano-regional, es evidente que únicamente podían tenerse en cuenta las ciudades dignas de este nombre y que debían eliminarse las pequeñas cabeceras que tienen una influencia espacial reducida. Por ejemplo, en el valle del Alto Chicamocha, sólo se consideraron DUITAMA - SOGAMOSO y TUNJA; eliminando PAIPA que sin embargo desempeña un papel económico, aunque exiguo, y ejerce una atracción sobre los municipios inmediatamente vecinos de TUTA y SOTAQUIRA.

lo - Area de influencia administrativa

Se eligieron cinco criterios, fundamentándose en que cada municipio pertenece a:

- un distrito escolar
- una unidad regional de salud
- un distrito judicial
- un circuito de registro

- una oficina delegada del catastro

cuyas sedes administrativas no están localizadas automáticamente en una sola ciudad.

Tomemos como ejemplo el municipio de TUTA; depende del distrito escolar, del distrito judicial y del circuito de registro de TUNJA; de la unidad regional de salud y de la oficina delegada del catastro de DUITAMA.

La elección entre estos criterios administrativos trae consigo dos observaciones:

- Dichos criterios atañen al municipio en su totalidad
- Por otra parte, son constantes: cualquier sea la zona homogénea estudiada siempre serán los mismos.

2o - Area de influencia económica

En este dominio, contrariamente al anterior, los indicadores considerados son: a - característicos de una zona homogénea:

Su elección depende primero de un buen conocimiento del terreno, pero también de las informaciones que aportan los estudios de base. Por ejemplo, en el valle de Ubaté-Chiquinquirá aparece como conclusión del análisis de las producciones agrícolas, que hay que considerar los circuitos de comercialización de la leche, del Maíz y de la Zanahoria.

b - variables de una zona a otra

Como acabamos de recalcar en algunas zonas se preferirán especialmente los circuitos de comercialización de los productos agrícolas, en otras (zonas peri-urbanas industrializadas), se hará énfasis

en las migraciones diarias de los trabajadores.

No es posible por lo tanto levantar una lista exhaustiva de los criterios utilizados. Sin embargo pueden anotarse los que se presentan con más frecuencia:

- los circuitos comerciales de los productos agrícolas o lecheros.
- las migraciones diarias
- los flujos del transporte de pasajeros
- las líneas isócronas

Es obvio que el área de influencia económica hubiera podido delimitarse con mayor exactitud si todos los estudios previstos se hubiesen realizado. Es por ejemplo lamentable que no se disponga de ninguna información en lo que concierne a:

- los mercados que, cuando son de consideración, atraen la población de varios municipios vecinos y conllevan un servicio de transporte adicional.
- el turismo: los desplazamientos dominicales que traen consigo el desarrollo de actividades tales como restaurantes o puestos de venta de productos locales, alrededor de BOGOTA (CAJICA, carretera BOGOTA-LA MESA, carretera BOGOTA-EL COLEGIO); o desplazamientos de mayor amplitud que participan en mayor grado a la economía de regiones como GIRARDOT, VILLA DE LEIVA o PAIPA, por ejemplo.
- las grandes industrias, cuya sola monografía a profundidad hubiera permitido conocer con exactitud las áreas de recolección del personal que trabaja en ellas.

3o - Representación

Dos tipos de representación permiten visualizar esta organización urbano-regional, un gráfico y un mapa.

a - El gráfico

En primer término indica las ciudades cuya área de influencia (administrativa o económica) se extiende sobre la zona homogénea considerada. Evidencia luego la importancia de las relaciones que pueden existir entre estas mismas ciudades y cada municipio que aparece en dicha zona, distinguiendo siempre los criterios administrativos y los económicos.

La representación gráfica tiene una gran ventaja: permite pasar del estudio de una zona homogénea al de dos zonas contiguas, luego al de una micro-región y finalmente al del conjunto del Altiplano, mediante sucesivos ensamblajes.

b - El mapa

Aporta una precisión adicional en la medida que, gracias al juego de tramas empleadas, permite distinguir varias gradaciones en el área de influencia de una ciudad sobre una zona. Por ejemplo, en la zona 23 la influencia de CHIQUINQUIRA se calificó como fuerte sobre CALDAS, SABOYA y SAN MIGUEL DE SEMA, como mediana sobre RAQUIRA y como baja sobre SIMIJACA y SUSÁ.

También suministra una información complementaria puesto que pone en evidencia en forma clara, las zonas de contacto que están sometidas a la influencia conjunta de dos o tres ciudades diferentes. Continuando con el ejemplo de la zona 23, se observa rápidamente que

SUSA y SIMIJACA se encuentran bajo la doble influencia de UBATE (fuerte) y de CHIQUINQUIRA (baja), mientras que SAN MIGUEL DE SEMA soporta las mismas atracciones pero en una gradación distinta: fuerte influencia de CHIQUINQUIRA (total dependencia administrativa) y baja de UBATE (relaciones económicas). En cuanto a RAQUIRA, ya sea en el plano administrativo o en el económico, está ligada a CHIQUINQUIRA y a TUNJA.

Como en el caso de la representación gráfica, la yuxtaposición de los mapas de organización urbano-regional, permite pasar de una zona a una micro-región y luego al Altiplano.

C O N T E N I D O

	Pág
PRESENTACION	6
PRIMERA PARTE. METODOLOGIA GENERAL.....	7
Introducción	9
I. Proposición metodológica para un estudio integrado de desarrollo regional	11
El inventario	11
El análisis. El diagnóstico	12
El soporte de síntesis	13
La utilización del espacio	14
La organización del espacio	15
II. Los estudios por realizar	16
III. Las zonas homogéneas	17
Clasificación vertical	18
Clasificación horizontal	20
SEGUNDA PARTE. APLICACION AL ALTIPLANO CUNDIBOYACENSE	21
I. Inventario detallado	23
1o - Estudios de base	24
2o - Estudios complementarios	24
II. Estudios y análisis sectoriales	25
a - Hidroclimatología	25
b - Suelos y Erosión	30
c - Aptitud agrícola del suelo	30
d - Uso actual del suelo	31
e - Población	31
f - Infraestructura de servicios	32
g - Economía agrícola	35
h - Diagnóstico del medio agrícola	36

	Pág
i - Urbano-regional	37
Estudios complementarios. a - Actividades industriales	38
b - Circuitos comerciales c- Economía regional y macro-economía	39
III. Análisis inter-factoriales e intersectoriales	41
a - Necesidad de la delimitación de zonas homogéneas.....	41
b - Realización de la delimitación	42
c - Justificación de la delimitación	43
d - Límite y flexibilidad de la delimitación por zonas homogéneas	45
TERCERA PARTE. METODOLOGIAS SECTORIALES.....	47
I. Pluviometría	49
1 - Objetivos	51
2 - Recolección y preparación de los datos	51
2.1. Selección de las estaciones	51
Lista de las estaciones seleccionadas	53
2.2. Recolección de datos	62
2.3. Sistematización y codificación de los datos	63
3 - Presentación de los datos originales (Programa DATOR)	67
4 - Análisis y tratamiento	68
4,1. Causas de heterogeneidad de los totales pluviométricos anuales	68
4.2. Pruebas de simples masas	70
4.3. Pruebas de dobles masas	71
4.4. Programa MASA	72
4.5. Resultados	74
5 - Características de los datos verificados (Programa DATOC)	75
6 - Ajuste de los totales anuales con distribuciones estadísticas.....	76
Estimaciones de los totales pluviométricos anuales para algunas frecuencias, a partir de distribuciones estadísticas ajustadas.....	78

	Pág
7 - Selección de un período de referencia	81
8 - Construcción de la red de base	85
8.1. Metodología	86
8.2. Cálculos (Programa CORAN)	86
8.3. Resultados	88
9 - Características de la red de base	89
9.1. Estimaciones de los valores faltantes	89
9.2. Cálculos de las características (Programa DATOF)	90
10 - Isoyetas y regímenes pluviométricos	91
11 - Conclusión	91
12 - Referencias bibliográficas	92
Anexo 1 Programa DATOR	93
Anexo 2 Programa MASA	95
Anexo 3. Programa DATOC	103
Anexo 4 Programa CORAN	109
Anexo 5 Programa DATOF	115
Anexo 6 Presentación de las 20 mejores correlaciones obtenidas para cada estación de base	123
Anexo 7 Presentación de las correlaciones promedias clasificadas por intervalos de distancia	173
III. Climatología	183
1 - Objetivos	185
2 - Recolección y preparación de los datos . 2.1. Selección de las estaciones	185
2.2. Recolección de los datos	186
2.3. Sistematización y codificación de los datos	186
3 - Presentación de los datos originales .(Programa CLII)	192
4 - Análisis y tratamiento	192
4.1. Causas de heterogeneidad de los valores anuales	192
4.2. Pruebas de simples masas	193
4.3. Programa CLII	193

	Pág
4.4. Resultados	194
4.5. Análisis final	195
5 - Precisión de las estimaciones	196
6 - Resultados (Programa CLI2)	198
7 - Heladas	199
8 - Conclusiones	200
9 - Referencias bibliográficas	200
Anexo 1 Programa CLII	203
Anexo 2 Programa CLI2	209
III Evapotranspiración potencial ETP	215
1-- Introducción	217
1.1. Definición 1.2. Metodología	217
2 - Fórmula de THORNTHWAITE	219
3 - Fórmula de GARCIA-LOPEZ	220
4 - Fórmula de TURC	221
4.1.. Estimación de I_g	221
4.2.. Observaciones	223
5 - Fórmula de PENMAN	223
5.1. Estimación de E_a	224
5.2. Estimación de W	225
5.3. Estimación de R_n	226
5.4. Estimación de C	228
5.5. Ecuación final de PENMAN	230
6 - Cálculos	230
7 - Análisis de los datos	231
Gráficos 1 - 2 - 3 Relaciones entre fórmulas de ETP y altitud....	232
Gráficos 4 - 5. Relaciones entre fórmulas de ETP y altitud	233
8 - Representación cartográfica de la ETP,.....	234
Gráfico 6 El Dorado ETP	235

	Pág
Gráfico 7. Pandí ETP	235
9 - Conclusiones	236
10 - Referencias bibliográficas	236
Anexo 1 Programa de cálculos de las ecuaciones de PENMAN y TURC	239
Anexo 2 Valores anuales y mensuales de la ETP estimados por diferentes fórmulas	243
Cuenca río Bogotá	244
Cuenca río Sumapaz	249
Cuenca Río Magdalena	250
Cuenca río Suárez	251
Cuenca río Chicamocha	253
Cuenca río Meta	255
IV Balances hídricos	257
1 - Objetivos y definiciones	259
1.1. ET (Evapotranspiración)	259
1.2. ETP	260
1.3. ETM	260
1.4. RU. 1.5. ETR.....	261
1.6. Indices seleccionados	262
2 - Metodología	263
3 - Limitaciones y representatividad	264
3.1. Sobrantes pluviométricos	264
3.2. El agua en el suelo	264
3.3. Representatividad	265
Estaciones seleccionadas para el cálculo de balances hídricos	266
4 - Cálculos y resultados	270
4.1. Cálculos (Programa BALAN)	270
4.2. La tarjeta de ETP	271
4.3. Resultados	272
5 - Referencias bibliográficas	272
Anexo 1 Programa BALAN	275

	Pág
V Población	283
1 - Localización de la población	286
Problemas afrontados . Fuentes de información disponibles	286
Elaboración del mapa de distribución de la población rural	287
2 - Análisis de la población	293
Proyecciones de población	293
Estructura de la población	294
Estructura socio-profesional de la población	295
Dinámica de la población	296
Migraciones diarias	298
VI Servicios	299
A - Educación	301
B - Salud	302
C - Servicio de acueducto y alcantarillado	303
D - Servicio de energía eléctrica	304
E - Servicio telefónico larga distancia	304
Análisis	306
Educación	306
Salud	307
Comunicaciones	309
Acueducto Alcantarillado Energía	310
VII Uso del suelo	311
Introducción	313
VII - I El uso actual del suelo	314
A - Los reconocimientos del terreno	314
Itinerarios del terreno	315
B - La fotointerpretación	322
C - El mapa de Uso actual del suelo	323

	Pág
VII - II Estudios derivados	326
1 - La delimitación de las zonas homogéneas	326
2 - Estudio cuantitativo	326
3 - Tipos de uso actual del suelo	327
4 - Tamaño promedio de las explotaciones	328
5 - Relaciones entre el uso del suelo y otros parámetros	330
A - Relación uso del suelo/altitud	331
B - Relación población rural/tipo de uso	331
C - Relación tamaño de las explotaciones/tipo de uso	332
D - Relación tipo de uso/repartición y densidad de la pobla- ción rural/pendiente	333
VII - III Las producciones agropecuarias	335
1 - Características generales	335
2 - Superficie utilizada	335
3 - Evaluación de las producciones	337
VIII Análisis del medio agrícola	343
VIII - I Elementos de análisis	345
1- El ingreso promedio por hectárea	346
2 - Ingresos pormedios por explotación	348
3 - Aptitud agrícola del suelo	349
Gráfico 1. Clases de aptitud actual agrícola de las unidades de suelo	353
VIII - II Diagnóstico del medio agrícola	356
1 - A nivel de cada zona homogénea	356
Análisis de las relaciones interfactoriales	358
2 - A nivel regional	360
3 - A nivel del Altiplano Cundiboyacense	361
Gráfico 2 Caracterización de la economía agrícola	362

	Pág
IX Requerimientos hídricos	365
1 - Localización y clasificación de las áreas aptas para riego	367
1.1. Localización 1.2. Clasificación	367
2 - Sectores climáticos	368
3 - Adecuación entre clima y agricultura	368
4 - Necesidades agropecuarias	370
5 - Necesidades floriculturales	371
6 - Necesidades humanas	371
7 - Necesidades industriales	372
8 - Referencias bibliográficas	373
X Recursos hídricos	377
1 - Hidrogeología	377
1.1. Objetivos 1.2. Metodología	377
1.3. Referencias bibliográficas	382
2 - La red hidrométrica	383
2.1. Selección de las estaciones	383
2.2. Sistematización y codificación de los datos	383
Estaciones hidrométricas seleccionadas	384
2.3. Análisis	389
2.4. Extensión de los datos	390
2.5. Resultados	391
3 - Zonas hidrológicamente homogéneas	391
3.1. Definición	391
3.2. Excesos hídricos	394
3.3. El relieve	394
Relaciones entre excesos de agua, la lluvia y la ETP	395
Gráfico 1 Regímenes pluviométricos A y B	395
Gráfico 2 Régimen pluviométrico C	396
Gráfico 3 Régimen pluviométrico D	397
Gráfico 4 Regímenes pluviométricos E y F	398
Gráfico 5 Relaciones entre los índices de relieve	398

	Pág
3-4 La permeabilidad	402
3-5 La vegetación	403
3-6 Delimitaciones y ajustes	403
3-7 Conclusiones	404
4 - Referencias bibliográficas	405
Anexo 1 Características morfológicas de las cuencas unitarias	407
XI Organización urbano-regional	425
1 - Area de influencia administrativa	427
2 - Area de influencia económica	428
3 - Representación	430
CONTENIDO	433