

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA MICROCUENCA PANTANERA

HECTOR JESUS TORRES POVEDA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE PRESERVACION Y
CONSERVACION DE RECURSOS HIDRICOS Y DE SUELOS
BUCARAMANGA
2004

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA MICROCUENCA PANTANERA

HECTOR JESUS TORRES POVEDA

Monografía de grado presentado para optar al título de
Especialista en Ingeniería de Preservación y
Conservación de Recursos Hídricos y de Suelos

Director
ALVARO PEDROZA ROJAS

Codirector
DAVID OJEDA AWAD

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE PRESERVACION Y
CONSERVACION DE RECURSOS HIDRICOS Y DE SUELOS
BUCARAMANGA
2004

A mis hijas Paola y Andrea.

Héctor

AGRADECIMIENTOS

El autor del presente trabajo expresa sus agradecimientos a:

A los maestros y compañeros de especialización.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	13
1. EL PROBLEMA	14
1.1 PROBLEMATICA DEL AGUA EN COLOMBIA	14
1.2 OBJETIVO GENERAL	15
1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS	15
2. MARCO DE REFERENCIA	17
2.1 MARCO IDEOLOGICO Y POLITICO	17
2.2 MARCO HISTORICO	20
2.3 MARCO CONCEPTUAL	21
3. ASPECTOS GENERALES	27
3.1 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO	27
3.2 ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS	27
4. CALIDAD DEL AGUA	29
5. METODOLOGIA	30
6. APLICACION DEL MODELO HIDROLOGICO HEC-1	31

7. CONCLUSIONES	35
BIBLIOGRAFIA	36
ANEXOS	38

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Localización de la microcuenca de la quebrada Pantanera	28
Figura 2. Localización de estaciones pluviométricas	32

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Parámetros para el análisis de rangos de área en cuencas hidrográficas	22
Cuadro 2. Estaciones con registros pluviométricos	31

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Resultados obtenidos	39
Anexo B. Datos diarios de precipitación de la Estación Manzanares pertenecientes al año 1994	47
Anexo C. Zonas de vida de los trópicos según Holdridge	60

RESUMEN

TITULO: ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA MICROCUENCA PANTANERA*

AUTORES: HECTOR JESUS TORRES POVEDA**

PALABRAS CLAVES

Quebrada Pantanera, cuenca hidrográfica, microcuenca, precipitación, zonas de vida, desarrollo sustentable, ordenamiento ambiental territorial, HEC-1.

DESCRIPCION O CONTENIDO

Se realizó el estudio hidrológico de la microcuenca Pantanera utilizando el modelo de simulación HEC-1, a través del cual se logró generar el caudal pico para un período de retorno de diez años; este trabajo se realizó como base para el estudio de los procesos erosivos de la microcuenca Pantanera, para la posterior formulación de soluciones al problema citado.

El modelo HEC-1 simula el proceso lluvia-escorrentía y genera un hidrograma que representa el caudal en función del tiempo y la intensidad de la precipitación en la cuenca. El modelo es especialmente útil en cuencas o microcuencas donde no se dispone de mediciones sistemáticas de caudales como es el caso de la microcuenca Pantanera; de este modo, para la microcuenca en mención, generó un caudal máximo de 2050 lt/sg y un caudal promedio de 240 lt/sg.

A través del proyecto realizado puede notarse el potencial hídrico de la quebrada Pantanera; por ello es necesario además de realizar obras de infraestructura, para proteger en sus caídas la socavación de los taludes a lado y lado de la rivera, formular y desarrollar programas para la preservación, uso y conservación de las zonas de retención, nacimientos y afluentes.

La experiencia realizada permite a las entidades y técnicos vinculados en este campo ir mejorando día a día los criterios en el manejo de la cuenca, pasando de una visión proteccionista aun criterio de manejo y desarrollo integral.

* Monografía de grado

** Facultad de Ingenierías físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Programa de Especialización en Ingeniería de Preservación y Conservación de Recursos Hídricos y de Suelos. Director Alvaro Pedroza Rojas. Codirector David Ojeda Awad.

SUMMARY

TITLE: STUDY HIDROLOGICO OF MICRORIVER BASIN PANTANERA *

AUTHORS: HECTOR JESUS TORRES POVEDA**

KEY WORDS

Broken Pantanera, hydrographic river basin, microriver basin, precipitation, zones of life, sustainable development, territorial environmental ordering, HEC-1.

DESCRIPTION Or CONTENT

The hidrológico study of the microriver basin Pantanera was made using the model of simulation HEC-1, through as it was managed to generate the of great volume tip for a period of return of ten years; this work was made as it bases for the study of the erosive processes of the microriver basin Pantanera, for the later formulation of solutions the problem cited.

Model HEC-1 simulates the process rain-run-off and generates hidrograma that represents the volume based on the time and the intensity of the precipitation in the river basin. The model is specially useful in river basins or microriver basins where it is not had systematic measurements of volumes as it is the case of the microriver basin Pantanera; this way, for the microriver basin mentioned, It generated a maximum volume of 2050 it/sg and an volume average of 240 lt/sg.

Through the made project the hydric potential of the broken Pantanera can notice, for that reason it is necessary besides to make infrastructure works, to protect in its falls the undermining of the slopes to side and side of the creek, to formulate and to develop programs for the preservation, use and conservation of the zones of retention, births and affluents.

The made experience allows to the organizations and the technicians in this field to be improving day to day the criteria in the handling of the river basin, happening of a protectionistic vision to a criterion of handling and integral development.

* Monograph of degree

** Faculty of physics and mechanics Engineering, School of Civil Engineering, Program of Specialization in Engineering of Preservation and Conservation of Hydric Resources and Grounds. Director Alvaro Pedroza Rojas. Codirector David Ojeda Awad.

INTRODUCCION

Desde el comienzo de la década de los años 50, en Colombia se han venido realizando estudios sobre las más importantes cuencas hidrográficas, entre ellas la cuenca del Catatumbo, orientados todos bajo diferentes objetivos y criterios y realizados por mas de treinta entidades públicas y privadas, algunos de ellos ejecutados mediante cooperación técnica y financiera internacional.

Esta experiencia ha permitido a las entidades y a técnicos vinculados en éste campo, ir mejorando los criterios en el manejo de cuenca, pasando de una visión inicialmente proteccionista, a un criterio de desarrollo o manejo integral aplicado actualmente por algunas entidades estatales.

No obstante se percibe aún la carencia de una metodología práctica que identifique y desarrolle directrices para la planificación y ordenación de cuencas hidrográficas, dentro de esta metodología la etapa inicial debe ser obviamente el diagnóstico base para la posterior formulación del plan de ordenamiento y las medidas de manejo.

El estudio de los procesos erosivos de la microcuenca Pantanera, perteneciente a la subcuenca quebrada Iscalá, hace parte de la etapa de diagnóstico. Dentro del estudio de los procesos erosivos la evaluación y simulación de la hidrología de la microcuenca permitirá conocer el comportamiento del elemento agua, los caudales máximos generados; así como promulgar lineamientos enfocados hacia el posterior control y mitigación de la erosión que se presenta en la microcuenca.

Desde el punto de vista del agua como recurso, es casi de conocimiento general, que nuestro país es uno de los cuatro primeros del mundo, en disponibilidad de agua por unidad de superficie; con una variedad de precipitaciones que van desde 60 mm anuales en Uribe (Departamento de la Guajira) hasta 9300 mm anuales en Quibdó (Departamento del Chocó), y un promedio de precipitación anual nacional aproximado de 2000 mm.¹

¹ BEDOYA, J. Problemática de contaminación y aportes para su solución. El hombre y su ambiente. 1985.

1. EL PROBLEMA

La zona de estudio tiene un promedio de precipitación anual de 1189.5 mm; el que una zona tan pequeña arroje un resultado tan aceptable, corrobora la aseveración de la disponibilidad de agua en nuestro país.

Es de destacar la importancia ambiental intrínseca de la microcuenca Pantanera, por cuanto sirve como abastecedora de agua para el acueducto veredal, potencialmente para el casco urbano del Municipio de Chinácota e indirectamente para el acueducto de la ciudad de Cúcuta.

1.1 PROBLEMATICA DEL AGUA EN COLOMBIA

La degradación de la tierra es un problema ambiental creciente en Colombia y en el mundo; el aumento de la población y con ello el incremento en las actividades humanas de ocupación y uso de la tierra ha hecho que la pérdida irrecuperable de recursos naturales como el suelo y el agua sea cada vez más intensa y extensiva.

Esta pérdida de recursos en las cuencas hidrográficas de alta pendiente, se presenta debido a la ocupación no planificada de la tierra lo que se traduce en la aceleración de procesos naturales como la erosión, la remoción de masa, inundaciones, eventos catastróficos y en la alteración de la calidad del agua, aire, paisaje, etc.

La actividad que más produce erosión del suelo y remoción en masa es la agricultura, por sus prácticas inadecuadas de cultivo, pero también existen otras actividades que inducen a tales procesos como la deforestación, el incremento en la utilización de laderas, sobrepastoreo, actividades de ingeniería incluida la expansión urbana en terreno de ladera y la construcción de vías.

Los países tropicales, con terrenos montañosos de laderas escarpadas, como los países andinos, en donde estos fenómenos han sido acelerados por la tala de la vegetación natural, han tenido que afrontar desastres, con pérdidas de vidas y propiedades incalculables, además del deterioro del suelo y corrientes de agua, cada vez que llegan las épocas de lluvias o cuando se acentúa la actividad sísmica.

Los recientes desastres como la avalancha de escombros de Armero en 1985 y del Paez en 1994 y los terremotos del Cauca en 1983 y de Pereira en 1995 son algunos de los casos más evidentes de amenazas a las que está expuesta la Región Andina de Colombia.

El agua superficial está siendo deteriorada en su calidad por el vertimiento de aguas residuales municipales directamente a las corrientes naturales, por el abuso en la utilización de agroquímicos y la contaminación del agua subterránea está empezando a manifestarse en algunas áreas del país como consecuencia del deterioro del agua superficial y por la inadecuada disposición de desechos.

La razón del estado de deterioro ambiental en Colombia es la escasa planificación y orientación de las actividades humanas y el hecho de que no ha habido una tradición en la utilización de información de las ciencias de la tierra para optimizar el uso que el hombre da al medio natural.

En países en desarrollo como Colombia, esta ocupación no planificada del territorio se debe no tanto al deseo de la población de acabar con los recursos, sino a la ignorancia, falta de conciencia y falta de opciones y alternativas para satisfacer las necesidades primarias, coadyuvadas por la deficiente planificación del uso de la tierra por parte del estado, por la falta de conocimiento de tecnologías limpias y metodologías no deteriorantes del ambiente o porque su capacidad económica no les permiten adquirirlas y la ausencia de apoyo estatal.

En Norte de Santander, como en la mayoría del territorio colombiano existe un deterioro extensivo de los suelos, un desequilibrio del recurso hídrico, contaminación de cuerpos de agua y aire, pérdida de biodiversidad, crecimiento urbanístico desaforado y desordenado que aumenta ostensiblemente la demanda del recurso agua, entre otros bienes y servicios.

Por último es necesario actualizar el inventario y diagnóstico efectivo de las corrientes y cuerpos de agua que permitan en el futuro cercano una adecuada planificación y manejo del recurso.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar hidrológicamente la microcuenca de la quebrada Pantanera, mediante la evaluación, definición y simulación con la metodología HEC-1, con miras a evaluar el estado actual de los procesos erosivos que afectan a la microcuenca.

1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS

El conjunto de objetivos específicos establecidos en el proyecto macro fueron agrupados atendiendo a la naturaleza y correlación de los mismos, de forma que la monografía general se subdividió en tres módulos, cuyo desarrollo fue responsabilizado a cada uno de los proponentes.

- Evaluar la información de las características físicas del ciclo hidrológico de la cuenca.
- Realizar la simulación hidrológica mediante la metodología HEC-1 (Hydrologic Engineering Center).

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 MARCO IDEOLOGICO Y POLITICO

Siendo el agua un recurso primario se ha hecho necesario incluir como un componente fundamental para la conservación de las cuencas hidrográficas, la participación comunitaria y la educación de ésta, ya que la disponibilidad de agua (oferta) debe confrontarse con las demandas directas y derivadas, condicionadas por el escenario socio-económico analizado y por las opciones políticas pertinentes. Es práctico decir que las proyecciones dependen de los escenarios y de las opciones.

La evolución político administrativa del Departamento Norte de Santander ha sido un proceso en el cual se han producido numerosos cambios, desde el comienzo de nuestra vida independiente, cuando en junio 25 de 1824 el Congreso de la República de Colombia, reunido en Bogotá, confirmó la división territorial de la Gran Colombia entres Departamentos federales: Cundinamarca, Venezuela y Quito, con doce Departamentos: cinco en Cundinamarca, cuatro en Venezuela y tres en Quito. Parte del actual departamento Norte de Santander perteneció al Departamento de Boyacá y Ocaña a la Provincia de Santa Marta.

Esta evolución, incluyó 13 modificaciones de importancia en jurisdicciones, denominaciones y límites. Sin duda el rasgo más sobresaliente del proceso, con definidas repercusiones socio-económicas y geopolíticas, fue la unión de los actuales departamentos de Norte de Santander y Santander, con ligeras y circunstanciales variaciones, en un sola entidad territorial, hasta 1910, cuando la ley 25 del 14 de julio, creó el actual departamento Norte de Santander. El "Gran Santander" se constituyó durante el siglo XIX en uno de los principales protagonistas de la vida nacional, por su desarrollo económico y su influencia política. Al finalizar el siglo XVIII en el oriente del País (Cundinamarca, Boyacá y Santanderes) se encontraba el 53% de su población total.

Rafael Uribe Uribe fue el promotor de la creación de un departamento en la parte de Norte de Santander y también de la creación del departamento comunero, en el actual Santander. En 1904, siendo representante al Congreso por Santander, presentó un proyecto de la ley de creación del nuevo departamento, segregando a Santander las Provincias de Cúcuta, Pamplona y Ocaña.

En Cúcuta la primera reacción a ésta iniciativa fue el rechazo, por cuanto era contraria a la lealtad debida a Santander El Grande, por romper una solidaridad probada a lo largo de la historia y por se contraindicado, dada la pobreza de estas provincias, incapaces de afrontar los gastos que demanda la administración compleja de un departamento. Los cabildos de Cúcuta, Rosario, San Cayetano y Bochalema expresaron sus protestas

mediante proposiciones formales. También lo hizo el Gobernador de Ocaña y de la misma manera fue rechazada en Santander la creación del departamento comunero.

Dentro de las motivaciones fundamentales para su iniciativa, Uribe Uribe intuyó la necesidad de que la zona colombiana fronteriza con Venezuela tuviese un a capital inmediata a la línea divisoria, como guardiana de la soberanía nacional. Pero también había como razones justificativas; la distancia del epicentro administrativo (Bucaramanga), el abandono en que la capital mantenía a la región; la circunstancia de haber alcanzado San José (la actual Cúcuta) un desarrollo comercial e industrial excepcional, cuya expresión, en términos de crecimiento poblacional, fue el haber pasado de 2163 habitantes en 1905 a 20364 habitantes en 1912, superando a Bucaramanga, la cual en éste último año tenía 19735 habitantes.

Lo que es ahora el Departamento Norte de Santander, es el resultado de la ocupación humana de un territorio, con su proceso de asentamiento, su evolución político-administrativa, socioeconómica y cultural, y sus acontecimientos históricos sucediéndose en un marco geográfico provisto de una dotación ambiental específica, representada en sus recursos naturales en una variada gama de ecosistemas.

Todo esto tiene influencias ambientales significativas, entre ellas; que el clima sea una variable decisiva en la ubicación de asentamientos humanos; las condiciones de los suelos y la presencia o ausencia de minerales preciosos contribuye a señalar las características y orientación de las actividades económicas; aunque el elemento más determinante, el que construye la historia viva, es la cultura y la presencia humana.

El proceso de colonización, emancipación y vida independiente, con todas sus contradicciones, las peculiaridades de su desarrollo socioeconómico y su evolución política ha desembocado en éste presente donde todo parece encontrar su explicación si se aplica una mirada retrospectiva.

El bajo grado y ritmo de desarrollo, ha tenido obviamente, efectos ambientales favorables, en la medida que no ha provocado una presión sobre los recursos naturales tan intensa como en otros departamentos, ni ha generado los impactos asociados a grandes proyectos de infraestructura básica, industria y minería. En el ambiente urbano, particularmente en Cúcuta y su área metropolitana, si empiezan a manifestarse todos los desfavorables e incontrolables impactos ambientales característicos de los conglomerados humanos de los países en desarrollo, en términos de contaminación (del aire, agua, visual y acuática), asentamientos subnormales y deterioro de la calidad de vida.

Los positivos efectos ambientales que pueden asociarse a las características del proceso histórico de desarrollo del Departamento no compensan en modo alguno la necesidad imperiosa de encontrar un camino y unas estrategias viables para el progreso definitivo,

apoyadas en las potencialidades de su dotación ambiental, pero con los condicionamientos, políticas y sistemas de manejo que permitan un desarrollo ambiental sustentable.

Corresponde a los especialistas plantear los lineamientos para contribuir a que cada colombiano adquiera mayor conciencia acerca de las riquezas que estamos degradando, a que se conozca cual es el papel que tenemos todos en el adecuado uso de los recursos y del ambiente, y a que se identifiquen cuáles son las entidades responsables de trabajar en este campo, así se logrará por lo menos conservar lo que aún queda y de paso tratar de tener un ambiente verdaderamente sano.

Con base en esta problemática, se han identificado una serie de objetivos a seguir para tratar de atacar el problema, dentro de ellos tenemos: una nueva cultura del desarrollo, integrando la formación de valores sobre la conservación de los recursos naturales; un mejoramiento de la calidad de vida, a través de la solución de los problemas ambientales que afectan a la población; una optimización de los procesos productivos, que permita una producción limpia; una gestión ambiental sostenible que prevenga el deterioro ambiental de los ecosistemas y conservando la biodiversidad.

En Colombia existen numerosas causas de degradación ambiental, que afectan el bienestar y la calidad de vida de la población, limitan sus posibilidades de desarrollo y comprometen seriamente el de las generaciones futuras, algunas de ellas son: la permisividad para acceder casi libremente a buena parte de los recursos naturales, que ha llevado a tasas de extracción muy superiores a las que serían socialmente deseables; la pobreza y los bajos niveles educativos de gran parte de la población colombiana, que llevan a consumir intensamente los recursos naturales; la ausencia de mecanismos que permitan cobrar por el deterioro ambiental; los patrones de consumo, que se caracterizan por el uso ineficiente de los recursos naturales renovables; múltiples factores de carácter internacional, tales como los términos inequitativos de intercambio, la demanda de recursos de fauna y flora silvestre, la producción de drogas ilícitas que contribuye a la destrucción de valiosos bosques, y los daños ocasionados al ambiente global; la reducida investigación de los recursos naturales y del deterioro causado por la contaminación, han redundado en una base científica y en sistemas de información insuficientes para sustentar propuestas de manejo sostenible; y la ineficacia de la administración pública para afrontar y orientar soluciones concretas a los problemas ambientales.

La calidad de los cuerpos de agua se ha deteriorado significativamente en las últimas décadas, debido a los vertimientos incontrolados y al inadecuado manejo y disposición final de los residuos sólidos.

Como respuesta a la situación descrita se ha iniciado un proceso de estructuración institucional y legal que tiene como principales objetivos: planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, conservación, restauración y sustitución; y la protección de la diversidad e integridad del

ambiente.

El Gobierno en la actualidad está armonizando la legislación en materia de ordenamiento, oferta y calidad del agua y en concordancia con las corporaciones y entes territoriales ha formulado y desarrollado programas para la conservación y recuperación de zonas de regulación de aguas y microcuencas que abastecen acueductos municipales. Hoy en día se gestiona la creación de instrumentos económicos y jurídicos que garanticen la conservación de las zonas de producción de agua, tales como páramos y subpáramos.

2.2 MARCO HISTORICO

La ciencia de la hidrología empieza con el concepto de ciclo hidrológico.²

En el año 500 a.c. el filósofo griego Anaxágoras creía que el sol evaporaba el agua del mar hacia la atmósfera, desde donde caía como lluvia y formaba las reservas subterráneas, las cuales alimentaban los caudales de los ríos.

En el año 287 a.c. el filósofo griego Teofrasto, dio la explicación de la formación de la precipitación por medio de la condensación.

En el año 1500 Leonardo Da Vinci realizó los primeros intentos de medición de flujo de caudal mediante la repetición de experimentos como la de liberar una vara, la cual era mantenida a flote por medio de una vejiga animal inflada y la seguía mientras avanzaba aguas abajo midiendo la distancia con un odómetro y el tiempo con canciones rítmicas.

En el año 1650 el naturalista Francés Pierre Perrault encontró que la escorrentía era solamente una fracción de la lluvia y concluyó que el resto de la precipitación se perdía por transpiración, evaporación y desviación.

La Hidrología avanzó en forma más rápida durante el siglo XIX; gradualmente los hidrólogos reemplazaron el empirismo, así mediante el análisis de información observada, Melvaney en el año 1850, propuso el método racional para determinar las crecientes máximas.

El método Racional es probablemente el método más ampliamente utilizado hoy en día en los EEUU y en otros países, entre ellos Colombia. Este método es criticado por algunos hidrólogos debido a que se considera que los caudales por el calculados son mayores a los que realmente se dan en una cuenca; sin embargo su forma simplificada para calcular

² VEN TE CHOW. Hidrología Aplicada, 1993.

el caudal generado en una cuenca (su mayor “ventaja”), contempla solamente tres parámetros, que son: la intensidad de la lluvia, el área de la cuenca y el coeficiente de escorrentía.

En 1972 el Soil Conservation Service desarrolló una metodología para calcular el caudal generado por una cuenca bajo el criterio de determinar la precipitación efectiva en función de la precipitación total, teniendo en cuenta parámetros como: la descripción de uso de la tierra (pastizales, bosques, otros), método de cultivo (surcos, hileras, terrazas), pendiente del terreno, estado de humedad del suelo y el tipo de suelo desde arenoso hasta arcilloso.

El método del SCS fue muy utilizado por el antiguo HIMAT para estudios de disponibilidad de agua en proyectos de irrigación.³

A partir de 1981 el centro de investigación del U.S. Army Corps of Engineers, localizado en Davis, California desarrolló el modelo HEC-1 (Hidrologic Engineering Center), diseñado para simular la escorrentía de una cuenca hidrográfica y los caudales que se generan en el punto de cierre de la misma.

El modelo HEC-1 contempla todos los parámetros del SCS. Soil Conservation Service, como son: la descripción de uso de la tierra (pastizales, bosques..), método de cultivo (Surcos, hileras, terrazas), pendiente del terreno, estado de humedad del suelo y el tipo de suelo desde arenoso hasta arcilloso.

El HEC-1 genera hidrogramas de caudal en lugares predeterminados de la cuenca. El modelo utiliza los parámetros del método del SCS.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

El agua como uno de los principales agentes erosivos resulta de vital importancia cuando se trata de estudiar los procesos erosivos en un área. En este caso el estudio hidrológico de la microcuenca Pantanera, por medio del programa HEC-1, considerará todos los parámetros necesarios para generar los máximos caudales que producirá la microcuenca; por lo tanto es necesario abordar y desglosar conceptos tales como cuenca, microcuenca, ciclo hidrológico, precipitación, zonas de vida, tipos de cultivos, usos del suelo, isoyetas, isotermas, escorrentía, escorrentía directa, base, desarrollo sustentable y ordenamiento ambiental territorial.

Cuenca hidrográfica. Genéricamente una cuenca hidrográfica es un área natural en la

³ ROSERO, R. Estudios de Disponibilidad de Agua para proyectos de Irrigación. HIMAT. 1992.

cual el agua se desaloja a través de un sinnúmero de corrientes, cuyos caudales son recogidos por colector común, que sirve de eje de la zona.

La extensión de una cuenca varía desde pocas a miles de hectáreas; está compuesta por un conjunto de quebradas o pequeños ríos tributarios, cuando una cuenca posee pocas hectáreas, se le llama microcuenca.⁴

La cuenca hidrográfica es un sistema organizado de relaciones complejas al interior y exterior de ella, en donde están definidas estructuras y procesos, constitutivos de los sistemas de sustentación natural.⁵

El Centro de Estudios de Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente de España, define la cuenca hidrográfica así: “Una cuenca hidrográfica es una zona de terreno en la que el agua, los sedimentos y los materiales disueltos drenan hacia un punto común”.

La Fundación Universidad de Bogotá en Ojeda, 1991, en el análisis de rangos de área de cuencas hidrográficas establece los siguientes parámetros:

Cuadro 1. Parámetros para el análisis de rangos de área en cuencas hidrográficas

RANGO	CLASIFICACION
Mayor de 500.000 Ha	Región Hidrográfica
Entre 100.000 y 300.000 Ha	Cuencas
Entre 20.000 y 50.000 Ha	Subcuencas
Entre 2.000 y 4.000 HA	Microcuenca

Fuente: Fundación Universidad de Bogotá en Ojeda, 1991

En el documento “Bases Conceptuales para la Formulación de Programas de Manejo de Cuencas Hidrográficas”, CEPAL, 1992, se refieren las nomenclaturas utilizadas para clasificar las cuencas según sus características, a saber: según su relieve (de montaña, alta montaña, llano, etc.). Según su relación con límites político-administrativos. Según su balance hídrico (balanceadas, deficitarias, o con exceso de agua).

De acuerdo con la relación entre el sistema natural (cuenca) y el subsistema político-administrativo, las cuencas las podemos jerarquizar de mayor a menor rango de la siguiente manera: Gran Cuenca, Cuenca; Subcuenca y Microcuenca (nivel veredal).

⁴ HENAO, J. S. et al. Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas. Universidad Santo Tomas. Bogotá. 1989.

⁵ OJEDA, D. El Enfoque Físico, Social y Cognoscitivo, una estrategia para el Manejo de Cuencas en Colombia. Bogotá. 1991.

Ordenamiento ambiental territorial. Ordenar ambientalmente el espacio es buscar y establecer grados adecuados de coherencia a escala nacional, regional, local y zonal entre sus espacios y todos sus ámbitos, proceso, con la respectiva comunidad que lo ocupa y sus respectivos sistemas de explotación-producción.

El ordenamiento como tal es una función atribuida al estado para regular y orientar el proceso de diseño y planificación de uso del territorio y de los recursos naturales renovables de la nación, a fin de garantizar su adecuada explotación y su desarrollo sostenible.

Ciclo hidrológico. El ciclo hidrológico es un sistema cerrado en el sentido en que el agua que circula en el sistema siempre permanece dentro de él. El sistema en su totalidad es accionado por la diferencia entre la energía incidente y la reflejada, y el movimiento del agua a través del ciclo hidrológico es solo posible debido a esta fuente de energía. En el ciclo el agua se mueve en una cualquiera de sus fases o es almacenada en alguna parte del ciclo durante algún tiempo.⁶

La hidrología como tal considera solo el subsistema agua en un sistema donde se han cortado ciertas líneas de transporte, de modo que se aproxime a un subsistema cerrado. En este subsistema se consideran salidas la evaporación, la transpiración y la escorrentía; mientras que la precipitación es la entrada o alimentación al subsistema.

Precipitación. La precipitación incluye todas las formas de humedad que caen de la atmósfera a la superficie de la tierra. Es principalmente producida por el vapor de agua presente en la atmósfera después de la condensación, al ocurrir el cambio de energía interna, debido a la transferencia de calor.

Escorrentía. Cuando la lluvia es de tal magnitud que excede la capacidad de infiltración o retención del terreno y la vegetación, el excedente da origen a la escorrentía, esto es el desplazamiento, por efecto de la gravedad, hacia las partes bajas de la cuenca, formando arroyos hasta llegar a los ríos.

Escorrentía directa. Formada por los flujos superficiales y subsuperficiales rápidos. Es la que tiene una respuesta rápida a la lluvia y que se considera como resultado de la lluvia efectiva o en exceso.

Escorrentía base. Es la formada por los flujos subsuperficiales lentos y el subterráneo. Esencialmente no depende de la precipitación antecedente.

⁶ ARAMBURO, L, et GAVILAN G. Hidrología aplicada, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 1991

Zona de vida. Es una unidad bioclimática, que como tal posee características que la definen y la hacen singular, las zonas de vida de las zonas tropicales fueron establecidas por Holdridge⁷ (Véase el Anexo C), para lo cual creó el diagrama que lleva su nombre, clave para la determinación del uso potencial del suelo. Este diagrama tiene como base la temperatura promedio anual, la precipitación promedio anual y la altitud; parámetros que se relacionan directamente con la vida vegetal, animal y con los factores fisiográficos y edáficos, que en conjunto determinan la utilización de la tierra.

Uso agropecuario. Son los usos en los cuales los suelos no tienen limitaciones para el uso agrícola o pastoril.

Cultivos Limpios. Son los que requieren laboreo y remoción frecuentes del suelo, generalmente tienen un período vegetativo menor de un año, dejan el suelo desnudo en ciertas épocas del año y en otras épocas sin protección entre las plantas.

Cultivos semilimpios. Son los que permiten siembra, labranza, recolección o pastoreo por largos períodos vegetativos (perennes), no exigen la remoción frecuente y continua del suelo, ni lo dejan desprovisto de una cobertura vegetal permanente.

Cultivos densos. Son los que no requieren la remoción frecuente y continua del suelo, ni lo dejan desprovisto de una cobertura vegetal protectora.

Uso Agroforestal. Son los usos que armonizan los cultivos agrícolas, forestales y pastoriles, mediante una correcta distribución de los suelos con limitaciones para el uso continuado en agricultura o pastoreo de ganado.

Cultivos silvoagrícolas. Son los que combinan la agricultura y los bosques, permitiendo la siembra, la labranza y la recolección de la cosecha junto con la remoción frecuente y continuada del suelo, dejándola desprovista de una cobertura vegetal permanente en algunas áreas, pero dejando el resto cubierto por árboles en forma continua y permanente por ejemplo el café con sombrío.

Cultivos agrosilvopastoriles. Son los que combinan la agricultura, los bosques y el pastoreo, permitiendo la siembra, labranza y la recolección de la cosecha por largos períodos vegetativos y el pastoreo dentro de los cultivos y el bosque sin dejar desprovisto de vegetación al suelo.

Cultivo silvopastoriles. Son los que combinan el pastoreo y el bosque, no requieren la remoción continua y frecuente del suelo, ni dejan desprovisto de una cobertura vegetal

⁷ HOLDRIDGE. Formaciones vegetales para zonas tropicales, Costa Rica, 1978.

protectora, permitiendo el pastoreo permanente del ganado dentro del bosque.

Uso forestal. Son los usos en los cuales los suelos presentan limitaciones para el uso agrícola o pecuario, así sea parcialmente.

Bosques productores. Son los que no requieren la remoción continua y frecuente del suelo, pero lo dejan desprovisto de una cobertura vegetal en áreas determinadas y por períodos relativamente breves durante el aprovechamiento o la entresaca admitiendo la tala rasa, pero dejando el suelo protegido por las raíces y los tocones de los árboles.

Bosques protectores-productores. Son los que no requieren la remoción continua y frecuente del suelo, aunque lo dejan desprovisto de árboles en áreas pequeñas y por períodos relativamente breves, ya que la tala es selectiva o por sectores, creando una protección permanente al suelo por la vegetación remanente.

Bosques protectores. Son los que no permiten la remoción del suelo, ni de la cobertura vegetal en ningún período de tiempo, por ser bosques protectores de nacimientos de agua, santuarios de fauna, bancos genéticos, parques nacionales, tales como: los bosques nativos primarios de sitios cercanos a los 3000 m.s.n.m. o los declarados como zonas de reserva forestal protectora.

Protección absoluta. Son las tierras que no permiten ningún tipo de intervención y por lo tanto debe conservarse tales como están, permitiendo su recuperación espontánea o su desgaste natural.

Isoyetas. Son las líneas de igual precipitación trazadas sobre un mapa topográfico de una zona, ellas indican la variación de las precipitaciones en un área geográfica.

Isotermas. Son las líneas de igual temperatura trazadas sobre la base topográfica.

Desarrollo Sustentable. Desarrollo es un proceso de transformación de la sociedad, a través del cual la población adquiere mayor dominio sobre su propio destino, útil para mejorar la calidad de vida de la población. Se caracteriza entre otras cosas por la expansión de la capacidad productiva; aumento de la productividad y el ingreso per capita cambios en la estructura de clase, grupos y la organización social; transformaciones culturales y de valores; evolución de las estructuras políticas y de poder.

En el desarrollo sustentable se desea alcanzar crecimiento económico, elevar la calidad de vida y al bienestar social haciendo énfasis en que no se debe menguar, mucho menos agotar la base de recursos naturales en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o

el derecho de las generaciones futuras e utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.⁸ Luego el desarrollo sustentable implica una sustentabilidad ecológica, social, cultural y económica.

- **Sustentabilidad Ecológica.** Exige que el desarrollo sea compatible con el mantenimiento de los procesos ecológicos, la diversidad y recursos naturales.
- **Sustentabilidad Social.** Exige que el desarrollo aumente el control de las personas sobre sus propias vidas, mantenga y fortalezca la identidad de la comunidad.
- **Sustentabilidad Cultural.** Exige que el desarrollo compatibilice con la cultura y valores de las personas afectadas por el.
- **Sustentabilidad Económica.** Exige que el desarrollo sea económicamente eficiente y equitativo entre generaciones y dentro de cada generación.

⁸ Ministerio Medio Ambiente. Ley 99 artículo 3. Bogotá, 1993.

3. ASPECTOS GENERALES

3.1 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

La microcuenca Pantanera perteneciente a la subcuenca quebrada Iscalá del Municipio de Chinácota, se ubica en la parte media de la cuenca del río Pamplonita.

La quebrada Pantanera tiene una orientación de Sur-Norte, limite al Norte con la vereda Paramito; al sur con la vereda Sitigui y el Municipio de Pamplonita; al Occidente con el Municipio de Pamplonita y al Oriente con la vereda Iscalá Norte, (Véase la Figura 1).

El área total es de 1.114 Hectáreas; las alturas extremas de la microcuenca son 1.400 m.s.n.m en su entrega y 2.400 m.s.n.m. en la parte sur.

Existe un carreteable en regulares condiciones por la margen izquierda de la quebrada que permite comunicarse a los habitantes de la microcuenca con la parte urbana del Municipio.

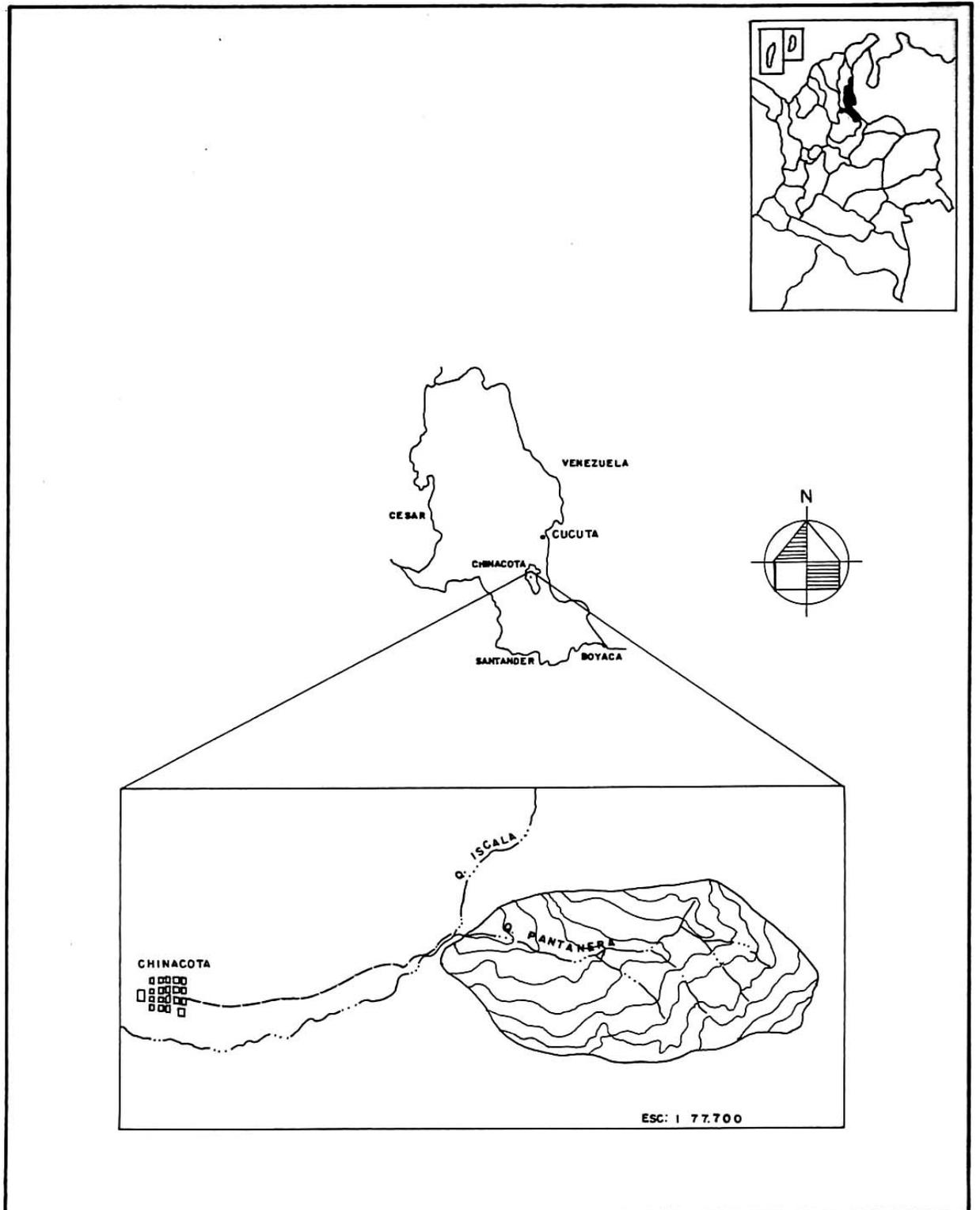
3.2 ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS

De acuerdo con datos suministrados por líderes comunales en el Estudio Socioeconómico del Municipio de Chinácota, realizado en Octubre de 1.994 por el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, la población era de 215 habitantes, un número de 57 viviendas de las cuales hay 46 habitadas. El 93% de los habitantes son propietarios de las tierras. La mayoría de la población tiene como actividad principal la agricultura y/o la ganadería.

En la microcuenca existe una escuela en la cual los niños de la vereda reciben educación primaria, cuenta con tres (3) profesores y cuarenta y ocho (48) alumnos.

Respecto a los servicios públicos, poseen servicio de electrificación cincuenta y un viviendas; no existe acueducto veredal, los habitantes toman el agua con mangueras colocadas en las quebradas, algunos tienen construidas letrinas para recoger las aguas servidas.

Figura 1. Localización de la microcuenca de la quebrada Pantanera



Fuente: El autor

4. CALIDAD DEL AGUA

Teniendo en cuenta que el enfoque principal del estudio es la caracterización hidrológica de la microcuenca la Pantanera mediante la evaluación, definición y simulación con la metodología HEC-1, para la evaluación del estado actual de los procesos erosivos, es conveniente aclarar que aunque la calidad del agua es un factor importante debido a la marcada presencia de sulfatos, no es objetivo de este proyecto, por lo cual es recomendable realizar un proyecto exclusivo sobre la calidad del agua para verificar su incidencia en el proceso erosivo de la quebrada Pantanera.

5. METODOLOGIA

El estudio hidrológico de la microcuenca Pantanera comprendió las siguientes fases de trabajo, con sus respectivas labores:

- Recopilación de información hidrológica y genérica.
- Evaluación y análisis de la información recopilada.
- Definición de las características físicas de la microcuenca, estas fueron definidas básicamente con el trabajo complementario de los estudios geomorfológico y edafológico, realizados casi simultáneamente sobre la microcuenca.
- Definición de los parámetros de entrada al modelo HEC-1, tales como: tipo de suelo, tipo de cobertura, determinación de la curva número (CN) a partir de las tablas del soil conservation service.
- Entrada de los datos al programa HEC-1 y corrida del mismo.
- Evaluación de resultados de la corrida del programa HEC-1 y una nueva corrida del programa si se considera que los datos iniciales deben variar, cosa que comúnmente ocurre.

6. APLICACION DEL MODELO HIDROLOGICO HEC-1

Cuando no se tiene información Hidrométrica, es decir mediciones de caudales, se hace necesario cuantificarlos por otros métodos o herramientas, el modelo HEC-1 es una de estas herramientas; partiendo de la información de precipitaciones registradas en las estaciones meteorológicas el modelo genera los caudales para la cuenca.

El modelo HEC-1 está diseñado para simular la escorrentía superficial que resulta a partir de una precipitación, mediante la representación simplificada de la cuenca como un sistema de componentes interconectadas. Cada componente modela un aspecto del proceso lluvia-escorrentía dentro de una subcuenca. Los resultados finales del proceso de modelación son los hidrogramas de escorrentía directa de la cuenca y dichos hidrogramas son típicos de cada cuenca, y representan gráficamente la rata de escurrimiento en el tiempo.

La componente de escorrentía superficial se utiliza para presentar el movimiento del agua sobre la superficie del terreno hacia los cauces de los ríos y riachuelos de la cuenca.

Se tienen datos de precipitaciones de relativamente pocos años, de las estaciones pluviométricas cercanas a la microcuenca Pantanera, para generar caudales mediante la metodología del HEC-1. A su vez la microcuenca Pantanera no cuenta con mediciones de caudales, para hacer comparaciones con los caudales generados por la metodología HEC-1.

Se dispone de registros pluviométricos de las siguientes estaciones:

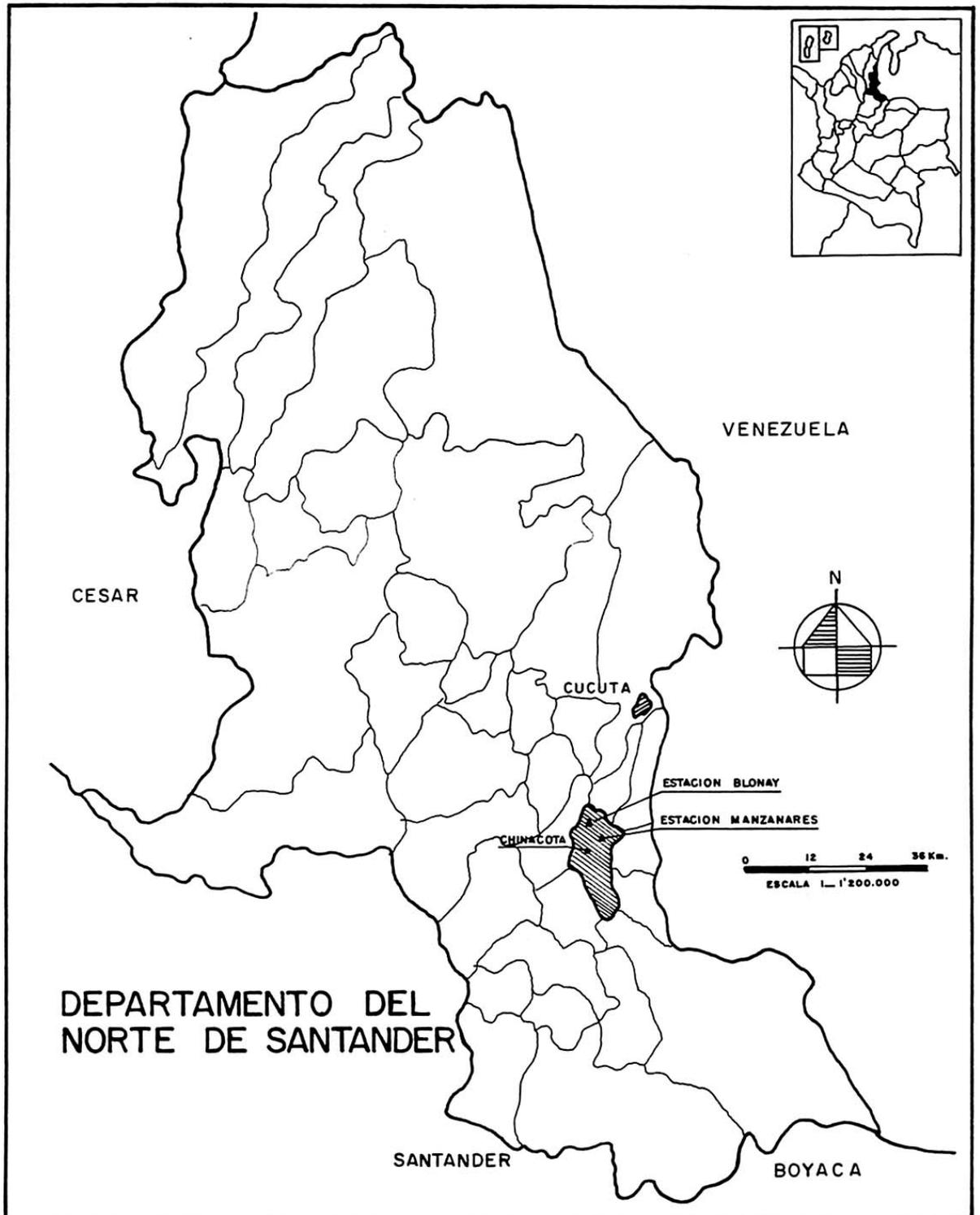
Cuadro 2. Estaciones con registros pluviométricos

Estación	Información	Entidad	Localización
MANZANARES	10 años	HIMAT	Q. ISCALA
BLONAY	15 años	CAFETEROS	CERRO BLONAY

Fuente: HIMAT, Federación Nacional de Cafeteros

La localización de las estaciones pluviométricas se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Localización de estaciones pluviométricas



Fuente: El Autor

Para realizar el corrimiento del modelo HEC-1, se debe seleccionar la estación pluviométrica que se ubique a nivel de la cota promedio de la cuenca.

En el caso de la microcuenca Pantanera, debido a la poca cobertura de la red de pluviómetros que posee el país, se tienen datos de las dos estaciones más cercanas a la microcuenca. En un principio solo se tenía conocimiento de la estación Blonay, cuya altitud es superior a los 2450 m.s.n.m., cota más alta de la microcuenca Pantanera, y que se ubica en el Cerro de Blonay (por fuera de la cuenca y un tanto lejos).

Unos cuantos metros abajo de la desembocadura de la quebrada Pantanera, en la quebrada Iscalá se encuentra la segunda estación pluviométrica disponible, la estación Manzanares.

Considerando la ubicación y altitud de las estaciones mencionadas, se desechó la estación Blonay, pues no tiene representatividad suficiente de la microcuenca en estudio; por lo tanto el programa HEC-1 se corrió con datos de la estación Manzanares.

El período de retorno de la simulación es de 10 años, tiempo del cual se tienen datos, de los cuales se seleccionaron los utilizados para correr el programa.

Debido a que los máximos diarios de precipitación de la época más lluviosa son del orden de 35 mm y a que se presenta un valor extraordinariamente anómalo (70.6 mm), se optó por promediar los valores máximos de precipitación diaria, de aquellos días que presentaron precipitación los días antecedentes a la máxima, lo cual es una condición del modelo, pues si esto no ocurriese así, toda o la mayor parte de la máxima precipitación se infiltraría.

Los datos utilizados corresponden a precipitaciones diarias, principalmente de los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre de 1994, estos y otros datos de precipitación se muestran en los anexos.

Se tomó como condición antecedente al día del evento de máxima precipitación, las precipitaciones del 20 al 23 de septiembre de 1994.

Uno de los parámetros más importantes a definir para la corrida del modelo HEC-1 es la Curva Número (CN). La curva número a su vez se basa en la definición de parámetros que representan las características físicas del medio, tales como tipo de suelo, uso de la tierra y condición hidrológica del suelo y su humedad antecedente.

Como se mencionó estos parámetros básicos para la estimación de la curva número se

tomaron de los estudios complementarios y con ellos se fue a las tablas elaboradas por el Soil Conservation Service (SCS).

El tipo de cobertura predominante es pasto de pastoreo con algunas pequeñas áreas de cultivos transitorios, Santos 1995; de donde se deduce de acuerdo a las tablas de (SCS) una condición hidrológica buena.

El tipo de suelo corresponde a arenas arcillosas a arcillas arenosas con tasas de infiltración moderadas cuando están muy húmedos. Concluyendo, se obtuvo una curva número (CN) de 61 para la microcuenca Pantanera.

El tiempo de retardo, otro parámetro de la metodología HEC-1, es el tiempo que necesita recorrer la gota de escorrentía desde el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio de confluencia o cierre de cuenca; se calcula con una fórmula que considera la longitud y la pendiente del cauce principal. En el caso de la quebrada Pantanera, la longitud es de 6.06 Km y la pendiente de 20.3% de modo que el tiempo de retardo es de 0.6615 horas.

Habiendo considerado todos los parámetros necesarios para correr el modelo, se muestran los resultados obtenidos, (Véase el Anexo A).

7. CONCLUSIONES

El modelo Hidrológico HEC-1 puede utilizarse como herramienta de generación de caudales con miras a utilizarlos para el análisis de los procesos erosivos en un área; el HEC-1 está diseñado para simular la escorrentía superficial que resulta de una precipitación y modela el proceso lluvia-escorrentía dentro de una cuenca.

Los resultados obtenidos de la simulación muestran que para la precipitación máxima de 10 años, la microcuenca genera un caudal pico de 2050 litros por segundo, este caudal, que es alto para la extensión de la cuenca, unido a la gran pendiente y la forma irregular del recorrido de la quebrada, explicaría parcialmente la socavación lateral de los taludes a lado y lado de la misma, tal como se observó en el campo. Lo anteriormente dicho conlleva a la necesidad de realizar obras de protección en los sitios críticos para contener las crecidas de la quebrada.

El modelo también reportó un caudal generado de 240 Lt/sg, para períodos promedios de tiempo.

El estudio hidrológico de la microcuenca Pantanera permitió determinar la potencialidad del sistema hídrico de la microcuenca, representada en el excelente caudal generado si se tiene en cuenta la menor extensión de la microcuenca; sin embargo se deberá mejorar la eficiencia en el uso del agua así como adoptar medidas para evitar la contaminación del recurso especialmente por descarga de aguas servidas.

En materia de ordenamiento, oferta, conservación y calidad del agua es prioritario formular y desarrollar programas para la preservación y conservación de las zonas de retención (zonas de pantano), nacimientos de agua y de los afluentes de la quebrada Pantanera.

Es importante recalcar la importancia de realizar una completa caracterización del agua de la quebrada Pantanera para verificar la incidencia en el proceso erosivo de la misma.

BIBLIOGRAFIA

ACODAL, 1992. Enfoque Político Económico y Socio-Cultural en el Manejo de Cuencas Hidrográficas.

ARAMBURO, L., et GAVILAN, G. Hidrología Aplicada. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 1991.

BEDOYA, J. Problemática de contaminación y aportes para su solución. El hombre y su ambiente. 1985.

BLUM DE BARBERI. C. Ultima Oportunidad. Ministerio del Medio Ambiente. 1993.

BONGCLAN ASOCIADOS. Estudio de Areas Homogéneas de la Cuenca del Río Pamplonita. CORPONOR CUCUTA. 1991.

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE –CEPAL. Bases Conceptuales para la Formulación de Programas de Manejo de Cuencas Hidrográficas. 1992.

ECOFORREST LTDA-AGROFORIENTE. Plan Ambiental del Departamento Norte de Santander. 1995.

FERNÁNDEZ, R. et CLAVER F. Guía para la elaboración de estudio del medio físico: Contenido y metodología 3 ed. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. Madrid, 508 p. 1991.

HEC-1. Flood Hydrograph Package. User's Manual Versión 4.0 U.S. Army Corps of Engineers. 1990.

HENAO, J. S. et al. Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas. Universidad Santo Tomas. Bogotá. 1989.

HOLDRIDGE. Formaciones Vegetales para las Zonas Tropicales. Costa Rica. 1978.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Ley 99 Artículo 3. Bogotá. 1993.

OJEDA, D. El Enfoque Físico, Social y Cognoscitivo, una estrategia para el Manejo de Cuencas en Colombia. Bogotá. 1991.

ROSERO, R. Estudios de Disponibilidad de Agua para proyectos de Irrigación. HIMAT. 1992.

SANTOS, J. Caracterización edafológica de la microcuenca Pantanera, subcuenca quebrada Iscalá. Bucaramanga. 1995.

SAMPER, E. Salto Social hacia el Desarrollo Humano Sostenible. Política Nacional Ambiental. Bogotá. 1995.

VEN TE CHOW. Hidrología Aplicada, 1993.

ANEXOS

Anexo A. Resultados obtenidos

HEC1 S/N: 1346000085 HMVersion: 6.33 Data File: PANTA.hcl

```
*****
*
* FLOOD HYDROGRAPH PACKAGE (HEC-1) *
*       MAY 1991                    *
*       VERSION 4.0.1E               *
*
* RUN DATE 08/03/1995 TIME 21:16:28 *
*
*****
```

```
*****
*
* U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS      *
* HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER     *
* 609 SECOND STREET                 *
* DAVIS, CALIFORNIA 95616          *
* (916) 756-1104                   *
*
*****
```

```

X   X XXXXXXX XXXX      X
X   X X      X   X      XX
X   X X      X   X      X
XXXXXX XXXX  X      XXXX  X
X   X X      X           X
X   X X      X   X      X
X   X XXXXXXX XXXX      XXX

```

```

::::::::::::::::::::::::::::::::::::
::::::::::::::::::::::::::::::::::::
:::                               :::
::: Full Microcomputer Implementation :::
:::                               by   :::
::: Haestad Methods, Inc.         :::
:::                               :::
::::::::::::::::::::::::::::::::::::
::::::::::::::::::::::::::::::::::::

```

37 Brookside Road * Waterbury, Connecticut 06708 * (203) 755-1666

THIS PROGRAM REPLACES ALL PREVIOUS VERSIONS OF HEC-1 KNOWN AS HEC1 (JAN 73), HEC1GS, HEC1DB, AND HEC1KW.

THE DEFINITIONS OF VARIABLES -RTIMP- AND -RTIOR- HAVE CHANGED FROM THOSE USED WITH THE 1973-STYLE INPUT STRUCTURE.
 THE DEFINITION OF -AMSK- ON RM-CARD WAS CHANGED WITH REVISIONS DATED 28 SEP 81. THIS IS THE FORTRAN77 VERSION
 NEW OPTIONS: DAMBREAK OUTFLOW SUBMERGENCE , SINGLE EVENT DAMAGE CALCULATION, DSS:WRITE STAGE FREQUENCY,
 DSS:READ TIME SERIES AT DESIRED CALCULATION INTERVAL LOSS RATE:GREEN AND AMPT INFILTRATION
 KINEMATIC WAVE: NEW FINITE DIFFERENCE ALGORITHM

LINE ID.....1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8.....9.....10

* ESPECIALIZACION EN ING. DE PRESERVACION DE RECURSOS HIDRICOS Y DE SUELOS

1 ID GENERACION DE CAUDALES POR PRECIPITACION EN LA MICROCUENCA PANTANERA

2 ID INGENIERO HECTOR TORRES POVEDA

*

3 IT 60 24SEP94 0000 60

4 IO 2 2

5 IM

6 PG MANZA 50

7 IN 60 24SEP94 7

8 PI 4 6 10 12 8 6 4

* ESTACION PLUVIOMETRICA MANZANARES-CHINACOTA NORTE DE SANTANDER

9 KK MANZA

10 KM CAUDALES HASTA LA CONFLUENCIA DE LA Q. PANTANERA EN LA Q. ISCALA

11 BA 11.14

12 PT MANZA

13 PW 100

14 BF 0.02 0.02

15 PR MANZA

16 LS 61

17 US 0.70 0.8

18 ZZ

```
*****
*
* FLOOD HYDROGRAPH PACKAGE (HEC-1) *
*           MAY 1991                *
*           VERSION 4.0.1E          *
*
* RUN DATE 08/03/1995 TIME 21:16:28 *
*
*****
```

```
*****
*
* U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS *
* HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER *
* 609 SECOND STREET            *
* DAVIS, CALIFORNIA 95616      *
* (916) 756-1104               *
*
*****
```

GENERACION DE CAUDALES POR PRECIPITACION EN LA MICROCUENCA PANTANERA
INGENIERO HECTOR TORRES POVEDA

```
4 IO      OUTPUT CONTROL VARIABLES
          IPRNT      2  PRINT CONTROL
          IPLOT      2  PLOT CONTROL
          QSCAL      0.  HYDROGRAPH PLOT SCALE

7 IN      TIME DATA FOR INPUT TIME SERIES
          JXMIN      60  TIME INTERVAL IN MINUTES
          JXDATE     24SEP94  STARTING DATE
          JXTIME      7  STARTING TIME

IT        HYDROGRAPH TIME DATA
          NMIN       60  MINUTES IN COMPUTATION INTERVAL
          IDATE      24SEP94  STARTING DATE
          ITIME      0000  STARTING TIME
          NQ         60  NUMBER OF HYDROGRAPH ORDINATES
          NDDATE     26SEP94  ENDING DATE
          NDTIME     1100  ENDING TIME
          ICENT      19  CENTURY MARK

          COMPUTATION INTERVAL  1.00 HOURS
          TOTAL TIME BASE      59.00 HOURS
```

```
METRIC UNITS
DRAINAGE AREA      SQUARE KILOMETERS
PRECIPITATION DEPTH MILLIMETERS
LENGTH, ELEVATION METERS
FLOW               CUBIC METERS PER SECOND
STORAGE VOLUME    CUBIC METERS
SURFACE AREA      SQUARE METERS
TEMPERATURE       DEGREES CELSIUS
```

*** **

```
*****
*
* MANZA *
*
9 KK
```

CAUDALES HASTA LA CONFLUENCIA DE LA Q. PANTANERA EN LA Q. ISCALA

SUBBASIN RUNOFF DATA

11 BA SUBBASIN CHARACTERISTICS
 TAREA 11.14 SUBBASIN AREA

14 BF BASE FLOW CHARACTERISTICS
 STRTQ 0.02 INITIAL FLOW
 QRCSN 0.02 BEGIN BASE FLOW RECESSION
 RTIOR 1.00000 RECESSION CONSTANT

PRECIPITATION DATA

12 PT TOTAL STORM STATIONS MANZA
 13 PW WEIGHTS 100.00

15 PR RECORDING STATIONS MANZA
 0 PW WEIGHTS 1.00

16 LS SCS LOSS RATE
 STRTL 32.48 INITIAL ABSTRACTION
 CRVNBR 61.00 CURVE NUMBER
 RTIMP 0.00 PERCENT IMPERVIOUS AREA

17 US SNYDER UNITGRAPH
 TP 0.70 LAG
 CP 0.80 PEAKING COEFFICIENT

SYNTHETIC ACCUMULATED-AREA VS. TIME CURVE WILL BE USED

PRECIPITATION STATION DATA

STATION	TOTAL	AVG. ANNUAL	WEIGHT
MANZA	50.00	0.00	100.00

TEMPORAL DISTRIBUTIONS

STATION	MANZA, WEIGHT = 1.00
0.47	4.23 6.47 10.23 11.53 7.77 5.77 3.53

UNIT HYDROGRAPH PARAMETERS

CLARK	TC= 1.00 HR,	R= 0.50 HR
SNYDER	TP= 0.79 HR,	CP= 0.50

UNIT HYDROGRAPH

2 END-OF-PERIOD ORDINATES

2. 2.

HYDROGRAPH AT STATION MANZA

DA	MON	HRMN	ORD	RAIN	LOSS	EXCESS	COMP Q	*	DA	MON	HRMN	ORD	RAIN	LOSS	EXCESS	COMP Q
								*								
								*								

24 SEP 0000	1	0.00	0.00	0.00	0.	*	25 SEP 0600	31	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 0100	2	0.47	0.47	0.00	0.	*	25 SEP 0700	32	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 0200	3	4.23	4.23	0.00	0.	*	25 SEP 0800	33	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 0300	4	6.47	6.47	0.00	0.	*	25 SEP 0900	34	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 0400	5	10.23	10.23	0.00	0.	*	25 SEP 1000	35	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 0500	6	11.53	11.53	0.00	0.	*	25 SEP 1100	36	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 0600	7	7.77	7.37	0.39	1.	*	25 SEP 1200	37	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 0700	8	5.77	5.05	0.71	2.	*	25 SEP 1300	38	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 0800	9	3.53	2.94	0.60	2.	*	25 SEP 1400	39	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 0900	10	0.00	0.00	0.00	1.	*	25 SEP 1500	40	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 1000	11	0.00	0.00	0.00	0.	*	25 SEP 1600	41	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 1100	12	0.00	0.00	0.00	0.	*	25 SEP 1700	42	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 1200	13	0.00	0.00	0.00	0.	*	25 SEP 1800	43	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 1300	14	0.00	0.00	0.00	0.	*	25 SEP 1900	44	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 1400	15	0.00	0.00	0.00	0.	*	25 SEP 2000	45	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 1500	16	0.00	0.00	0.00	0.	*	25 SEP 2100	46	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 1600	17	0.00	0.00	0.00	0.	*	25 SEP 2200	47	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 1700	18	0.00	0.00	0.00	0.	*	25 SEP 2300	48	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 1800	19	0.00	0.00	0.00	0.	*	26 SEP 0000	49	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 1900	20	0.00	0.00	0.00	0.	*	26 SEP 0100	50	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 2000	21	0.00	0.00	0.00	0.	*	26 SEP 0200	51	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 2100	22	0.00	0.00	0.00	0.	*	26 SEP 0300	52	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 2200	23	0.00	0.00	0.00	0.	*	26 SEP 0400	53	0.00	0.00	0.00	0.
24 SEP 2300	24	0.00	0.00	0.00	0.	*	26 SEP 0500	54	0.00	0.00	0.00	0.
25 SEP 0000	25	0.00	0.00	0.00	0.	*	26 SEP 0600	55	0.00	0.00	0.00	0.
25 SEP 0100	26	0.00	0.00	0.00	0.	*	26 SEP 0700	56	0.00	0.00	0.00	0.
25 SEP 0200	27	0.00	0.00	0.00	0.	*	26 SEP 0800	57	0.00	0.00	0.00	0.
25 SEP 0300	28	0.00	0.00	0.00	0.	*	26 SEP 0900	58	0.00	0.00	0.00	0.
25 SEP 0400	29	0.00	0.00	0.00	0.	*	26 SEP 1000	59	0.00	0.00	0.00	0.
25 SEP 0500	30	0.00	0.00	0.00	0.	*	26 SEP 1100	60	0.00	0.00	0.00	0.

TOTAL RAINFALL = 50.00, TOTAL LOSS = 48.29, TOTAL EXCESS = 1.71

PEAK FLOW (CU M/S)	TIME (HR)	MAXIMUM AVERAGE FLOW				
		6-HR	24-HR	72-HR	59.00-HR	
2.	8.00	(CU M/S)	1.	0.	0.	0.
		(MM)	1.745	1.861	2.088	2.088
		(1000 CU M)	19.	21.	23.	23.

CUMULATIVE AREA = 11.14 SQ KM

		STATION MANZA												
		(O) OUTFLOW												
		0.0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
												(L) PRECIP,	(X) EXCESS	
		0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	12.	8.	4.	0.
DAHRMN	PER													
240000	10	-----												
240100	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L.
240200	30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	LLLLLLLLLL.
240300	40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	LLLLLLLLLLLLLL.
240400	50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	LLLLLLLLLLLLLLLLLL.
240500	6.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	LLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLL.
240600	7.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	LLLLLLLLLLLLLLLLLLX.
240700	8.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	LLLLLLLLLLLLLLX.
240800	9.	.	.	.	.	.	.0	.	.	.	.	.	.	LLLLLLLLLX.
240900	10.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
241000	110	.....											
241100	120	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
241200	130	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
241300	140	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
241400	150	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
241500	160	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
241600	170	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
241700	180	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
241800	190	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
241900	200	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
242000	210	.....											
242100	220	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
242200	230	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
242300	240	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
250000	250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
250100	260	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
250200	270	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
250300	280	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
250400	290	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
250500	300	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
250600	310	.....											
250700	320	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
250800	330	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
250900	340	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
251000	350	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
251100	360	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
251200	370	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
251300	380	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
251400	390	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
251500	400	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
251600	410	.....											
251700	420	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
251800	430	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
251900	440	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
252000	450	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
252100	460	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
252200	470	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
252300	480	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
260000	490	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
260100	500	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
260200	510	.....											
260300	520	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
260400	530	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

260500	540	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
260600	550	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
260700	560	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
260800	570	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
260900	580	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
261000	590	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
261100	600	-----											

RUNOFF SUMMARY, AVERAGE FLOW IN CUBIC METERS PER SECOND
 AREA IN SQUARE KILOMETERS

OPERATION	STATION	PEAK FLOW	TIME OF PEAK	AVERAGE FLOW FOR MAXIMUM PERIOD			BASIN AREA	MAXIMUM STAGE	TIME OF MAX STAGE
				6-HOUR	24-HOUR	72-HOUR			
HYDROGRAPH AT	MANZA	2.05	8.00	0.90	0.24	0.11	11.14		

*** NORMAL END OF HEC-1 ***

Anexo B. Datos diarios de precipitación de la Estación Manzanares pertenecientes al año 1994

H I M A T - INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS
 SISTEMA DE INFORMACION
 DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION, NUBOSIDAD
 EVAPORACION, RECORRIDO Y FENOMENOS ATMOSFERICOS
 HIDROMETEOROLOGICA
 -METEORO 2- ENE 1994

PROCESO Jul 27- * ESTACION 1601011 MANZANARES

LATITUD 0737 DEPARTAMENTO N. SANTANDER TIPO EST PM SUBZONA HIDR. PAMPLONITA
 LONGITUD 7236 ENTIDAD 01 HIMAT ZONA HIDROGR. R. CATATUMBO
 ELEVACION 1350 MUNICIPIO CHINACOTA REGIONAL 11 BUCARAMANGA AREA HIDROGR. CARIBE

D	PRECIPITACION	NUBOSIDAD	EVAPORACION	TEMPERATURA	RECORRIDO	FENOMENOS ATMOSFERICOS
I	07-07	07 13 19	07-07	MAXIMA-MINIMA	07-07	
A	(mms)	(Octas)	(mms)	(oC)	(Kms)	

1	-
2	-
3	-
4	-
5	34.6
6	-
7	-
8	-
9	2.1
10	2.9
11	1.9
12	-
13	-
14	-
15	54.2
16	18.7
17	-
18	-
19	-
20	-
21	-
22	-
23	-
24	-
25	-
26	.9
27	-
28	9.5
29	-
30	8.4
31	4.8

TOTAL 138.0
 MEDIA

DIAS CON PRECIPITACION MAYOR O IGUAL A :

0.1 mm	10	1.0 mm	9	5.0 mm	5
10.0 mm	3	20.0 mm	2	25.0 mm	2
50.0 mm	1	MAXIMA EN 24 HORAS		54.2	

INTERPRETACION DE LA NUBOSIDAD :

Cielo Despejado (< 3/8)
 Cielo Parcial/ Cubierto (3/8 A 6/8)
 Cielo Cubierto (> 6/8)
 Imposible determinar (9)

' DATO INCOMPLETO

+ DATO ACUMULADO

P DATO DE PLUVIOGRAFO

- AUSENCIA DE LLUVIA

: PLUVIOMETRO DISTRIBUIDO

= AUSENCIA-INCOMPLETO

H I M A T - INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS

DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION, NUBOSIDAD
EVAPORACION, RECORRIDO Y FENOMENOS ATMOSFERICOS

SISTEMA DE INFORMACION
HIDROMETEOROLOGICA
-METEORO 2- FEB 1994

PROCESO Jul 27- *

ESTACION 1601011 MANZANARES

LATITUD 0737 DEPARTAMENTO N. SANTANDER TIPO EST PM SUBZONA HIDR. FAMPLONITA
LONGITUD 7236 ENTIDAD 01 HIMAT ZONA HIDROGR. R. CATATUMBO
ELEVACION 1350 MUNICIPIO CHINACOTA REGIONAL 11 BUCARAMANGA AREA HIDROGR. CARIBE

D	PRECIPITACION	NUBOSIDAD	EVAPORACION	TEMPERATURA	RECORRIDO	FENOMENOS ATMOSFERICOS
I	07-07	07 13 19	07-07	MAXIMA-MINIMA	07-07	
A	(mms)	(Octas)	(mms)	(oC)	(Kms)	
1	-					
2	-					
3	11.2					
4	-					
5	-					
6	-					
7	-					
8	-					
9	-					
10	-					
11	-					
12	-					
13	-					
14	1.5					
15	-					
16	-					
17	-					
18	-					
19	-					
20	-					
21	30.5					
22	4.2					
23	-					
24	-					
25	4.2					
26	.8					
27	3.6					
28	-					
TOTAL	56.0					
MEDIA						

DIAS CON PRECIPITACION MAYOR O IGUAL A :

0.1 mm	7	1.0 mm	6	5.0 mm	2
10.0 mm	2	20.0 mm	1	25.0 mm	1
50.0 mm	0	MAXIMA EN 24 HORAS		30.5	

INTERPRETACION DE LA NUBOSIDAD :

Cielo Despejado (< 3/8)
Cielo Parcial/ Cubierto (3/8 A 6/8)
Cielo Cubierto (> 6/8)
Imposible determinar (9)

* DATO INCOMPLETO
+ DATO ACUMULADO
P DATO DE PLUVIOGRAFO
- AUSENCIA DE LLUVIA
: PLUVIOMETRO DISTRIBUIDO
= AUSENCIA-INCOMPLETO

H I M A T - INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS

DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION, NUBOSIDAD
EVAPORACION, RECORRIDO Y FENOMENOS ATMOSFERICOS

SISTEMA DE INFORMACION
HIDROMETEOROLOGICA
-METEORO 2- MAR 1994

PROCESO Jul 27- #

ESTACION 1601011 MANZANARES

LATITUD 0737 DEPARTAMENTO N. SANTANDER TIPO EST PM SUBZONA HIDR. PAMPLONITA
LONGITUD 7236 ENTIDAD 01 HIMAT ZONA HIDROGR. R. CATATUMBO
ELEVACION 1350 MUNICIPIO CHINACOTA REGIONAL 11 BUCARAMANGA AREA HIDROGR. CARIBE

D	PRECIPITACION	NUBOSIDAD	EVAPORACION	TEMPERATURA	RECORRIDO	FENOMENOS ATMOSFERICOS
I	07-07	07 13 19	07-07	MAXIMA-MINIMA	07-07	
A	(mms)	(Octas)	(mms)	(oC)	(Kms)	
1	-					
2	-					
3	-					
4	2.1					
5	-					
6	-					
7	-					
8	-					
9	-					
10	-					
11	35.6					
12	4.7					
13	-					
14	-					
15	-					
16	-					
17	1.3					
18	-					
19	-					
20	-					
21	1.1					
22	4.9					
23	5.6					
24	-					
25	-					
26	-					
27	4.1					
28	4.9					
29	-					
30	2.1					
31	8.3					
TOTAL	74.7					
MEDIA						

DIAS CON PRECIPITACION MAYOR O IGUAL A :

0.1 mm 11 1.0 mm 11 5.0 mm 3
10.0 mm 1 20.0 mm 1 25.0 mm 1
50.0 mm 0 MAXIMA EN 24 HORAS 35.6

INTERPRETACION DE LA NUBOSIDAD :

Cielo Despejado (< 3/8)
Cielo Parcial/ Cubierto (3/8 A 6/8)
Cielo Cubierto (> 6/8)
Imposible determinar (9)

* DATO INCOMPLETO

+ DATO ACUMULADO

P DATO DE PLUVIOGRAFO

- AUSENCIA DE LLUVIA

: PLUVIOMETRO DISTRIBUIDO

= AUSENCIA-INCOMPLETO

H I M A T - INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS

DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION, NUBOSIDAD
EVAPORACION, RECORRIDO Y FENOMENOS ATMOSFERICOS

SISTEMA DE INFORMACION
HIDROMETEOROLOGICA
-METEORO 2- ABR 1994

PROCESO Jul 27- 1

ESTACION 1601011 MANZANARES

LATITUD 0737 DEPARTAMENTO N. SANTANDER TIPO EST PM SUBZONA HIDR. PAMPLONITA
LONGITUD 7236 ENTIDAD 01 HIMAT ZONA HIDROGR. R. CATATUMBO
ELEVACION 1350 MUNICIPIO CHINACOTA REGIONAL 11 BUCARAMANGA AREA HIDROGR. CARIBE

D	PRECIPITACION	NUBOSIDAD	EVAPORACION	TEMPERATURA	RECORRIDO	FENOMENOS ATMOSFERICOS
I	07-07	07 13 19	07-07	MAXIMA-MINIMA	07-07	
A	(mm)	(Octas)	(mm)	(oC)	(Kms)	
1	6.7					
2	30.1					
3	6.4					
4	12.7					
5	-					
6	-					
7	2.5					
8	.5					
9	-					
10	-					
11	-					
12	9.4					
13	-					
14	39.4					
15	-					
16	-					
17	24.3					
18	8.1					
19	4.9					
20	-					
21	-					
22	-					
23	-					
24	1.0					
25	-					
26	30.6					
27	3.6					
28	5.8					
29	7.7					
30	14.2					
TOTAL	207.9					
MEDIA						

DIAS CON PRECIPITACION MAYOR O IGUAL A :

0.1 mm	17	1.0 mm	16	5.0 mm	12
10.0 mm	6	20.0 mm	4	25.0 mm	3
50.0 mm	0	MAXIMA EN 24 HORAS		39.4	

INTERPRETACION DE LA NUBOSIDAD :

Cielo Despejado (< 3/8)
Cielo Parcial/ Cubierto (3/8 A 6/8)
Cielo Cubierto (> 6/8)
Imposible determinar (9)

* DATO INCOMPLETO

+ DATO ACUMULADO

P DATO DE PLUVIOGRAFO

- AUSENCIA DE LLUVIA

: PLUVIOMETRO DISTRIBUIDO

= AUSENCIA-INCOMPLETO

H I M A T - INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS

DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION, NUBOSIDAD
EVAPORACION, RECORRIDO Y FENOMENOS ATMOSFERICOS

SISTEMA DE INFORMACION
HIDROMETEOROLOGICA
-METEORO 2- MAY 1994

PROCESO Jul 27- #

ESTACION 1601011 MANZANARES

LATITUD 0737 DEPARTAMENTO N. SANTANDER TIPO EST PM SUBZONA HIDR. PAMPLONITA
LONGITUD 7236 ENTIDAD 01 HIMAT ZONA HIDROGR. R. CATATUMBO
ELEVACION 1350 MUNICIPIO CHINACOTA REGIONAL 11 BUCARAMANGA AREA HIDROGR. CARIBE

D	PRECIPITACION	NUBOSIDAD	EVAPORACION	TEMPERATURA	RECORRIDO	FENOMENOS ATMOSFERICOS
	(mm)	(Octas)	(mm)	(oC)	(Kms)	
1	-					
2	3.9					
3	-					
4	-					
5	.5					
6	15.6					
7	4.7					
8	-					
9	-					
10	-					
11	-					
12	5.3					
13	4.4					
14	4.4					
15	-					
16	3.5					
17	-					
18	-					
19	15.8					
20	-					
21	11.3					
22	-					
23	-					
24	-					
25	7.4					
26	2.2					
27	-					
28	-					
29	-					
30	4.5					
31	1.3					
TOTAL	84.8					
MEDIA						

DIAS CON PRECIPITACION MAYOR O IGUAL A :

0.1 mm 14 1.0 mm 13 5.0 mm 5
10.0 mm 3 20.0 mm 0 25.0 mm 0
50.0 mm 0 MAXIMA EN 24 HORAS 15.8

INTERPRETACION DE LA NUBOSIDAD :

Cielo Despejado (< 3/8)
Cielo Parcial/ Cubierto (3/8 A 6/8)
Cielo Cubierto (> 6/8)
Imposible determinar (9)

' DATO INCOMPLETO
+ DATO ACUMULADO
P DATO DE PLUVIOGRAFO
- AUSENCIA DE LLUVIA
: PLUVIOMETRO DISTRIBUIDO
= AUSENCIA-INCOMPLETO

H I M A T - INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS

DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION, NUBOSIDAD
EVAPORACION, RECORRIDO Y FENOMENOS ATMOSFERICOS

SISTEMA DE INFORMACION
HIDROMETEOROLOGICA
-METEORO 2- JUN 1994

PROCESO Jul 27- 8

ESTACION 1601011 MANZANARES

LATITUD 0737
LONGITUD 7236
ELEVACION 1350

DEPARTAMENTO N. SANTANDER
MUNICIPIO CHINACOTA

TIPO EST PM
ENTIDAD 01 HIMAT
REGIONAL 11 BUCARAMANGA

SUBZONA HIDR. PAMPLONITA
ZONA HIDROGR. R. CATATUMBO
AREA HIDROGR. CARIBE

D	PRECIPITACION	NUBOSIDAD	EVAPORACION	TEMPERATURA	RECORRIDO	FENOMENOS ATMOSFERICOS
A	(mm)	(Octas)	(mm)	(oC)	(Kms)	
1	2.8					
2	1.4					
3	-					
4	-					
5	8.6					
6	14.2					
7	.9					
8	1.9					
9	-					
10	-					
11	-					
12	4.5					
13	1.1					
14	-					
15	-					
16	-					
17	-					
18	4.8					
19	3.6					
20	1.6					
21	-					
22	-					
23	-					
24	3.4					
25	-					
26	-					
27	-					
28	-					
29	2.1					
30	5.5					
TOTAL	56.4					
MEDIA						

DIAS CON PRECIPITACION MAYOR O IGUAL A :

0.1 mm	14	1.0 mm	13	5.0 mm	3
10.0 mm	1	20.0 mm	0	25.0 mm	0
50.0 mm	0	MAXIMA EN 24 HORAS		14.2	

INTERPRETACION DE LA NUBOSIDAD :

Cielo Despejado (< 3/8)
Cielo Parcial/ Cubierto (3/8 A 6/8)
Cielo Cubierto (> 6/8)
Imposible determinar (9)

* DATO INCOMPLETO

+ DATO ACUMULADO

P DATO DE PLUVIOGRAFO

- AUSENCIA DE LLUVIA

: PLUVIOMETRO DISTRIBUIDO

= AUSENCIA-INCOMPLETO

H I M A T - INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS

DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION, NUBOSIDAD
EVAPORACION, RECORRIDO Y FENOMENOS ATMOSFERICOS

SISTEMA DE INFORMACION
HIDROMETEOROLOGICA
-METEORO 2- JUL 1994

PROCESO Jul 27- 4

ESTACION 1601011 MANZANARES

LATITUD 0737 DEPARTAMENTO N. SANTANDER TIPO EST PM
LONGITUD 7236 ENTIDAD 01 HIMAT SUBZONA HIDR. PAMPLONITA
ELEVACION 1350 MUNICIPIO CHINACOTA REGIONAL 11 BUCARAMANGA ZONA HIDROGR. R. CATATUMBO
AREA HIDROGR. CARIBE

D	PRECIPITACION	NUBOSIDAD	EVAPORACION	TEMPERATURA	RECORRIDO	FENOMENOS ATMOSFERICOS
A	(mm)	(Octas)	(mm)	(oC)	(Kms)	
1	4.3					
2	-					
3	19.0					
4	-					
5	6.1					
6	1.9					
7	2.3					
8	8.3					
9	2.4					
10	-					
11	-					
12	-					
13	-					
14	2.9					
15	-					
16	-					
17	2.2					
18	-					
19	-					
20	3.4					
21	4.3					
22	.7					
23	-					
24	-					
25	1.7					
26	-					
27	-					
28	-					
29	4.4					
30	.2					
31	-					
TOTAL	64.1					
MEDIA						

DIAS CON PRECIPITACION MAYOR O IGUAL A :

0.1 mm	15	1.0 mm	13	5.0 mm	3
10.0 mm	1	20.0 mm	0	25.0 mm	0
50.0 mm	0	MAXIMA EN 24 HORAS		19.0	

INTERPRETACION DE LA NUBOSIDAD :

Cielo Despejado (< 3/8)
Cielo Parcial/ Cubierto (3/8 A 6/8)
Cielo Cubierto (> 6/8)
Imposible determinar (9)

' DATO INCOMPLETO
+ DATO ACUMULADO
P DATO DE PLUVIOGRAFO
- AUSENCIA DE LLUVIA
: PLUVIOMETRO DISTRIBUIDO
= AUSENCIA-INCOMPLETO

H I M A T - INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS

DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION, NUBOSIDAD
EVAPORACION, RECORRIDO Y FENOMENOS ATMOSFERICOS

SISTEMA DE INFORMACION
HIDROMETEOROLOGICA
-METEORO 2- JUL 1994

PROCESO Jul 27- 4

ESTACION 1601011 MANZANARES

LATITUD 0737 DEPARTAMENTO N. SANTANDER TIPO EST PM
LONGITUD 7236 ENTIDAD 01 HIMAT SUBZONA HIDR. PAMPLONITA
ELEVACION 1350 MUNICIPIO CHINACOTA REGIONAL 11 BUCARAMANGA ZONA HIDROGR. R. CATATUMBO
AREA HIDROGR. CARIBE

D	PRECIPITACION	NUBOSIDAD	EVAPORACION	TEMPERATURA	RECORRIDO	FENOMENOS ATMOSFERICOS
A	(mm)	(Octas)	(mm)	(oC)	(Kms)	
1	4.3					
2	-					
3	19.0					
4	-					
5	6.1					
6	1.9					
7	2.3					
8	8.3					
9	2.4					
10	-					
11	-					
12	-					
13	-					
14	2.9					
15	-					
16	-					
17	2.2					
18	-					
19	-					
20	3.4					
21	4.3					
22	.7					
23	-					
24	-					
25	1.7					
26	-					
27	-					
28	-					
29	4.4					
30	.2					
31	-					
TOTAL	64.1					
MEDIA						

DIAS CON PRECIPITACION MAYOR O IGUAL A :

0.1 mm	15	1.0 mm	13	5.0 mm	3
10.0 mm	1	20.0 mm	0	25.0 mm	0
50.0 mm	0	MAXIMA EN 24 HORAS		19.0	

INTERPRETACION DE LA NUBOSIDAD :

Cielo Despejado (< 3/8)
Cielo Parcial/ Cubierto (3/8 A 6/8)
Cielo Cubierto (> 6/8)
Imposible determinar (9)

' DATO INCOMPLETO
+ DATO ACUMULADO
P DATO DE PLUVIOGRAFO
- AUSENCIA DE LLUVIA
: PLUVIOMETRO DISTRIBUIDO
= AUSENCIA-INCOMPLETO

H I M A T - INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS

DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION, NUBOSIDAD
EVAPORACION, RECORRIDO Y FENOMENOS ATMOSFERICOS

SISTEMA DE INFORMACION
HIDROMETEOROLOGICA
-METEORO 2- ABO 1994

PROCESO Jul 27- 1

ESTACION 1601011 MANZANARES

LATITUD 0737 DEPARTAMENTO N. SANTANDER TIPO EST PM SUBZONA HIDR. PAMPLONITA
LONGITUD 7236 ENTIDAD 01 HIMAT ZONA HIDROGR. R. CATATUMBO
ELEVACION 1350 MUNICIPIO CHINACOTA REGIONAL 11 BUCARAMANGA AREA HIDROGR. CARIBE

D	PRECIPITACION	NUBOSIDAD	EVAPORACION	TEMPERATURA	RECORRIDO	FENOMENOS ATMOSFERICOS
	(mm)	(Octas)	(mm)	MAXIMA-MINIMA (oC)	07-07 (Kms)	
1	-					
2	-					
3	-					
4	-					
5	-					
6	-					
7	.5					
8	2.6					
9	.4					
10	2.9					
11	2.2					
12	.8					
13	-					
14	13.9					
15	1.3					
16	-					
17	2.9					
18	1.6					
19	1.7					
20	-					
21	15.8					
22	2.3					
23	17.6					
24	10.8					
25	-					
26	-					
27	-					
28	-					
29	2.1					
30	.9					
31	1.3					
TOTAL	81.6					
MEDIA						

DIAS CON PRECIPITACION MAYOR O IGUAL A :

0.1 mm	18	1.0 mm	14	5.0 mm	4
10.0 mm	4	20.0 mm	0	25.0 mm	0
50.0 mm	0	MAXIMA EN 24 HORAS		17.6	

INTERPRETACION DE LA NUBOSIDAD :

Cielo Despejado (< 3/8)
Cielo Parcial/ Cubierto (3/8 A 6/8)
Cielo Cubierto (> 6/8)
Imposible determinar (9)

* DATO INCOMPLETO
+ DATO ACUMULADO
P DATO DE PLUVIOGRAFO
- AUSENCIA DE LLUVIA
: PLUVIOMETRO DISTRIBUIDO
= AUSENCIA-INCOMPLETO

H I M A T - INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS

DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION, NUBOSIDAD
EVAPORACION, RECORRIDO Y FENOMENOS ATMOSFERICOS

SISTEMA DE INFORMACION
HIDROMETEOROLOGICA
-METEORO 2- SEP 1974

PROCESO Jul 27- #

ESTACION 1601011 MANZANARES

LATITUD 0737 DEPARTAMENTO N. SANTANDER TIPO EST PM SUBZONA HIDR. PAMPLONITA
LONGITUD 7236 ENTIDAD 01 HIMAT ZONA HIDROGR. R. CATATUMBO
ELEVACION 1350 MUNICIPIO CHINACOTA REGIONAL 11 BUCARAMANGA AREA HIDROGR. CARIBE

D	PRECIPITACION	NUBOSIDAD	EVAPORACION	TEMPERATURA	RECORRIDO	FENOMENOS ATMOSFERICOS
I	07-07	07 13 19	07-07	MAXIMA-MINIMA	07-07	
A	(mms)	(Octas)	(mms)	(oC)	(Kms)	
1	.6					
2	10.5					
3	-					
4	-					
5	-					
6	-					
7	-					
8	-					
9	-					
10	1.3					
11	16.5					
12	-					
13	-					
14	-					
15	1.9					
16	3.8					
17	-					
18	-					
19	-					
20	7.0					
21	10.8					
22	19.9					
23	1.8					
24	70.6					
25	.4					
26	4.5					
27	6.4					
28	-					
29	3.2					
30	3.4					
TOTAL	162.6					
MEDIA						

DIAS CON PRECIPITACION MAYOR O IGUAL A :

0.1 mm 16 1.0 mm 14 5.0 mm 7
10.0 mm 5 20.0 mm 1 25.0 mm 1
50.0 mm 1 MAXIMA EN 24 HORAS 70.6

INTERPRETACION DE LA NUBOSIDAD :

Cielo Despejado (< 3/8)
Cielo Parcial/ Cubierto (3/8 A 6/8)
Cielo Cubierto (> 6/8)
Imposible determinar (9)

* DATO INCOMPLETO

+ DATO ACUMULADO

P DATO DE PLUVIOGRAFO

- AUSENCIA DE LLUVIA

: PLUVIOMETRO DISTRIBUIDO

= AUSENCIA-INCOMPLETO

H I M A T - INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS

DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION, NUBOSIDAD
EVAPORACION, RECORRIDO Y FENOMENOS ATMOSFERICOS

SISTEMA DE INFORMACION
HIDROMETEOROLOGICA
-METEORO 2- OCT 1994

PROCESO Jul 27- x

ESTACION 1601011 MANZANARES

LATITUD 0737 DEPARTAMENTO N. SANTANDER TIPO EST PM SUBZONA HIDR. PAMPLONITA
LONGITUD 7236 ENTIDAD 01 HIMAT ZONA HIDROGR. R. CATATUMBO
ELEVACION 1350 MUNICIPIO CHINACOTA REGIONAL 11 BUCARAMANGA AREA HIDROGR. CARIBE

D	PRECIPITACION	NUBOSIDAD	EVAPORACION	TEMPERATURA	RECORRIDO	FENOMENOS ATMOSFERICOS
A	(mms)	(Octas)	(mms)	(oC)	(Kms)	
1	1.1					
2	-					
3	-					
4	.9					
5	-					
6	38.7					
7	1.1					
8	64.5					
9	6.4					
10	40.8					
11	-					
12	12.9					
13	10.8					
14	4.6					
15	-					
16	-					
17	20.3					
18	8.0					
19	45.2					
20	12.6					
21	3.8					
22	49.1					
23	-					
24	11.2					
25	1.4					
26	1.3					
27	-					
28	4.1					
29	-					
30	-					
31	35.2					
TOTAL	374.0					
MEDIA						

DIAS CON PRECIPITACION MAYOR O IGUAL A :

0.1 mm	21	1.0 mm	20	5.0 mm	13
10.0 mm	11	20.0 mm	7	25.0 mm	6
50.0 mm	1	MAXIMA EN 24 HORAS			64.5

INTERPRETACION DE LA NUBOSIDAD :

Cielo Despejado (< 3/8)
Cielo Parcial/ Cubierto (3/8 A 6/8)
Cielo Cubierto (> 6/8)
Imposible determinar (9)

' DATO INCOMPLETO
+ DATO ACUMULADO
P DATO DE PLUVIOGRAFO
- AUSENCIA DE LLUVIA
: PLUVIOMETRO DISTRIBUIDO
= AUSENCIA-INCOMPLETO

H I M A T - INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS

DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION, NUBOSIDAD
EVAPORACION, RECORRIDO Y FENOMENOS ATMOSFERICOS

SISTEMA DE INFORMACION
HIDROMETEOROLOGICA
-METEORO 2- NOV 1994

PROCESO Jul 27- * ESTACION 1601011 MANZANARES

LATITUD 0737 DEPARTAMENTO N. SANTANDER TIPO EST PH SUBZONA HIDR. PAMPLONITA
LONGITUD 7236 ENTIDAD 01 HIMAT ZONA HIDROGR. R. CATATUMBO
ELEVACION 1350 MUNICIPIO CHINACOTA REGIONAL 11 BUCARAMANGA AREA HIDROGR. CARIBE

D	PRECIPITACION	NUBOSIDAD	EVAPORACION	TEMPERATURA	RECORRIDO	FENOMENOS ATMOSFERICOS
I	07-07	07 13 19	07-07	MAXIMA-MINIMA	07-07	
A	(mes)	(Octas)	(mm)	(oC)	(Kms)	
1	5.6					
2	.4					
3	3.4					
4	10.5					
5	-					
6	53.2					
7	.6					
8	-					
9	9.5					
10	-					
11	-					
12	-					
13	-					
14	-					
15	-					
16	-					
17	-					
18	-					
19	-					
20	2.1					
21	5.1					
22	3.9					
23	14.8					
24	48.4					
25	2.2					
26	-					
27	-					
28	-					
29	3.8					
30	24.3					
TOTAL	187.8					
MEDIA						

DIAS CON PRECIPITACION MAYOR O IGUAL A :

0.1 mm	15	1.0 mm	13	5.0 mm	8
10.0 mm	5	20.0 mm	3	25.0 mm	2
50.0 mm	1	MAXIMA EN 24 HORAS		53.2	

INTERPRETACION DE LA NUBOSIDAD :

Cielo Despejado (< 3/8)
Cielo Parcial/ Cubierto (3/8 A 6/8)
Cielo Cubierto (> 6/8)
Imposible determinar (9)

^ DATO INCOMPLETO
+ DATO ACUMULADO
P DATO DE PLUVIOGRAFO
- AUSENCIA DE LLUVIA
: PLUVIOMETRO DISTRIBUIDO
= AUSENCIA-INCOMPLETO

H I M A T - INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS

DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION, NUBOSIDAD
EVAPORACION, RECORRIDO Y FENOMENOS ATMOSFERICOS

SISTEMA DE INFORMACION
HIDROMETEOROLOGICA
-METEORO 2- DIC 1994

PROCESO Jul 27- 8

ESTACION 1601011 MANZANARES

LATITUD 0737 DEPARTAMENTO N. SANTANDER TIPO EST PM SUBIONA HIDR. PAMPLONITA
LONGITUD 7236 ENTIDAD 01 HIMAT ZONA HIDROGR. R. CATATUMBO
ELEVACION 1350 MUNICIPIO CHINACOTA REGIONAL 11 BUCARAMANGA AREA HIDROGR. CARIBE

D	PRECIPITACION	NUBOSIDAD	EVAPORACION	TEMPERATURA	RECORRIDO	FENOMENOS ATMOSFERICOS
I	07-07	07 13 19	07-07	MAXIMA-MINIMA	07-07	
A	(mm)	(Octas)	(mm)	(oC)	(Kms)	
1	5.6					
2	-					
3	-					
4	26.3					
5	-					
6	-					
7	-					
8	4.6					
9	-					
10	-					
11	-					
12	-					
13	-					
14	-					
15	-					
16	-					
17	-					
18	-					
19	31.1					
20	-					
21	-					
22	-					
23	7.1					
24	-					
25	2.2					
26	2.8					
27	30.7					
28	-					
29	-					
30	-					
31	-					
TOTAL	110.4					
MEDIA						

DIAS CON PRECIPITACION MAYOR O IGUAL A :

0.1 mm	8	1.0 mm	8	5.0 mm	5
10.0 mm	3	20.0 mm	3	25.0 mm	3
50.0 mm	0	MAXIMA EN 24 HORAS		31.1	

INTERPRETACION DE LA NUBOSIDAD :

Cielo Despejado (< 3/8)
Cielo Parcial/ Cubierto (3/8 A 6/8)
Cielo Cubierto (> 6/8)
Imposible determinar (9)

* DATO INCOMPLETO

+ DATO ACUMULADO
P DATO DE PLUVIOGRAFO
- AUSENCIA DE LLUVIA
; PLUVIOMETRO DISTRIBUIDO
= AUSENCIA-INCOMPLETO

Anexo C. Zonas de vida de los trópicos según Holdridge

Holdridge (1947) publicó un diagrama de clasificación de zonas de vida mundiales que con consiguientes modificaciones (1967, 1978) se ha aplicado en muchos países del neotrópico. Las zonas se definen mediante límites progresivos del promedio de precipitación anual y del promedio de la biotemperatura, esta última se deriva para un año promedio sumando todas las temperaturas por hora entre 0 y 30°C (límites supuestos para el crecimiento de las plantas) y dividiendo por la cantidad de horas en un año. Todas las zonas tropicales de Holdridge tienen una biotemperatura que excede los 24°C; el promedio de zonas subtropicales es de 18 a 24°C y generalmente están libres de heladas a baja elevación (basales). Estas zonas corresponden aproximadamente a los trópicos ecuatoriales y externos definidos en otra parte, los trópicos basales se hallan en elevaciones que comprenden la biotemperatura de aproximadamente 24 a 18°C (entre 500 y 1000 m). Una franja de altitudes montañas se encuentra a los 18°C y 1500 m más arriba entre los 18°C y 12°C (de 1500 a 2500 m) se halla la zona baja montana. Una de las ventajas principales de este sistema es que está basado en parámetros climáticos que tenemos al alcance la precipitación anual y la biotemperatura (registro de temperatura por hora). La clasificación del Holdridge (1978) de los climas mundiales en zonas de vida otorga a cada uno el nombre de una formación vegetativa (ambientes climáticos similares), el sistema supone que el promedio de dos fenómenos anuales (la precipitación y la biotemperatura) definen las formaciones vegetativas, relegando con orden bajo los efectos estacionales y edáficos considerando que estos son los responsables de las asociaciones, la fórmula de cálculo según Holdridge 1978:

$$T \text{ biotemperatura} = T \text{ media } (^\circ\text{C}) - ((0,3)(^\circ\text{Latitud}) (t \text{ media } ^\circ\text{C} - 24)) * 100$$

ZONAS DE VIDA DE LOS TRÓPICOS

Precipitación media anual (cm)	BIOTEMPERATURA PROMEDIO (°C)				
	>24°C Tropical	18 - 24°C premontano y subtropical	12 -18 °C Montano bajo	6 -12 °C Montano	3 - 6°C Subalpino
>800	Bosque pluvial				
400 - 800	Bosque muy húmedo	Bosque pluvial	Bosque pluvial		
200 - 400	Bosque Húmedo	Bosque muy húmedo	Bosque muy húmedo	Bosque pluvial	
100 - 200	Bosque Seco	Bosque Húmedo	Bosque Húmedo	Bosque muy húmedo	Bosque pluvial
50 -100	Bosque Muy seco	Bosque Seco	Bosque Seco	Bosque Húmedo	Bosque muy húmedo
25 - 50	Monte espinoso	Estepa espinosa		Estepa	Bosque Húmedo
12.5 - 25	Matorral desértico	Matorral desértico		Matorral desértico	
Evapotranspiración potencial año (cm)	> 141	106 - 140	71 - 105	36 - 70	18 - 35
Rango elevación (10m)					
Tropical a nivel del mar	0 -1	0 - 2	1 - 3	2 -4	3 - 4.5
Sub-Tropical a nivel del mar		0 - 1	0 - 2	1 - 3	