

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
U.N.A

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE  
F.A.R.E.N.A

ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS  
E. S. A

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO Y  
CARACTERIZACION DE LOS RECURSOS  
HIDRICOS, EDAFICOS Y FORESTALES DEL  
MUNICIPIO DE PUEBLO NUEVO,  
DEPARTAMENTO DE ESTELI, NICARAGUA.**

**Levantamiento de reconocimiento de alta  
intensidad**

**Escala 1:50000**

**Autor: Br. Danilo Ramón Rivera V.**

**Asesores: Ing. M.Sc. Carlos Zelaya Martínez  
Ing. Efraín Acuña Espinal**

**Managua, Febrero 1996.**

## DEDICATORIA

A mis Seres más  
queridos, por su  
esfuerzo y educación  
que me brindaron

Francisco Rivera Alfaro  
Juana Fca. Vanegas

A mi Compañera, por  
su desinteresada  
colaboración y  
comprensión

Idalia Haydee Morales M.

A mis hermanos  
queridos

Maritza, Rosario, Antonio,  
Oscar, Auxiliadora, Mayron  
José y Franciso.

A mi Familia en  
general.

A todos mis compañeros de lucha caídos en la defensa de la patria  
en el cumplimiento de su deber y al pueblo heroico de Sandino.

## AGRADECIMIENTO

Al Ing. M.sc., Carlos Zelaya, Asesor Principal en la Elaboración de esta Investigación, Profesor y Amigo, por su valioso aporte como asesor y crítico forjador de profesionales.

Al Ing., Efraín Acuña, Asesor del Estudio, Profesor y amigo, por sus aportes y colaboración incondicional a la realización de esta investigación

Al Ing., Ignacio Rodríguez, Consultor en el Estudio y Amigo, por sus contribuciones que me brindó en la realización de esta investigación.

Al Ing. Martha Orósco Izaguirre, por su labor como Profesor Ayudante y asesor, gran amiga, por su sincera colaboración y apoyo desinteresado que me brindó.

Al Arq. Roberto Amoretti, Compañero de Trabajo y gran amigo, por sus aportes y sugerencias en la elaboración de este estudio.

Al Ph.D. Rosa María Poch i Claret, por su asesoría y colaboración y sus consejos en la sección de Hidrología de este Estudio.

Al Sr. Augusto Pérez Huete, Alcalde de Pueblo Nuevo, por su valiosa colaboración y apoyo en la realización de este Estudio.

Al Personal del Equipo Técnico de la Alcaldía de Pueblo Nuevo por su valioso apoyo.

Al Téc. Ronmel Irias, Amigo y Compañero de trabajo, por su desinteresada colaboración en el levantamiento de Campo y elaboración de Mapas.

Al Téc. Abdel García, Amigo y Compañero de Trabajo, por su apoyo en la elaboración de la Cartografía.

A mis Amigos Cooperantes Italianos: Lena, Franco y Tina, los que a través del Proyecto UNICARAGUA, me apoyaron en la realización de esta Investigación.

Al Proyecto UNICARAGUA y en especial a las Compañeras representantes: Leana Nuñez y Leana Bello, por su apoyo y gestión realizada.

A mi amiga Cornelia Palacios Responsable del Centro de Reproducción de la E.S.A, por su amistad y gran apoyo en la realización de este Estudio.

A mis Compañeros de estudios por su sincera amistad y colaboración en el estudio.

Especial agradecimiento a mis Compañeros tesistas, Gherda Barreto y Angelica Baéz por sus amistades y colaboración en esta investigación.

## RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el municipio de Pueblo Nuevo del departamento de Estelí, Nicaragua. Este comprende una caracterización de los recursos hídricos, edáficos y forestales, con esto se genera información básica necesaria para la planificación del desarrollo sostenible y ordenamiento territorial del municipio. Uno de los objetivos de este estudio es dar a conocer la capacidad de uso del suelo, o sea su verdadera vocación; así como también dar a conocer alternativas de producción que contribuyan a revertir el deterioro en que se encuentran los recursos suelos, aguas y bosques del municipio, debido a esta problemática se presenta una propuesta de uso y manejo del suelo con sistemas agroforestales (SAF), silvopastoriles (GF) y de protección de la vida silvestre (PVS).

Para la elaboración del estudio se realizó un trabajo de foteointerpretación con fotografías aéreas (21) a escala 1:25000 para la elaboración de mapas y comprobación en el campo que comprendió un levantamiento de suelos y su interpretación utilizando el sistema de Capacidad de Uso (USDA 1965). Los recursos forestales fueron estimados por foteointerpretación y comprobación de campo del Uso Actual. Para la caracterización de los recursos hídricos se aplicaron métodos para los cálculos de escorrentías, como el número de curvas e hidrogramas unitarios.

De acuerdo a los resultados los suelos encontrados son Alfisoles con un 42%, Mollisoles 20.9%, Entisoles 20.7% y Vertisoles con 16.4%. Las pendientes predominantes son Muy escarpadas (Mayores de 45%) que ocupan un 46.1% del área, Moderadamente inclinadas escarpadas (30-45%) con 10.8 %. Los suelos varían por su capacidad de uso desde la clase II hasta la clase VIII, predominando la clase VIII (PVS) los que ocupan el 40.5 % del área total del Municipio. Los suelos más fértiles ocupan un 13.6 % del área total, ubicados en clase II y III. El 65.96 % del área total de los suelos están siendo sobreutilizados. Los bosques han sido sobre explotados y convertidos en pastizales, con un remanente de bosque denso de 3.1 % del área total, su uso más apropiado es para la protección de la parte alta de la cuenca. Los tipos de bosque varían desde bosques espinosos arbustivos de zonas secas caducifolia, bosques de mediana altura subperennifolia de zonas semisecas, hasta bosques perennifolia de zonas húmedas. Los usos propuestos para el Municipio de Pueblo Nuevo corresponden a Cultivos Asociados, Sistemas Agroforestales, Sistemas Agrosilvopastoriles y Protección de la vida Silvestre. El comportamiento de la cuenca a los eventos lluviosos; es de un drenaje rápido en que se pierde por escorrentía la mayor parte de las precipitaciones, causando un proceso de erosión fuerte de los suelos, y dificultando su aprovechamiento en las zonas más bajas que sufren déficit de humedad. Mediante la simulación de usos de la tierra (Uso Actual vs Uso Propuesto), se determinó que en un año de precipitación media, se puede reducir en un 50 % las escorrentías anuales, y en un año húmedo hasta en un 75 %.

## Summary

The present study has been carried out in the municipality of Pueblo Nuevo, department of Estelí in Nicaragua, and this consists of a characterization of the water, soil and forest resources. The study will generate the necessary basic information for the sustainable development planning and territorial arrangement of the municipality. One of the objectives of this study is to present the land use capability, which means its real vocation; as well as to present production alternatives that will contribute to the recovery from the damage caused up till now, to the soil, water and forest resources in the municipality. Due to the existence of this problem, a proposal is presented on the use and soil management with agro-forest systems (AF), silvi-pastoralism (SP) and protection of wild life (PWL).

For the elaboration of the study, a process of photo-interpretation was carried out, utilizing 55 air photographs on a scale of 1:25000, for the elaboration of maps and field verification, which involved a soil survey, and its interpretation utilizing the Land Capability System (USDA 1965). The forest resources were estimated by photointerpretation and field verification of the Actual Land Use. For the characterization of the water resources various methods were applied, such as the rating curve method, unit hydrographs for the calculation of runoffs, as well as water balances.

According to the results the soils that were found are Alfisols with 42%, Mollisols 20.9%, Entisols 20.7% and Vertisols with 16.4% of the total area. The predominant slopes are strongly steep (over 45%) which represent 46.1% of the area. Very steep slopes (30 - 45%) with 10.8%. The soils vary in accordance with their land capability between class II and VIII, predominating class VIII (WLP) which represent 40.5% of the total area of the Municipality. The fertile soils represent 13.6% of the total area, located in class II and III. The 65.96% of the total area of the soils are being over-utilized. The forests have been over-exploited and converted into pastures, with a remaining dense forest of only 3.1% of the total area, its most appropriate use is to protect the upper part of the watershed. The kinds of forests vary between.

The proposed uses for the Municipality of Pueblo Nuevo correspond to Associated Crops, Agro-Forest Systems, Silvi-Pastoralism Systems and Protection of the Wild Life. The behavior of the watershed before the rain events is: of a fast drainage were the majority of the precipitation is lost by the run-offs, causing a strong erosion process of the soils, and making more difficult their utilization in the lowest zones which are suffering humidity deficit. Through simulations of the land use (Actual Use vs. Proposed use), it is determined that in a year of an average precipitation, the annual run-offs may be reduced in 50%, and in a rain year even up to 75%.

## INDICE DE CONTENIDO

Capítulo	Página.
I.- INTRODUCCION. -----	1
1.1.- Objetivos .-----	4
1.1.1.- Objetivos Generales.-----	4
1.1.2.- Objetivos específicos.-----	4
II.- REVISION DE LITERATURA -----	5
2.1.- Importancia de los Recursos Naturales-----	5
2.2.- Planificación del Uso de la Tierra.-----	6
2.3.- Estudio Por Componente -----	10
2.3.1.- Suelos y Capacidad de Uso.-----	10
2.3.2.- Uso Actual -----	17
2.3.3.- Recursos Hídricos Superficiales.-----	21
2.3.3.1.- Hidrograma Unitario-----	25
III.- MATERIALES Y METODOS-----	26
3.1.- Localización.-----	26
3.2.- Aspectos Socioeconómicos y Productivos-----	26
3.3.- Proceso Metodológico.-----	28
3.4.- Materiales -----	36
3.4.1.- Fase de Pre Campo-----	36
3.4.2.- Fase de Campo-----	36
3.4.3.- Fase da Pos Campo-----	37
3.5.- Metodología-----	37
3.5.1.- Actividades por Etapas-----	38

<b>IV.- RESULTADOS Y DISCUSION-----</b>	<b>39</b>
4.1.- Fisiografía-----	39
4.2.- Pendiente-----	43
4.3.- Recursos Edáficos-----	45
4.3.1.- Factores de Formación-----	45
4.3.2.- Procesos de Formación de los Suelos-----	51
4.3.3.- Clasificación Taxonómica de los Suelos -----	55
4.4.- Recursos Forestales-----	68
4.5.- Hidrología-----	74
4.5.1.- Información sobre los Factores climáticos-----	74
4.5.2.- Red de Drenaje-----	77
4.5.3.- Parametros Estudiados-----	79
4.6.- Clasificación de la tierra por Capacidad de Uso-----	85
4.6.1.- Clases de Capacidad de Uso en el Municipio de Pueblo Nuevo -----	85
4.7.- Confrontación de Usos o Conflictos de Uso de la Tierra-----	93
4.8.- Uso Propuesto Para la tierra del Municipio de Pueblo Nuevo-----	96
4.8.1.- Descripción de los Sistemas de Uso Propuesto----	98
4.8.1.1.- Sistemas Agroforestales (SAF)-----	99
4.8.2.- Especies de Plantas Adaptables-----	102
4.9.- Degradación de los Recursos Naturales-----	107
<b>V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES-----</b>	<b>110</b>
5.1.- Conclusiones-----	110
5.1.1.- Recursos Hídricos-----	110
5.1.2.- Recursos Edáficos-----	110
5.1.3.- Uso Actual-----	111



5.1.4.- Uso Propuesto-----	111
5.1.5.- Aspectos Metodológicos-----	111
5.2.- Recomendaciones-----	112
VI.- REFERENCIAS-----	114
VII.- ANEXOS -----	118

## INDICE DE CUADROS

Página.

Cuadro 3.1	Uso propuesto según la capacidad de uso. -----	32
Cuadro 4.1	Sistemas Terretres que Componen el Municipio de Pueblo Nuevo.-----	41
Cudro 4.2	Pendientes que Componen el Municipio de Pueblo Nuevo-----	45
Cuadro 4.3	Características Principales de los Suelos Encontrados en Pueblo Nuevo-----	65
Cuadro 4.4	Areas y Porcentaje de los Suelos Encontrados en Pueblo Nevo-----	66
Cuadro 4.5	Uso Actual de la Tierra en Pueblo Nuevo-----	68
Cuadro 4.6	Datos Climáticos-----	77
Cuadro 4.7	Clases de Capacidad de Uso de los Suelos del Municipio de Pueblo nuevo-----	91
Cuadro 4.8	Tipos de Utilización de la Tierra con sus Areas y Porcentajes-----	94
Cuadro 4.9	Propuesta de Sistemas Agroforestales Area y Porcentaje-----	100

## INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 3.1 Ubicación Geográfica del Municipio de Pueblo Nuevo-----	26
Figura 3.2 Diagrama Ilustrativo de la Metodología-----	15
Figura 6.1 Hidrograma Unitario Cuenca del Río Pueblo Nuevo-----	41
Figura 4.9 Simulación de Usos para la Cuenca de Pueblo Nuevo -----	109

## INDICE DE MAPAS

	Página
Mapa de Ubicación de Pueblo Nuevo-----	27
Mapa de Fisiografía de Pueblo Nuevo-----	42
Mapa de Pendiente de Pueblo Nuevo-----	44
Mapa de Suelos de Pueblo Nuevo-----	67
Mapa de Isoyetas de Pueblo Nuevo-----	76
Mapa de Red de Drenaje de Pueblo Nuevo-----	78
Mapa de Capacidad de Uso de Pueblo Nuevo-----	92
Mapa de Confrontación de Uso de Pueblo Nuevo-----	95
Mapa de Uso Propuesto de Pueblo Nuevo-----	101
Mapa de Zonas de Vida de Pueblo Nuevo-----	106

## I.- INTRODUCCION

Hoy se tiene claro que el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales en las regiones tropicales, demanda de conocimientos técnicos científicos y herramientas metodológicas específicas, en torno a las condiciones naturales y a las realidades socioeconómicas de la misma.

Se conoce universalmente que una de las principales causas de degradación del suelo y pérdida de agua resulta de los desajustes entre el uso actual y la aptitud de los suelos. Ello desencadena una serie de trastornos al entorno físico natural, afectando a la productividad misma del ecosistema. CIERA, (1980).

A nivel Municipal no existe una planificación adecuada del uso de los recursos naturales, ni información del uso más apropiado de la tierra; de tal manera que las instituciones encargadas de proyectos de desarrollo (Alcaldías, Organismos No Gubernamentales e Instituciones Gubernamentales) actualmente no pueden elaborar planes y proyectos de desarrollo sostenible local a nivel municipal, porque no disponen de información confiable y actualizada para estos fines.

La correcta planificación del uso de los recursos naturales, permitiría formular proyectos de inversión para el desarrollo territorial; mejorar las condiciones socio-económicas de los habitantes así como también, conservar estos recursos para las futuras generaciones y no heredarles un desierto o un ambiente completamente deteriorado.

El Municipio de Pueblo Nuevo pertenece al Departamento de Estelí, en la región I Las Segovias; forma parte del Proyecto Redes para el

Desarrollo Local ejecutado en los Municipios de El Sauce, Pueblo Nuevo, Condega y Ocotal con el auspicio de IBIS Dinamarca y la coordinación del Centro Humboldt.

La falta de planificación del uso de la tierra en el municipio de Pueblo Nuevo ha conducido al uso inadecuado de la misma, por desconocimiento de metodologías apropiadas. Como consecuencia se ha obtenido el deterioro y degradación de los recursos naturales con impacto negativo en los sistemas productivos. Moncada, (1991)

En este sentido la planificación del uso de los recursos naturales necesita de investigaciones científicas que conlleven al mejor aprovechamiento y manejo sostenible de estos recursos, por lo tanto, la realización de este estudio se enmarca dentro de las políticas que actualmente impulsan instituciones gubernamentales y organismos no gubernamentales, con el fin de poder diseñar estrategias de desarrollo sostenible a corto, mediano y largo plazo

El propósito de esta investigación es caracterizar el potencial de los recursos Hídricos, Edáficos y Forestales, determinar el grado de deterioro, proponer alternativas de uso de la tierra que estén en equilibrio con el medio ambiente y proveer información actualizada para planificar su aprovechamiento sostenido, en función de la conservación y renovación de los mismos, sin detrimento de su productividad. Así mismo la realización de una simulación de Usos de la cuenca entre uso actual del suelo versus uso propuesto del mismo, con el objeto de predecir cuanto se puede conservar de agua en la cuenca.

La creciente demanda de la sociedad Nicaragüense, respecto a la contribución de las Universidades en buscar soluciones a sus problemas, principalmente en el manejo de los recursos naturales y teniendo como misión principal la Universidad Nacional Agraria la formación de recursos humanos calificados en el manejo de éstos; han concurrido para propiciar la realización de esta investigación.

## **1.1.- Objetivos.**

### **1.1.1.- Objetivos generales:**

Contribuir a la planificación y ordenamiento territorial municipal con información Físico-Natural actualizada a través de un reconocimiento y caracterización de los recursos hídricos, edáficos y forestales del municipio de Pueblo Nuevo, determinando sus potencialidades y restricciones, basado en el uso sostenible de los recursos naturales para el desarrollo local.

### **1.1.2.- Objetivos específicos:**

- a.- Elaborar una propuesta de uso de la tierra considerando las características agroecológicas (Clima, Suelos, Relieve, y Cultivos adaptables) .
- b.- Identificar el potencial agrícola, forestal, pecuario o de protección de la vida silvestre en la zona de estudio.
- c.- Identificar áreas para posibles proyectos de manejo y ordenamiento forestal, programas de reforestación para bosques energéticos, forrajeros, especies de aserrar y de protección y/o recuperación de tierras degradadas.
- d.- Caracterizar y estimar el potencial de los recursos hídricos superficiales así como el manejo adecuado de este recurso, para la restauración y conservación del régimen hidrológico de las cuencas hidrográficas.
- e.- Estimar la efectividad de la propuesta de ordenamiento del municipio a través de una simulación de las relaciones suelo-vegetación-clima-relieve, uso actual de la tierra versus uso propuesto.
- f.- Proporcionar información útil para identificar proyectos de investigación y desarrollo a nivel municipal que contribuya con la conservación y recuperación de los recursos naturales.
- g.- Ensayar metodología para la elaboración de usos propuestos.



## II.- REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Importancia de los Recursos Naturales.

La necesidad de proteger y conservar el ecosistema, asegurando al mismo tiempo a las poblaciones locales un nivel decoroso de vida se hace sentir especialmente en la época actual; las cantidades de alimentos que se necesitan para satisfacer la demanda de una población siempre creciente son enormes, mientras que las tierras disponibles disminuyen bajo la presión demográfica, con todas las infraestructuras que la acompañan. FAO, (1983).

Los ecosistemas pueden cambiar bruscamente cuando existe un factor de tensión o disturbio. Un tensor es cualquier factor o situación que fuerza a un sistema a movilizar sus recursos y a gastar más energía para mantener su homeostasis. Salas, (1987).

Castillo, (1988) señala que el Estado ha pasado de un rol meramente contemplativo a otro de activa injerencia con respecto al uso de los recursos naturales. Su participación no se ha restringido al control del uso, si no que ha trascendido a la explotación de ciertos recursos. Ello se ha debido a varios factores entre los que se destacan:

- 1.- La necesidad de atender la conservación como un uso eficiente de los recursos naturales.
- 2.- La necesidad de definir prioridades de uso. Este problema es político y como tal requiere ser resuelto a éste nivel en aras de asegurar la primacía de los intereses públicos.
- 3.- El uso óptimo de los recursos naturales afecta al estado como guardián de los intereses de la colectividad social, pues cuando la demanda es mayor que la disponibilidad de los recursos, el mejor uso beneficia a más personas.

Con respecto a lo planteado por FAO, (1983) y Salas, (1987), ambos actores señalan la necesidad de conservar los ecosistemas naturales, así mismo manifiestan las repercusiones sociales y ambientales que conlleva el uso irracional de ellos.

## 2.2 Planificación del uso de la tierra.

El manejo del uso de la tierra se define como la actividad estatal, cuya meta es la determinación, el establecimiento y el mantenimiento de una combinación socioeconómicamente relevante de sistemas de uso variados de la tierra en el país hasta el potencial sostenible que tiene la tierra en el lugar afectado. La mejor aplicación de sistemas relevantes de uso de la tierra se determina con cierta regularidad por medio de un proceso, más o menos cíclico de redefinición y reevaluación de los sistemas y de sus requisitos, por un lado, y de las calidades de la tierra por otro, en el ámbito físico, químico, biológico, social (político) y económico del lugar, del país y de su entorno (Richters, 1995).

La planificación del uso de la tierra debe basarse en una comprensión tanto del medio ambiente natural como de las clases de uso de la tierra previstas. Existen muchos ejemplos de daños a los recursos naturales y de iniciativas de uso de tierras, por no haberse tenido en cuenta las relaciones recíprocas entre la tierra y los usos a que se les dedica. FAO, (1976).

FAO, (1976), describe: Se puede decir que la función de la planificación del uso de la tierra es orientar las decisiones que sobre el particular se debe tomar, a fin de permitir la conservación y el uso más adecuado de los recursos ambientales, en beneficio del futuro del hombre.

Para todo proceso de planificación, necesariamente se debe establecer un espacio físico de acción. Dicho espacio debe cumplir, en la medida de lo posible, con una serie de requisitos que establecen los objetivos del mismo. Por ello, es de suma importancia para el éxito de la acción, el lograr seleccionar un espacio tal que coadyuve en el cabal cumplimiento de los objetivos y facilite el trabajo a emprender.

De manera general, el planificador tiene a su disposición varias unidades espaciales alternas de trabajo. La caracterización de cada una tiene diversos orígenes y es en estos orígenes en que se debe fundamentar su selección.

Para el manejo de recursos naturales, se tiene diferentes alternativas entre otras:

- Cuenca hidrográfica.
- Vertiente hidrográfica.
- División política administrativa.
- División regional en función de:
  - \* Topografía.
  - \* Clima.
  - \* Zona de vida.
  - \* Actividad de producción.
  - \* Cultura, etc.

Cada una tiene su clara definición y origen y por ello su grado de utilidad en función de los objetivos. Es así como antes de seleccionar una unidad, se debe establecer con claridad lo que se pretende con el concepto de recursos naturales: Se define esta acción como: "la planificación, ordenamiento, priorización y coordinación de acciones y áreas para lograr la sostenibilidad del desarrollo, reconociendo el sinnúmero de interacciones que existen entre los recursos naturales (suelo, agua, planta). Blair, (1988).

Una cuenca es un área topográficamente delimitada que resulta drenada por un sistema de corrientes de agua, o sea, la superficie total que drena hasta un cierto punto de una corriente o río. La cuenca es una unidad hidrológica que ha sido descrita y usada como unidad físico-biológica y unidad socioeconómica- política para planificar y ordenar recursos naturales.

La ordenación de la cuenca es el proceso de la formulación y de la puesta en marcha de una serie de actividades que implican la manipulación de recursos naturales, agrícolas y humanos en una cuenca para proporcionar recursos deseados y aptos para la sociedad, pero en condiciones de que los recursos suelo - agua no sean afectados en forma negativa. La ordenación de cuencas deberá tomar en cuenta los factores sociales, económicos, e institucionales que actúan dentro y fuera de la cuenca. FAO, (1983).

Según Thurow y Juo (1995), la cuenca es la unidad de planificación lógica y natural para la investigación y desarrollo socioeconómico, agrícola y del medio ambiente debido a que la cuenca opera como un sistema definido. Los patrones de drenaje de una cuenca forman la estructura de importantes flujos de energía y ciclos de elementos nutritivos que ocurren en el terreno. Sin la debida planificación a este nivel, las actividades en las unidades de planificación de menor escala, están sujetas a eventos fuera de control de los proyectos los cuales pueden alterar los patrones de flujos de energía y nutrientes. Estos patrones de flujo son básicos para determinar los costos y beneficios de la mayoría de las decisiones socioeconómicas. La cuenca como unidad de planificación toma en cuenta el costo de las obras de conservación de suelos y agua en las laderas y las integra con los beneficios que este tipo de programas trae a las zonas bajas, tal como la generación de energía

y los proyectos de irrigación, teniendo por lo tanto influencia en el alcance y evaluación en las decisiones de inversión.

Los proyectos de protección de la cuenca tienen beneficios que no son fácilmente evaluados por medios económicos, tales como los beneficios entre las generaciones (el valor del suelo a las futuras generaciones), o beneficios intangibles (el valor estético), o beneficios indirectos (mejor salud debido a protección de la calidad de agua), o beneficios a la sociedad entera (protección a una especie amenazada por la extinción).

Otro aspecto de la complejidad del análisis económico de proyectos de conservación de suelos y aguas es como evaluar el costo de no hacer nada. El nivel de deterioro no es completamente irreversible desde el punto de vista geológico, aunque los daños causados sean prácticamente irreparables por la cantidad de años que tomaría su regeneración.

CIERA, (1980) Los suelos y el ambiente forman el habitat adecuado para el crecimiento de las plantas nativas o cultivadas. El uso potencial consiste en la utilización apropiada de la tierra, dentro de cada patrón edafoclimático, que mediante sistemas adecuados de manejo pueda ser sometida a explotación continua y económicamente rentable con el mínimo deterioro ambiental de los suelos.

Los gobiernos, las instituciones nacionales e internacionales han reconocido que limitándose al desarrollo de determinados aspectos específicos puede originar que los problemas globales se resuelvan sólo en un ámbito parcial. Precisamente la conservación y manejo en el caso de la planificación del uso de la tierra como componente del desarrollo sólo será efectivo si buscamos la interacción entre el aprovechamiento racional y la sostenibilidad de la capacidad productiva de la tierra en la cual interactúan elementos como:

suelo, agua, clima, vegetación, tecnología, mano de obra, crédito, políticas y otros. CATIE, (1988).

Actualmente en Nicaragua se carece a nivel gubernamental de políticas y entidades que propicien la planificación del uso de la tierra y dirijan hacia un ordenamiento y manejo de las cuencas hidrográficas que componen el territorio nacional (33 cuencas operativas). El esquema de desarrollo actualmente utilizado está basado en poner énfasis en sectores individuales de producción, tales como: cultivos anuales, granos básicos, producción ganadera, explotación forestal, etc. Este tipo de énfasis en un sector ignora las interdependencias vitales que ocurren en un sistema integral como es la cuenca.

A nivel de organismos no gubernamentales y/o entes privados existe un lógico interés en retomar el concepto de manejo integrado de cuencas, debido a que la experiencia ha demostrado la utilidad que presenta esta aproximación a la realidad de los territorios a ser tratados, así como alcanzar los objetivos deseados: uso sostenible de los recursos naturales para un desarrollo rural integrado.

### 3.3 Estudio por Componente.

#### 3.3.1 Suelos y Capacidad de Uso.

El concepto de suelo, para el especialista en levantamiento de suelos como muchos otros conceptos, ha evolucionado y se ha enriquecido a través del tiempo.

Marbut en 1935 (citado por Cline, 1961), "a partir de los conceptos sobre génesis de suelos de la escuela Rusa, lanzó uno de los primeros conceptos de suelo: Capa superior de la corteza terrestre, usualmente inconsolidada que varía en espesor desde una lámina

superficial hasta algo más que 10 pies y que difiere del material debajo de ella, también usualmente inconsolidada en color, estructura, etc, probablemente procesos químicos, reacción y morfología". Forero, (1987).

En el momento, para los levantamiento edafológicos, el suelo se define como: Una colección de cuerpos naturales (modelo suelo) sobre la superficie terrestre, cada uno de los cuales puede haber sido modificado en algunas partes, o hechos con materiales terrestres por el hombre, que contiene materia viva y esta soportando o es capaz de soportar plantas al aire libre. (USDA, 1990).

Desde el punto de vista de planificación, los estudios de suelos deben ser inicialmente de tipo general para cumplir objetivos como la identificación preliminar de áreas con alto desarrollo potencial o con serios problemas para su desarrollo; una vez realizados, se procederá a cabo los estudios más detallados, tendientes a solucionar problemas de planificación. Con el fin de cumplir con los anteriores objetivos y llevar a cabo los estudios de suelos en una forma organizada (Elbersen, Benavides y Botero, 1986) Citados por Forero, (1987) proponen la siguiente clasificación según la escala e intensidad:

Orden	Nivel	Escala de Publicación
1	Muy Detallado	1:2,000 - 1:5,000
2	Detallado	1:10,000 - 1:25,000
3	Semidetallado	1:25,000 - 1:50,000
4	General	1:50,000 - 1:100,000
5	Exploratorio	1: 250,000 - 1:500,000
6	Esquemático	> 1:500,000

Por Levantamiento de suelos se entiende todas aquellas investigaciones necesarias para:

- Determinar las características más importantes de los suelos.
- Clasificar los suelos dentro de un sistema científico.
- Delimitar y presentar en un mapa las clases de suelo.
- Interpretar los suelos desde el punto de vista de su aptitud a los usos dominantes: Agrícolas, Pecuarios, Forestales, etc.
- Predecir el comportamiento y su productividad bajo diferentes sistemas de manejo (USDA, 1965; Benavides, 1977; Glosary of Geology, 1972) citados por Forero (1987).

Para entender y llevar a cabo un levantamiento de suelos, es necesario partir de la clasificación de suelos y naturalmente partir de un modelo, (Johnson, 1963; Cline, 1949; Cline 1961; Knox, 1965) citados por Forero, (1987), lo describen como un sistema abierto con organización jerárquico, o sea que puede ser dividido en subsistemas.

Los levantamiento de suelos generalmente son la base para la transferencia de tecnología y para la planificación nacional o regional. Bruin, (1992). Así mismo Forero, (1987) destaca que los levantamientos de suelos permiten encontrar soluciones a los problemas de tipo específico. Los estudios detallados de suelos, se realizan en áreas donde el uso de la tierra es intensivo y se desea implementar proyectos parciales de riego, planificación agropecuaria, avalúos catastrales etc, hasta la elaboración de anteproyectos de planificación.

FAO, (1976), define la tierra como un área de la superficie del planeta cuyas características abarcan aquellos atributos razonablemente estables o predeciblemente cíclicos de la biosfera,



verticalmente por encima y por debajo de esta área, incluidos los de la atmósfera, el suelo y la geología subyacente, hidrología, población vegetal y animal y los resultados de la actividad humana pasada y presente, en la medida en que estos atributos ejercen una influencia significativa sobre los usos presentes y futuros de la tierra por parte del hombre.

Se puede definir la evaluación de tierras como la actividad que describe e interpreta aspectos básicos de clima, vegetación, suelos y de otros aspectos biofísicos y socioeconómicos, con el objeto de identificar usos probables de la tierra y compararlos con el rendimiento estimado de su aplicación sostenible. Richters, (1995).

En la evaluación de tierras se tiene en consideración la economía de las empresas propuestas, las consecuencias sociales para la población de la zona y del país en cuestión y las consecuencias beneficiosas adversas al medio ambiente.

Según Forero, (1987), señala que hasta el momento el sistema más conocido de interpretación de estudios de suelos es el de clasificación por capacidad de uso del USDA (Klingebiel y Montgomery, 1961), sin embargo en América Latina, algunos países como Nicaragua han hecho sus respectivas adaptaciones de esta clasificación. Este mismo autor destaca que a partir de la consulta de expertos en evaluación de tierras rurales, Brasil y México toman algunos criterios básicos del sistema para realizar la evaluación de tierras en sus respectivos países. Este mismo esquema se toma en Colombia y en Costa Rica para la interpretación de los estudios de suelos.

Según Richters, (1995), destaca que la clasificación por capacidad de uso propuesta por Klingebiel y Montgomery, (1961) es un

agrupamiento de interpretaciones que se hacen principalmente para fines agrícolas. Por otro lado esta clasificación distingue dos grupos de suelos:

1) Los suelos arables, los cuales se agrupan de acuerdo con su potencialidad y limitaciones para obtener una producción continua de los cultivos comunes que no requieren condiciones o tratamientos particulares.

2) Los suelos no arables, los cuales no son adecuados por una producción continua y de largo tiempo, se agrupan de acuerdo con sus potencialidades y limitaciones para la producción de vegetación permanente y de acuerdo con los riesgos de destrucción o daños, si son mal manejados.

Esta clasificación por capacidad fue diseñada para lo siguiente:

1) Ayudar a los usuarios de tierra y a otros en la interpretación y uso de los mapas de suelo.

2) Permitir ciertas generalizaciones con respecto a las potencialidades del suelo, limitaciones de uso y problemas de manejo.

Tales interpretaciones suministran al usuario, en una forma más clara y sencilla, la información obtenida en un estudio de suelo. La clasificación por capacidad, es una clasificación interpretativa basada en los efectos de combinación de clima y características permanentes de los suelos, sobre los riesgos de dañar el suelo, limitaciones en uso y capacidad de producción y requerimientos de manejo del suelo.

Sin embargo, el agrupamiento por capacidad no es un agrupamiento de suelo de acuerdo al uso más provechoso que se podrá hacer del terreno; por ejemplo, muchos suelos que han sido clasificados en clases III y IV, definidos como adecuados para cultivos, pueden ser más provechosamente usados para pastos y árboles que para cultivos.

Es decir que los suelos que son adecuados para cultivos lo son también para otros usos, como pastos, bosques y vida silvestre, etc.

Para ubicar los suelos en las diferentes categorías por capacidad (unidad, clases y subclases), es necesario tener informaciones que provienen de las investigaciones, observaciones y experiencias locales. En aquellas áreas donde no se disponga de datos acerca de las respuesta de los suelos a prácticas de manejo, los suelos pueden ser agrupados de acuerdo a la interpretación que se haga de las características y cualidades, y de acuerdo a los principios generales sobre el uso y manejo desarrollado en suelos de otros lugares. USDA, (1965).

Beek, (1978) señala que los métodos de evaluación de tierras que utilizan los especialistas de suelos, más conocidos como la clasificación de tierras o la interpretación de mapas edafológicos, fallan en cuanto a la atención prestada al uso de la tierra y al hombre que la utiliza. La evaluación de tierras para fines generales representa un método estandarizado para toda clase de tierras, a fin de poder fijar su aptitud para un uso de la tierra en general. El ejemplo más conocido es el Sistema de Capacidad de Uso de la USDA en los Estados Unidos.

Resúmenes de los métodos de evaluaciones de tierras aplicados en Venezuela, Nicaragua, México, Brasil y Chile muestran que se están desarrollando nuevos sistemas de evaluación de tierras que reemplazarán el Sistema USDA y que se adaptarán más a las circunstancias locales. Este interés de los expertos latinoamericanos es muy alentador para la introducción de los métodos de evaluación de tierras que prestan más atención a los aspectos biológicos, técnicos y social-económicos de la tierra.

Pero se deberá prestar mayor atención, utilizando estos nuevos métodos, al clima y a los aspectos dinámicos de la tierra.

#### SISTEMA MARIN

El sistema contempla tres categorías:

- 1) Clase de Capacidad.
- 2) Subclase de Capacidad.
- 3) Unidad de Capacidad.

Clase: Categoría más amplia de I a VIII.

Subclase: Grupos de Limitaciones que se presenta dentro de una clase.

Unidad de Capacidad: (Grupos de Uso y Manejo) Agrupaciones de Fases de Suelo con limitaciones comunes dentro de una misma subclase con aptitudes similares de producción y tratamientos de manejo parecidos.

#### CATASTRO DE HONDURAS

Usa los criterios desarrollados por Eduardo Marín, (1971) en Nicaragua, para su aplicación utiliza el mismo contexto del sistema USDA.

#### SISTEMA SHENG

Distingue ocho clase: cuatro para cultivos en general, una para pastos, una para árboles forrajeros, una para Agro-forestería y la última para bosques, se toma pendiente y profundidad del suelo.

#### SISTEMA MICHAELSEN

Distingue seis clases: tres para cultivos, una para árboles frutales, una para pastos, y la última para usos forestales; en base a características de pendiente y profundidad.

#### SISTEMA TABLAS DUBON

Este sistema es de orientación conservacionista, distingue dos clasificaciones: uno para terrenos con pendientes menores del 12 %, y dos, terrenos con pendientes mayores del 12 %.

### SISTEMA TOSI

Este sistema distingue cinco categorías generales de uso mayor de la tierra:

- a- Cultivo en limpio
- b- Cultivo permanente
- c- Pastoreo
- d- Bosque de protección
- e- Protección

Se entiende que la categoría de uso mayor de la tierra es prioritaria pero no necesariamente exclusiva.

### SISTEMA CCT

El centro Científico tropical de Costa Rica, distingue diez clases dentro del contexto de zonas de vida.

- I - Cultivos anuales (muy altos rendimientos)
- II - Cultivos anuales ( Alto rendimiento )
- III- Cultivos anuales ( moderado rendimiento )
- IV - Cultivos Permanentes o semiperennes
- V - Pastoreo Intensivo
- VI - Pastoreo extensivo
- VII- Cultivos Arbóreos
- VIII Producción forestal intensiva
- IX - Producción forestal extensiva
- X - Protección

#### 3.3.2.- Uso Actual.

La calidad del entorno físico dado principalmente por el clima y la edafología, indican que la intervención del hombre en la naturaleza con miras a su aprovechamiento tiene que ajustarse a la capacidad y potencialidades de los recursos naturales. La revisión de los antecedentes al respecto, revelan que hay tanto sobreutilización como subutilización de los recursos suelos, agua y bosques. Rodríguez, (1989).

En el Análisis de los recursos naturales se entiende por confrontación al aspecto comparativo de una situación (real) dada, que toma como referencia o patrón unos parámetros establecidos que definen la situación (ideal) que debe prevalecer.

En este sentido, para llevar a cabo la confrontación del potencial de uso de la tierra con el uso actual de la misma, se establecen los siguientes parámetros:

- 1) Bien Utilizado: Aquellas tierras que están siendo utilizadas de acuerdo a su vocación y las características climáticas son adecuadas para los cultivos.
- 2) Sub-Utilizadas: Aquellas tierras que están siendo utilizadas por debajo de su capacidad de uso.
- 3) Sobre Utilizadas: Las que se encuentran utilizadas por encima de su capacidad de uso. CIERA (1980).

La subutilización y la sobreutilización son las dos caras de la explotación irracional de los Recursos Naturales. Ambas son dañinas desde el punto de vista del equilibrio que debe existir entre el proteger y producir.

El uso potencial se determina mediante el análisis de las características edáficas y ecológicas de una región climática, para determinar la ecología de la zona y establecer la clase de uso potencial. CIERA, (1980).

Con frecuencia se dice que el uso de la tierra ocurre solo cuando esta se manipula físicamente. El área sin intervención física tiene así su cobertura natural y el área intervenida su cobertura artificial. Entre ambas áreas se visualiza la frontera agrícola. Este enfoque desde la ciudad significa un entendimiento parcial y estático del uso de la tierra. Richters, (1995). El mismo autor

señala: se ha visto que los problemas más graves con respecto al uso de la tierra (que debe ser sostenible) ocurren alrededor de la frontera agrícola en las áreas marginales con pendientes fuertes, suelos no profundos, lluvias muy erosivas, agricultura marginal con poca atención-apoyo técnico-financiera por parte del estado.

Los bosques constituyen uno de los recursos naturales de mayor importancia para Nicaragua, ya que cubren aproximadamente el 45% del territorio nacional. Mucho se ha escrito sobre los múltiples beneficios que presta en materia de recreación, investigación científica, banco genético, usos medicinales, mantenimiento del equilibrio ecológico, refugio y alimentación de fauna silvestre, protección de suelos y cuencas hidrográficas, etc. IRENA, (1981)

Myers, (1980) citado por IRENA, (1981) escribe: en Nicaragua se considera que 64000 km<sup>2</sup> corresponden a bosques, de los cuales unos 50000 km<sup>2</sup> eran bosques húmedos en 1970, pero en 1979 sólo eran 35000 km<sup>2</sup>. Estos bosques húmedos están siendo eliminados a una velocidad de 40000 ha/año en parte debido a agricultura migratoria y asentamientos agropecuarios.

El bosque natural ofrece al hombre diversos bienes, Dawkins (1964), citado por Salas, (1987) clasifica estos bienes en: físicos, fisiológicos y culturales.

Los físicos están representados por los bosques naturales, que le dan estabilidad al suelo, control de escorrentía superficial e inundaciones, influencias climáticas.

Los fisiológicos son producidos directamente por el ecosistema como: madera, leña, carbón, frutas, plantas ornamentales, medicinales, animales, suelos y sus nutrimentos.

Culturales: potencial recreativo y turístico, recursos escénicos de su valor económico, escenario para estudiantes y científicos.

La demanda de leña en los últimos años se ha aumentado como consecuencia del aumento de la población, tiene su repercusión directamente sobre el bosque de galería en las riberas de los ríos, puesto que la mayor parte de la tala se ha realizado en estos bosques remanentes.

Se considera que la desaparición de los bosques llega a un 4 % anual producto de lo antes mencionado. El auge ganadero convirtió áreas boscosas en potreros, y cultivos agrícolas, avanzando hacia la parte alta debido al abandono de tierras bajas deterioradas por la erosión hídrica y eólica. En los últimos dos años, estas áreas han sido castigadas con una sequía de grandes proporciones que ha ocasionado serios problemas ecológicos incluyendo la severa estacionalidad del recurso agua en la mayoría de las fuentes.

Con frecuencia se observa una transformación del bosque a pastizales con una fase corta intermedia de agricultura migratoria. El incremento explosivo del área ocupada por la agricultura migratoria y al mismo tiempo, la reducción de los ciclos de descanso (rastreo, barbecho, tacotal) de las áreas ocupadas, es la causa principal de la conversión de bosques a pastizales marginales. Castro, et al 1992.

En la categoría de uso forestal el Departamento de Estelí tiene un total de 42,032 mz, observándose que mientras en Estelí se localiza el 52.7%, el Municipio de Pueblo Nuevo no tiene áreas con este potencial. En el potencial de uso restringido (uso no adecuado), el Municipio de Pueblo Nuevo contiene un 12.6% del total del Departamento, en el uso actual de la tierra, Pueblo Nuevo representa para el caso de cultivos anuales el 18.7% del área total del Departamento. CIERA, (1980).



Con respecto al manejo de los recursos naturales, para el Departamento de Estelí el 50% del potencial de la tierra del Departamento necesitan ser reordenados, por encontrarse que se está haciendo un mal uso de sus capacidades, lo cual influye directamente sobre los rendimientos obtenidos en los cultivos. CIERA (1980).

Los estudios realizados en la cuenca (Río Estelí) arrojan indicadores que visualizan el deterioro, tales como pérdida de la biodiversidad florística, emisiones de aguas residuales y crudas provenientes de viviendas e industrias lo que ha ocasionado contaminación de los ríos. El ciclo hídrico de estos ríos (Estelí, Condega) ha sufrido trastornos, por los cambios climáticos, complicándose más por la tala del bosque y uso irracional del agua de fuego ambos con fines comerciales.

En las últimas décadas en la cuenca de los afluentes principales del río Coco (Pueblo Nuevo, Pire, Inalí), se han presentado serios problemas que son el resultado del mal manejo a que han estado sometidos. Se considera que una de las principales causas es el uso inadecuado del bosque, repercutiendo directamente en la degradación de los suelos y disminución del recurso agua. ECOT-PAF (1993).

### 2.3.3 Recursos hídricos superficiales.

Para investigar el recurso hídrico superficial se estudia la morfología de la cuenca y se realiza el calculo de escorrentías para saber potencialmente las pérdidas de agua en la cuenca.

## **Morfología de la Cuenca.**

La morfología de la cuenca se define por tres de parámetros:

- A) Forma.
- B) Relieve.
- C) Red hidrográfica.

### **A). Forma:**

La forma de la cuenca influye sobre los escurrimientos y sobre la marcha del hidrograma resultante de una precipitación dada. Así, en una cuenca de forma alargada el agua caída por la lluvia escurre en general por un solo cauce principal, mientras que en otra de forma ovalada los escurrimientos de agua recorren cauces secundarios hasta llegar a uno principal, por lo que la duración del escurrimiento es superior.

### **B) Relieve:**

La influencia del relieve sobre el hidrograma es aún mas evidente. A una mayor pendiente corresponderá una menor duración de concentración del agua de escorrentía en la red de drenaje y afluentes al curso principal, los parámetros mas utilizados para determinar el relieve son los siguientes:

#### **i) Alejamiento Medio de la Cuenca:**

Es un coeficiente que relaciona el curso de agua más largo con la superficie de la cuenca.

#### **ii) Curva Hipsométrica:**

La curva hipsométrica permite caracterizar el relieve. Una pendiente fuerte en el origen hacia cotas inferiores indican llanuras o penillanuras; si la pendiente es muy fuerte hay peligro de inundación. Una pendiente muy débil en esa parte revela un valle encajonado. Una pendiente hacia la parte media indica una meseta.

### **C) Red Hidrográfica:**

Se denomina red hidrográfica al drenaje natural, permanente o temporal, por el que fluyen las aguas de los escurrimientos superficiales, subsuperficiales y subterráneos de la cuenca.

Para estudiar el drenaje natural se analizaron los siguientes parámetros:

#### **i) Densidad de Drenaje:**

La densidad de drenaje esta definida, para una cuenca dada, como la longitud media del curso de agua por unidad de superficie.

Cuanto mayor sea la densidad de drenaje, mas rápido será la respuesta de la cuenca frente a una tormenta, evacuando el agua en menor tiempo. Por lo tanto los hidrogramas en principio tendrán un tiempo de concentración corto.

#### **ii) Pendiente Media de un Cauce:**

Se define como la pendiente que recorre el cauce principal, desde el origen, hasta la salida de la cuenca.

#### **iii) Método del Número de Curvas:**

No siempre es posible obtener hidrogramas, por lo que la escorrentía superficial se debe estimar a partir de otros métodos. Uno de ellos es el número de curva. Este método fue elaborado por el Servicio de Conservación de Suelos USDA (1972) y se basa en la estimación directa de la escorrentía superficial de una lluvia aislada, a partir de las características del suelo, el uso del mismo y de la cobertura vegetal. El método supone que cada uno de los complejos suelo-vegetación se comporta de una misma forma frente a la infiltración. Rodríguez, (1981).

En un complejo suelo vegetación totalmente impermeable toda la precipitación se convierte en escorrentía superficial. Por el

contrario en un complejo totalmente permeable no daría escorrentía fuera cual fuera el valor de la precipitación.

A cada tipo de complejo suelo-vegetación se le asigna un valor, llamado número de curva o número hidrológico.

Los suelos son clasificados de la siguiente manera:

Grupo A: Es el que ofrece menor escorrentía. Incluye suelos que presentan mayor permeabilidad, suelos profundos, sueltos bien drenados.

Grupo B: Suelos de moderada permeabilidad son menos profundos que el grupo A.

Grupo C: Incluye suelos que presentan poca permeabilidad, su textura es franco arcillosa, poseen estratos impermeables.

Grupo D: Ofrece mayor escorrentía, incluye los suelos con gran impermeabilidad, arcillosos y aquellos con subsuelo impermeable próximos a la superficie.

Rojas, (1986). En cuanto a la cubierta vegetal se establecen distintas clases en sus condiciones hidrológicas, con gradaciones de pobres a buenas para la infiltración. Cuanto más denso es el cultivo, mejor es su condición hidrológica para la infiltración y menor es el número de curva representativo de la escorrentía.

Con respecto al laboreo del terreno se establece una clasificación, considerando que las labores del terreno influyen sobre la escorrentía:

R: Cuando las labores se realizan sin tomar en cuenta la pendiente del terreno o sea sin medidas de conservación.

C: Cuando se cultiva a curva de nivel o manejo conservacionista.

C.T: Cuando se cultiva a curva de nivel y existen terrazas abiertas (con desagüe) para la conservación del suelo.

Para el caso de los pastizales se clasifican en tres grupos:

**Pobres:** Cuando son pastados pero presentan un sobrepastoreo y tienen un área con cobertura vegetal menor del 50% de superficie del terreno.

**Regulares:** Aquellos cuya cubierta vegetal alcanza entre un 50% y un 75% y son moderadamente pastados.

**Buenos:** Los que su cubierta vegetal supera el 75% de la superficie del terreno.

#### 2.3.3.1 Hidrograma Unitario

Un hidrograma unitario es la respuesta de una cuenca a una precipitación uniforme efectiva (es decir lluvia que cae con igual intensidad en toda la cuenca y produce solo escorrentía rápida) y que además es de valor unitario (1 mm).

El pico o máximo caudal del hidrograma, representa el valor máximo del caudal en la sección de salida de la cuenca. Linsley, (1985).

### **III.- MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1.- Localización y descripción de la zona de estudio.**

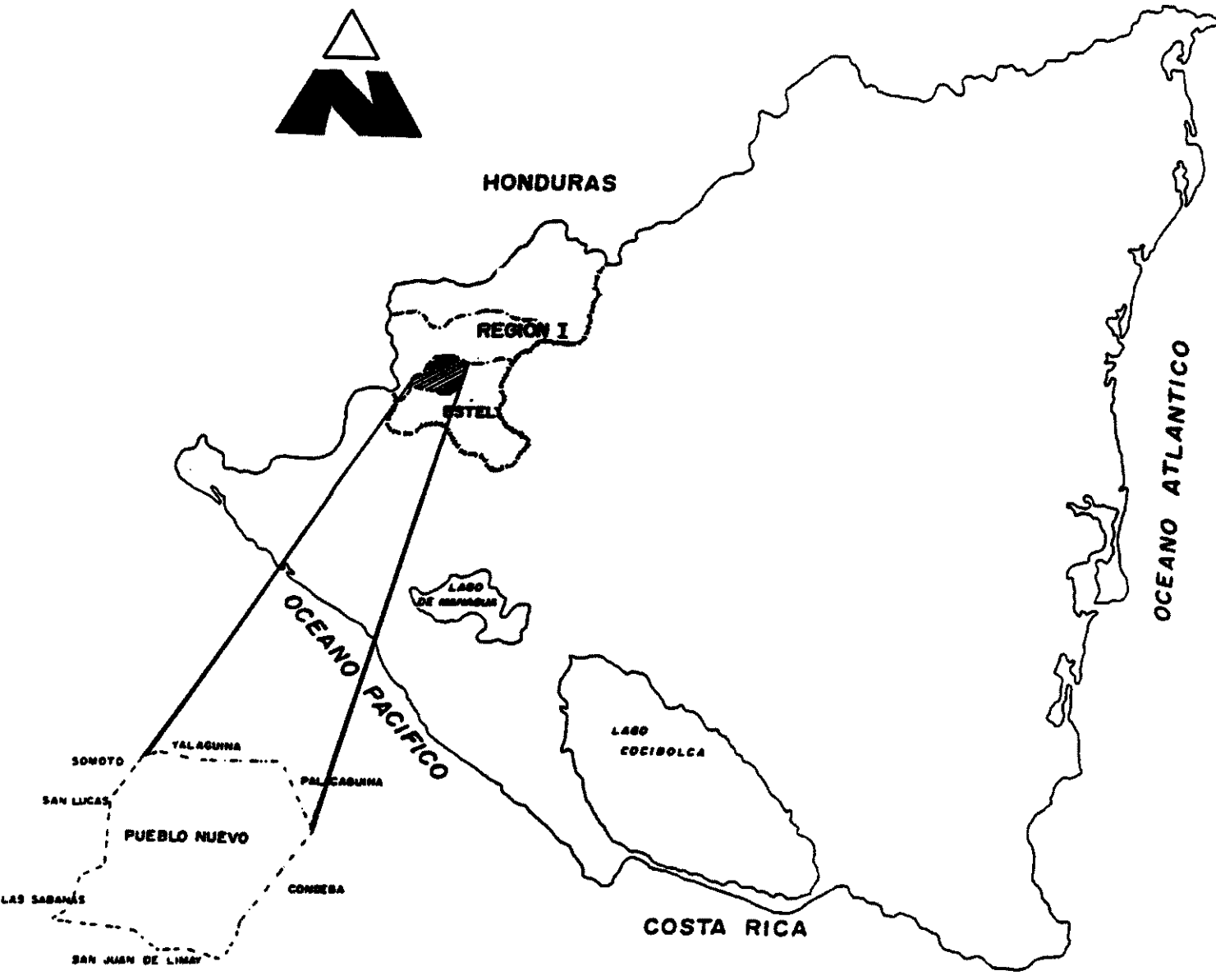
El estudio comprende el Municipio de Pueblo Nuevo, Departamento de Estelí, Región I, Nicaragua, ubicado entre las coordenadas geográficas de 13° 17' y 13° 27' Latitud Norte y entre los 86° 27' y 86° 37' Longitud Oeste; se encuentra a 200 km distante de la capital Managua; limita al Norte con el Departamento de Madriz, al Sur con los Municipios de Estelí y Condega, al Este con los Municipios de Condega y Palacagüina y al Oeste con el Municipio de San Juan de Limay, Las Sabanas y San Lucas; con una área aproximada de 220 km<sup>2</sup>.

#### **3.2<sup>a</sup>- Aspectos Socioeconómicos y Productivos.**

La población total del Municipio es de 23,527 habitantes, con una densidad poblacional de 106 habitantes por kilómetro cuadrado en 1990. (Alcaldía Pueblo Nuevo, 1995)

En cuanto a la población económicamente activa Pueblo Nuevo presentó para 1990 un total de 8,917 personas mayores de 16 años de los cuales 4,500 son hombres y 4,417 son mujeres; la mayor parte de esta población se dedica a actividades agropecuarias, tanto a la producción de ganado y granos básicos (venta y autoconsumo), así como a la venta de mano de obra durante la cosecha del café, que es el principal cultivo del Municipio y el que genera la mayor fuente de empleo.

La asistencia técnica a los productores se limita a algunas instituciones del estado como el INTA, quien brinda asistencia técnica y transfiere tecnología principalmente en el área de conservación de suelos; MAS quien apoya a los agricultores con



**Figura 3.1 Ubicación geográfica del Municipio de Pueblo Nuevo.**

préstamos y semillas y otros Organismos no Gubernamentales como la UCA, Juan XXIII, FACS, PROVIDA, Tropisec, etc.; quienes se encargan de otorgar pequeños préstamos a los productores o de proporcionarles algunos insumos.

Los principales cultivos que se siembran en el Municipio son los siguientes:

Autoconsumo: Maíz, Frijoles, Sorgo.

Comercio: Tomates, Repollo, Chiltoma, Cebolla,

Exportación: Café.

### **3.3.- Proceso Metodológico.**

Un esquema que resume la metodología empleada en la generación de Mapas para el estudio se presenta en la figura 3.1. Los detalles para la elaboración de cada Mapa aparece a continuación:

#### **Mapa Base:**

Se elaboró un mapa base a escala 1:50,000; el cual contiene los puntos de referencia más importantes de la zona en estudio como son: poblados, comunidades, ríos, quebradas, carreteras; este mapa es esencial para montar la información de Sistemas Terrestres, Suelos, Pendientes, Uso Actual, Recursos Forestales y Patrón de Drenaje que se levantaron en la etapa de campo, así como para generar a través de sobreposiciones los mapas de Clases de Capacidad de Uso, Confrontación y Uso Propuesto.

#### **Mapa Fisiográfico:**

El Mapa Fisiográfico fue elaborado por fotointerpretación y comprobación de campo, empleando el método fisiográfico propuesto por Ortiz y Cuanalo (1984), el cual puede ser considerado prácticamente como una subdivisión del paisaje. Cuenta a nivel regional con un sistema de clasificación muy simple, con dos tipos



de unidades: La Faceta y el Sistema Terrestre. La Faceta es una porción de la superficie terrestre, usualmente con una forma simple, sobre una misma roca y con un suelo y régimen de humedad que son uniformes o varían en forma simple y consistente. Una repetición de un conjunto de Facetas da un carácter particular a un paisaje; en otras palabras, reconocemos diferentes paisajes en donde hay un diferente conjunto de Facetas o donde los patrones de las relaciones entre Facetas difieren. Tales patrones son conocidos como Sistemas Terrestres.

#### **Mapa de Suelos:**

El mapa de suelos fue elaborado mediante el levantamiento de suelos a nivel de reconocimiento de alta intensidad siguiendo la metodología propuesta por el Soil Survey Staff (1962), a través de barrenadas y descripciones de perfiles representativos se obtuvieron muestras de suelo para cada horizonte, para su posterior análisis de laboratorio, las determinaciones de laboratorio que se practicaron aparecen en el Anexo (3). Los límites de las unidades de suelo por fotointerpretación se corrigió basado en las observaciones de campo. Con los resultados de los análisis de laboratorio se elaboró la clasificación definitiva de los suelos en las categorías de orden, suborden, gran grupo y subgrupos taxonómicos según la Soil Taxonomy (1994).

#### **Mapa de Pendientes:**

El Mapa de Pendientes fue elaborado mediante la fotointerpretación, medidas y comprobadas en el campo y con el mapa topográfico. Para la clasificación de las pendientes se utilizó una escala de orden alfabético, en la cual, a cada letra le corresponde un valor numérico medido en porcentajes. Los rangos de pendientes varían desde 0% hasta mayores del 45% que corresponde al máximo valor para la pendiente, indicando que los valores más bajos corresponden a terrenos planos, a casi planos hasta llegar a los más incómodos o

quebrados (escarpados).

La escala es la siguiente :

A -- 0-2%	Plano a casi plano.
B -- 2-4%	Suavemente inclinado.
C -- 4-8%	Inclinado
D -- 8-15%	Moderadamente Escarpado
E -- 15-30%	Escarpado
F -- 30-45%	Muy Escarpado.
G -- Mayor de 45%	Extremadamente Escarpado.

#### **Mapa de Uso Actual:**

El uso actual de la tierra fue determinado por fotointerpretación y comprobación de campo. En el campo se observó el uso mayor de la tierra, las áreas de cultivos anuales, de pastos y las que están cubiertas por bosques. Este mapa fue elaborado por el equipo técnico de la alcaldía del Municipio a una escala de trabajo de 1:25,000, y una escala 1:50,000 para la publicación. Los usos identificables se clasifican como: Agricultura de temporal, Agricultura intensiva, Pastos naturales o mejorados, Pastos combinados con bosques, Bosques con café.

#### **Mapa de Red de Drenaje:**

El mapa de Red de Drenaje es obtenido inicialmente mediante fotointerpretación; en las fotos aéreas se observa la forma de la cuenca, se delimita el parte aguas según los puntos más alejados y altos de la cuenca; así como, la red de drenaje o la cantidad de afluentes del cauce principal; también se observa el tipo de corriente ya sea permanente o temporal. Esta información es comprobada y corregida en el campo y con el mapa topográfico. Mediante el Mapa de Red de Drenaje se obtiene la densidad de drenaje y todas las características morfológicas de la cuenca, como son: área, longitud del cauce principal, orden de corriente,

densidad de corriente, forma de la cuenca etc.

#### **Mapa de Recursos Forestales:**

El Mapa de Recursos Forestales se elaboró inicialmente de la fotointerpretación del Uso Actual de la Tierra, se separa entonces las áreas que se presentan cubiertas con Bosques de Latifoliadas o Coníferas, considerando tanto especies para leña y/o aserrar que se identificaron en la etapa de campo. En el Mapa final se excluyen aquellas áreas en que, según la Capacidad de Uso de la Tierra, el bosque es una forma de protección, a fin de que no se permita la explotación forestal en dichas áreas.

#### **Mapa de Capacidad de Uso:**

El mapa de capacidad de uso fue obtenido por sobreposición de los mapas de suelo y de pendiente, delimitando las clases de acuerdo a las limitaciones que presentan las diferentes unidades de suelos, así como el grado de inclinación de la pendiente. Además se basó en las características del suelo, tales como:

- Profundidad efectiva.
- Textura superficial y del subsuelo.
- Drenaje.
- Pendiente.
- Presencia de rocas en la superficie
- Evidencias de erosión.
- Fertilidad Natural.

Con esta información se elaboró un quebrado expresando las características en el numerador y las limitaciones en el denominador y el resultado es un valor que en escala ascendente identifica de la clase I a la clase VIII, basado en la Clasificación de Capacidad de la Tierra diseñada por Klingebiel y Montgomery (1961).

### **Mapa de Confrontación de Uso de la Tierra:**

Se elabora mediante la sobreposición del Mapa de Uso Actual de la Tierra con el Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra. El uso actual representa cómo se está aprovechando el recurso suelo, mientras que la capacidad de uso representa el tipo de utilización que puede permitir este suelo con prácticas de manejo específicas. Mediante esta sobreposición puede observarse, cuáles son las áreas que están siendo utilizadas en conformidad con la capacidad del suelo, las sobreutilizadas y las subutilizadas.

### **Mapa de Uso y Manejo Propuesto:**

El Mapa de Uso y Manejo Propuesto es elaborado en base a la Capacidad de Uso de la Tierra y a la información climática que se desprende del Mapa de Zonas de Vida; correlacionando esa información se elabora una propuesta de uso para cada unidad homogénea de tierra, procurando que esta propuesta de uso sea la más adecuada en el sentido que conlleve a la protección y/o a la recuperación de aquellos recursos que se encuentren degradados; así mismo se selecciona una gama de cultivos adaptables a condiciones edafoclimáticas específicas (suelo y clima) para cada sistema agroecológico identificado. De esta forma los usos que se proponen no están ajenos a la realidad que viven los campesinos con poca tierra y en pendientes escarpadas. Por otra parte el estudio contempló una serie de consultas con productores e Instituciones que trabajan en el Municipio, con el propósito de apropiación y aportes al estudio.

A los suelos se les propuso su uso mediante la siguiente tabla:  
**Cuadro 3.1.- Uso Propuesto según la capacidad de uso del suelo.**

CLASE DE CAPACIDAD DE USO	USO PROPUESTO
I	A
II y III	AF1
IV	AF2 / G / GF1
V	AF3 / GF1 / GF2
VI	AF3 / GF2 / F
VII	AF3 / F
VIII	PVS

**Simbología:**

**A** : Agricultura intensiva (Cultivos anuales asociados)

**AF** : Sistema Agroforestal

**GF** : Sistema Silvopastoril (forestal-ganadero)

**G** : Ganadería

**F** : Uso Forestal

**PVS** : Protección de la vida silvestre

**A** : Corresponde al tipo de Agricultura intensiva como cultivos asociados, en lo cual se combina especies gramíneas y leguminosas y otros cultivos anuales, es decir, que se elimina el uso de Monocultivos.

En los sistemas agroforestales hay varios tipos:

**AF1:** cultivos anuales, cultivos semiperennes, cultivos perennes, especies forestales.

**AF2:** cultivos semiperennes, cultivos perennes, especies forestales.

**AF3:** Cultivos perennes, especies forestales.

En los sistemas silvopastoriles se plantean varios tipos:

**GF1:** Pastos de gramíneas, forraje (leguminosas, árboles, arbustos),

especies forestales.

GF2: Forraje (leguminosas, árboles, arbustos), especies forestales.

F: El uso Forestal contempla especies forestales con valor energético y maderable además de árboles frutales.

PVS: Areas donde es imposible realizar prácticas de agricultura y su uso más beneficioso es el de recuperación para fines especiales como el Ecoturismo, Recreación, Banco de Germoplasma, Abastecimiento de agua y protección de especies en extinción, tanto de flora como de fauna.

### Recursos hídricos superficiales.

Debido a la inexistencia de registros de caudales en la cuenca se tiene que derivar esta información a partir de datos climáticos, la morfología de la cuenca, de los suelos presentes y la cobertura vegetal. En base a estos parámetros, se estimó el escurrimiento superficial de la cuenca, basado en el método Número de Curva o Número Hidrológico elaborado por el Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos, (1972)

La estimación de caudales máximos escurridos en la cuenca se llevó a cabo con el método del hidrograma unitario y la convolución de hidrogramas, aplicado a aguaceros de diseño con periodos de retorno determinados. Un hidrograma unitario es la respuesta de una cuenca a una precipitación uniforme efectiva (es decir lluvia que cae con igual intensidad en toda la cuenca y produce sólo escorrentía rápida) y que además es de valor unitario (1 mm). El pico o máximo caudal del hidrograma, representa el valor máximo del caudal en la sección de salida de la cuenca.

A través de una simulación (calculando las escorrentías por el método "Número de Curva" para ambos usos), se analizó el comportamiento de las pérdidas de agua por escorrentía en la cuenca, comparando el uso actual encontrado y el uso propuesto determinado en el estudio.

**METODOLOGIA**

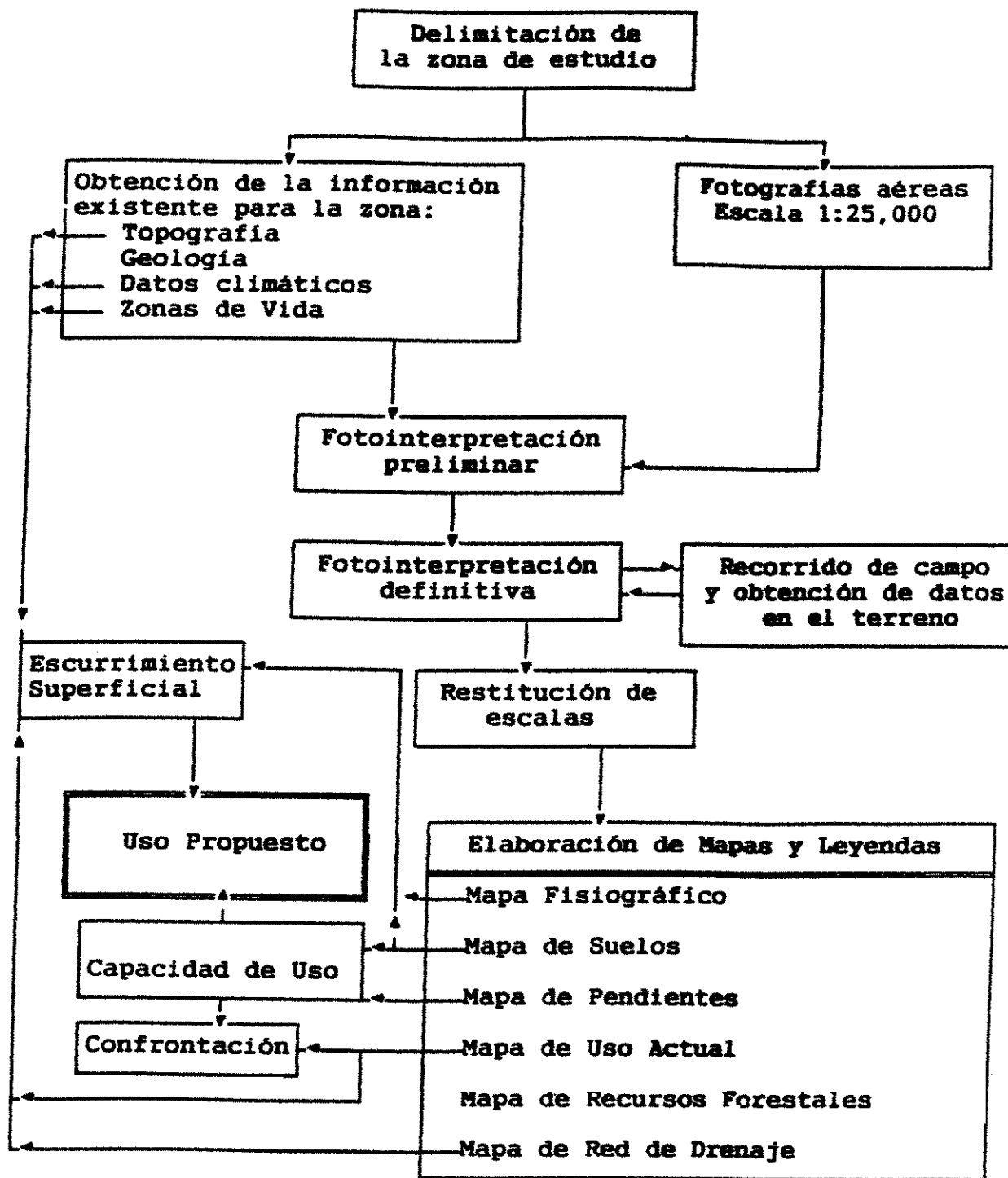


Fig.3.2 Diagrama ilustrativo de la metodología del Inventario.

### **3.4.- Materiales:**

#### **3.4.1.- Fase de Pre-campo:**

- a) Mapas topográficos escala 1:50,000; # 2856 II Somoto, 2956 III Condega, 2955 IV La Sirena, 2855 I San Juan de Limay.
- b) 21 Fotografías aéreas escala 1:25,000 del año 1988.
- c) Mapas geológicos escala 1:50,000.
- d) Mapas de Isoyetas escala 1:20,000.
- e) Mapas de Zonas de Vida escala 1:522,000
- f) Estereoscopio de espejo.
- g) Acetatos.
- h) Marcadores indelebles finos.

#### **3.4.2.- Fase de Campo:**

- a) Vehículo de doble tracción.
- b) Clinómetro.
- c) Barreno.
- d) Palín.
- e) Martillo Geológico-Edafológico.
- f) Centímetros.
- g) Cámara fotográfica.
- h) Cuchillo de campo.
- i) Libreta de campo.
- j) Tarjetas para la descripción de perfiles de suelos.
- k) Etiquetas para la identificación de muestras.
- l) Bolsa plástica para toma de muestras.
- m) Tabla de colores Munsell.
- n) Pizeta con agua y ácido clorhídrico.
- ñ) Manual FAO para la descripción de perfiles.
- o) Clave para la taxonomía de suelos.
- p) Estereoscopio de bolsillo.



### **3.4.3 Fase de Post-campo:**

- a) Mesa de luz.
- b) Juego de leroy.
- c) Skecht Master.
- d) Pantógrafo
- e) Planímetro.
- f) Computadora.
- g) Acetatos.
- h) Equipo de laboratorio para los análisis químicos y físicos de los suelos.
- i) Reactivos.
- j) Papel tracing.
- k) Papel bond.
- l) Marcadores indelebles finos.
- m) Lápices de colores.
- n) Masking tape, tape magic.
- ñ) Borradores de goma y Corrector líquido

### **3.5.- Metodología:**

La investigación se realizó como un levantamiento de los recursos estudiados a nivel de reconocimiento de alta intensidad, escala 1:50,000 para la publicación y una escala de trabajo de campo 1:25,000; con una densidad de observaciones de una observación en el terreno por kilómetro cuadrado; se realizó fotointerpretación y comprobación de campo a través de transectos.

### **3.5.1.- Actividades por etapas:**

#### **Etapa de Pre-campo:**

- a.- Redacción de anteproyecto.
- b.- Recopilación de información.
- c.- Mapas: - . Geológicos.
  - . Topográficos.
  - . Climáticos.
  - . Zonas de Vida
  - . Fotografías aéreas 1988, Escala: 1:25000.
- d.- Fotointerpretación preliminar.

#### **Etapa de Campo:**

- a.- Reconocimiento.
- b.- Comprobación de fotointerpretación preliminar.
- c.- Levantamiento de información:
  - . Fisiografía.
  - . Suelos.
  - . Vegetación.
  - . Pendientes.
  - . Uso actual.
  - . Red de Drenaje.

#### **Etapa de Post-campo:**

- a.- Compilación y corrección de mapas.
- b.- Análisis de laboratorio.
- c.- Clasificación definitiva de suelos y de su capacidad de uso.
- d.- Estimación de los volúmenes de agua de escurrimiento.
- e.- Confrontación del uso actual de la tierra con la capacidad de uso de la tierra para determinar el grado de deterioro de los recursos naturales.
- f.- Determinación del uso propuesto de la tierra en base al potencial de los recursos naturales estudiados.
- g.- Redacción de informe.

#### **IV.- RESULTADOS Y DISCUSION**

##### **4.1.- Fisiografía.**

El área del Municipio de Pueblo Nuevo está situada en la Provincia Fisiográfica "tierras altas del interior", caracterizada por ser moderadamente escarpado a muy extremadamente escarpado, con presencia de mesas y pequeños valles intramontanos. En el territorio del Municipio de Pueblo Nuevo se delimitaron los siguientes sistemas terrestres o unidades geomorfológicas:

a) **SISTEMAS DE TERRAZAS FLUVIALES:** Estos Sistemas se han formado por la acumulación constante de sedimentos arrastrados por los ríos y depositados en las partes bajas en forma de estratos (terrazas); están ubicados en la parte baja de la cuenca a la orilla de los ríos. En este sistema terrestre predomina la agricultura intensiva y temporal, presentan pendientes de 0-8%; representan un área de 5,500 ha., para un 25 % del área total.

b) **SISTEMAS DE TERRAZAS GEOLOGICAS:** Estos Sistemas son de origen geológico, las cuales debido al material parental (ignimbrita dacítica) y a la forma como éste fue depositado en épocas diferentes, dan la forma de terrazas. Están ubicadas en la parte alta y media de la cuenca, con pendientes de 4 - 15%; ocupan un área de 3,799.4 ha., con un 17.27 % del área total.

c) **SISTEMAS DE MESAS:** Los sistemas de mesas son característicos de los paisajes de la Provincia Tierras Altas del Interior, principalmente en la zona de Estelí. Este tipo de paisaje es característico de estas formaciones geológicas principalmente del grupo Coyal Superior Ignimbrita; estos Sistemas están ubicados en la parte alta y media de la cuenca, con pendientes de 4 - 15%; ocupan un área de 3,863.2 ha., para un 17.56 % del área total.

d) **SISTEMAS DE COLINAS:** Los sistemas de colinas son formaciones geológicas caracterizadas por cerros redondeados de mediana altura

y con pendientes del 15 - 30%; están ubicados en la parte baja de la cuenca; se trata de elevaciones menores que las montañas, rodeada por alguna planicie, muy erosionadas, este sistema ocupa un área de 442.2 ha, para un 2.01 % del área total. e) **SISTEMAS DE SERRANIAS:** Este Sistema se caracteriza por estar localizadas en la parte alta y media de la cuenca; en general se encuentran dividiendo los parte aguas con pendientes de 25 - 50 %; estos sistemas ocupan un área de 5,926.8 ha., para un 26.94 % del área total.

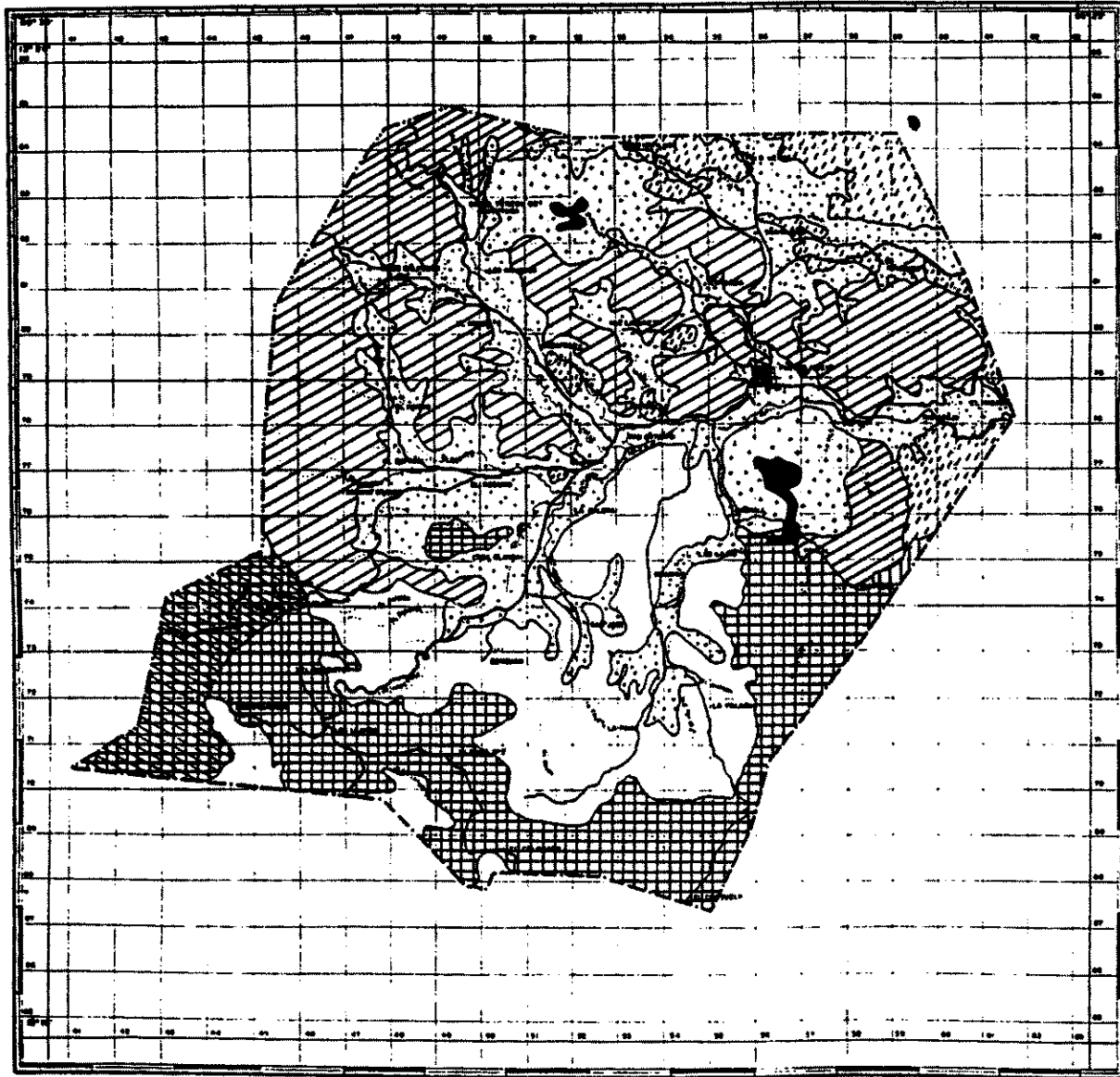
f) **SISTEMAS DE CONOS CRATERICOS:** Este sistema se caracteriza por su formación antigua ya que se trata de restos de volcanes que conservan la forma del volcán original; lo encontramos asociado con el sistema de colinas y el sistema de serranías; está ubicado en la parte baja y media de la cuenca, con pendientes de más del 30%; estos sistemas ocupan un área de 1,399.2 ha., para un 6.36% del área total.

g) **SISTEMA DE FONDOS CRATERICOS:** Estos sistemas se caracterizan porque se encuentran asociados con los sistemas de conos cratéricos y formaban parte de lo que fue el cráter del volcán y ahora se observan como pequeños valles rodeados de cerros, con pendientes moderadas de 8-15%; ocupan un área de 79.2 ha., para un 0.36 % del área total.









h) **SISTEMAS DE MONTAÑAS ESCARPADAS:** Caracterizado por presentar las mayores elevaciones y las pendientes mas pronunciadas; su origen se debe a los depósitos volcánicos del terciario y cuaternario, originando lo que hoy se conoce como "provincias tierras altas del interior". Están ubicados en la parte alta de la cuenca, coincidiendo con el parte agua; ocupan un área de 900 ha., para un 4.4 % del área total.

**Cuadro 4.1.- Sistemas terrestres que componen la fisiografía del Municipio de Pueblo Nuevo.**

<b>Sistemas Terrestres</b>	<b>Area (ha)</b>	<b>%</b>
<b>Terrazas Fluviales</b>	<b>5500</b>	<b>25.00</b>
<b>Terrazas Geológicas</b>	<b>3799.4</b>	<b>17.27</b>
<b>Mesas</b>	<b>3863.2</b>	<b>17.56</b>
<b>Montañas Escarpadas</b>	<b>900</b>	<b>4.5</b>
<b>Serranías</b>	<b>5926.8</b>	<b>26.94</b>
<b>Conos Cratéricos</b>	<b>1399.2</b>	<b>6.36</b>
<b>Fondos Cratéricos</b>	<b>79.2</b>	<b>0.36</b>
<b>Colinas</b>	<b>442.2</b>	<b>2.01</b>
<b>Total</b>	<b>22000</b>	<b>100</b>



## LEYENDA

- 1  SISTEMA DE TERRAZA FLUVIAL
- 2  SISTEMA DE TERRAZA GEOLOGICA
- 3  SISTEMA DE MESAS
- 4  SISTEMA DE MONTANAS ESCARPAOAS
- 5  SISTEMA DE SERRANIAS
- 6  SISTEMA DE CONOS CRATERICOS
- 7  SISTEMA DE FONDOS CRATERICOS
- 8  SISTEMA DE COLINAS

Sistema	Area ha	%
1 STF	5500	25.00
2 ST	3799.4	17.27
3 Sm	3863.2	17.56
4 SMe	900	4.5
5 Se	5926.8	26.94
6 Soc	1399.2	6.36
7 SFC	79.2	0.36
8 Sc	442.2	2.01

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

### MAPA FISIOGRAFICO

REALIZO	ING INF DANILO RIVERA VANEGAS	CONCEPCION	PUEBLO NUEVO
REVISO	ING CARLOS ZELAYA	NUMERO	ALCALDIA PUEBLO NUEVO
DISEÑO	ABDE GARCIA	AREA	220 Km <sup>2</sup>
ESCALA	1:50,000	FECHA	26-05-95

#### 4.2. Pendientes.

El Municipio de Pueblo Nuevo se caracteriza por ser eminentemente de vocación forestal, determinada esta vocación por las pendientes que presenta el área del Municipio; la mayor área esta ocupada por pendientes fuertes que limitan el uso agrícola y hacen susceptible el suelo a la erosión. Para el Municipio de Pueblo Nuevo las pendientes son las siguientes:

Pendientes "B" (2-4%) están ubicadas en la parte baja de la cuenca; ocupan un área de 572 ha., para un 2.6 % del área total.

Pendientes "C" (4-8%) están ubicadas en la parte baja y media de la cuenca ocupando las partes de las mesas y terrazas de los sistemas terrestres; estas pendientes ocupan un área de 1,012 ha. para un 4.6 % del área total.

Pendiente "D" (8-15%) estas pendientes se encuentran en la mayor parte de los declives de los sistemas de terrazas y sistemas de mesas; ocupan un área de 3,542 ha., para un 16.1 % del área total.

Pendiente "E" (15-30%) estas pendientes se caracterizan por encontrarse en las partes media de la cuenca en los sistemas de colinas y sistemas de serranías; ocupan un área de 990 ha., con un 4.5 % del área total.









Pendiente "F" (30-45%) estas pendientes se encuentran en la parte alta de la cuenca asociadas generalmente con la pendiente "G", ocupan un área de 2,376 ha., para un 10.8 % del área total.

Pendiente "G" (mayor de 45%) caracterizada por presentar el máximo valor de la pendiente, se encuentra en las partes más montañosas y escarpadas de la cuenca; estas pendientes cubren un área de 10,142 ha., para un 46.1 % del área total.

También se encuentran algunas pendientes asociadas como: la pendiente D+E con un área de 2,090 ha., para un 9.5 % del área total. Pendientes B+C con un área de 1,276 ha., con un 5.8 % del área total. (ver mapa de pendientes).



## LEYENDA

Pendiente	Rango	Area ha	%
 B	2-4	572	2.6
 C	4-8	1012	4.6
 D	8-15	3542	16.1
 E	15-30	990	4.5
 F	30-45	2376	10.8
 G	45	10142	46.1
D+E 		2098	9.5
B+C 		1276	5.8

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

### MAPA DE PENDIENTE

ING INF DANILLO RIVERA VANEGAS

ING CARLOS ZELAYA

ABDEL GARCIA

1:50 000

PUEBLO NUEVO

ALCALDIA PUEBLO NUEVO

220 Km<sup>2</sup>

26-05-90



**Cuadro 4.2.- Pendientes que componen el Municipio de Pueblo Nuevo.**

<b>Pendientes y Rango en %</b>	<b>Area (ha)</b>	<b>%</b>
B (2 - 4%)	572	2.6
C (4 - 8%)	1012	4.6
D (8 - 15%)	3542	16.1
E (15 - 30%)	990	4.5
F (30 - 45%)	2376	10.8
G (> 45%)	10142	46.1
D + E (20%)	2098	9.5
B + C (6%)	1276	5.8
<b>Total</b>	<b>22000</b>	<b>100</b>

**4.3 \* Recursos Edáficos (Suelos).**

**4.3.1 Factores de formación de suelos.**

Los factores de formación que actúan sobre los materiales parentales depositados son: la naturaleza física y composición mineralógica del material parental, el clima bajo el cual se ha desarrollado el suelo, la actividad de los organismos vivientes vegetales y animales sobre y en el suelo, la posición fisiográfica o relieve donde se ha desarrollado el suelo y el tiempo durante el cual han actuado los otros factores de formación.

Todos estos factores no actúan de forma aislada sino que se relacionan para dar lugar a la formación del suelo, actuando cada uno de ellos en dependencia de las condiciones que se presentan.

**a) Geología:**

El Municipio de Pueblo Nuevo se encuentra dentro de la Provincia Tierras Altas del Interior. Esta provincia se caracteriza por su volumen y predominio de las rocas volcánicas del terciario. La mayor parte del área del Municipio está cubierto por los grupos geológicos siguientes:

**Coyol superior:** (13 millones de años) representado por rocas del tipo aglomerados , lavas basálticas y andecíticas, ignimbritas y tobas riolíticas.

**Coyol inferior:** (15 millones de años) representado por rocas aglomerados, lavas andesíticas, basaltos, ignimbritas de composición dacítica y andesítica.

**Grupo Matagalpa:** (17 millones de años): Está formado por rocas volcano sedimentarias lacustres, piroclástico tobáceos, tobas ignimbríticas y lavas.

**Intrusivos intermedios:** Estos están formados por rocas intrusivas ácidas e intrusivas básicas; litológicamente estas rocas son impermeables.

**Rocas Metamórficas:** Compuestas principalmente de: filitas silíceas, esquistos, cuarcitas, pizarras silíceas, pizarras con sericitas, calizas cristalinas (mármol), tobas coloreadas y tobas basálticas. Este tipo de rocas se encuentran al sur de Pueblo Nuevo, en el cerro el Quiligüis.

**Cuaternario  
aluvial:**

Por último, las terrazas fluviales descansan sobre sedimentos más reciente, originadas de la meteorización de las rocas que conforman las zonas montañosas que circundan el área, consisten de gravas, arenas, limos y arcillas provenientes de ignimbritas y tobas.

**b) Clima:**

El municipio presenta condiciones de clima según la clasificación de KOPPEN, de Sabana Tropical con modificaciones por altitud, con una marcada estación seca, las temperaturas varían de acuerdo con la altitud (23.4 °C en las partes con menos altitud y 17.5°C en las partes mas altas) y humedades relativas variables.

Este tipo de clima favorece los procesos de intemperismo físico. Al ser mayores los valores de evapotranspiración (1493.3 mm/año) que los de precipitación (798 mm/año) hay poco lavado de bases por que el flujo del agua en el suelo es principalmente ascendente pero sin procesos evidentes de salinización de los suelos. Los valores de pH cercanos a la neutralidad son un reflejo del reducido lavado de bases.

La escasa vegetación propia de clima seco en combinación con las lluvias de intensidades altas y el relieve predominantemente escarpado provocan un proceso continuo de rejuvenecimiento de material parental como resultado de la erosión severa a que se ven sometidos los suelos del área.

En las partes mas húmedas, donde la precipitación (1000-1300 mm/año) es igual o mayor a la evapotranspiración (1000 mm/año), encontramos un mayor desarrollo en los suelos, migraciones físicas de materiales (arcilla) dentro del perfil del suelo, con un

horizonte argílico como evidencia y un mayor lavado de bases dando como resultado suelos maduros con perfiles bien diferenciados.

**c) Relieve:**

El área del Municipio de Pueblo Nuevo presenta diferencias marcadas en altitud, las que varían desde los 600 msnm en la parte baja de la cuenca, hasta los 1,730 msnm, en la parte más alta de la cuenca. Los cerros más altos son el "Aguacatal" con 1,730 msnm, cerro el "Moro" con 1,450 msnm, volcán de Somoto con 1,730 msnm. El área agrícola del Municipio está caracterizada por Terrazas Fluviales bien drenada; cuya altura medida en términos de metros sobre el nivel del mar, oscila entre los 500-800 msnm.

Las pendientes del terreno que predominan son extremadamente escarpadas (mayores a 45% de inclinación) y solo un 7% del área presenta pendientes casi planas o ligeramente inclinadas que se ubican en las terrazas fluviales.

**d) Zonas de Vida:**

El Municipio abarca seis zonas de vida, según Holdridge:

**Bosque húmedo subtropical, transición subhúmedo, (bh-S );** Presenta una precipitación de 800 mm/año, con temperaturas medias anuales de 22-23 °C y con altitudes que oscilan entre los 700-800 msnm.

**Bosque húmedo subtropical (bh-S);** Presenta una precipitación de 800-900 mm/año, con temperaturas medias anuales de 21-22 °C y con altitudes que oscilan entre los 800-900 msnm.

**Bosque húmedo subtropical, transición a muy húmedo (bh-S );** Presenta una precipitación de 900-950 mm/año, con temperaturas medias anuales de 20-21 °C y con altitudes que oscilan entre los 900-1000 msnm.

**Bosque muy húmedo subtropical, (bmh-S);** Presenta una precipitación de 1000-1100 mm/año, con temperaturas medias anuales de 19-20 °C y con altitudes que oscilan entre los 1000-300 msnm.

**Bosque muy húmedo montano bajo subtropical, (bm-h-MBS).** Presenta una precipitación de 1200-1300 mm/año, con temperaturas medias anuales de 18-19 °C y con altitudes que oscilan entre los 1300-1500 msnm.

**Bosque seco tropical, transición a subtropical (bs-T );** Presenta una precipitación de 800 mm/año, con temperaturas medias anuales de 23-24 °C y con altitudes que oscilan entre los 600-700 msnm.

**e) Tiempo:**

El material parental más viejo corresponde al Grupo Matagalpa con aproximadamente 17 millones de años pertenecientes al Mioceno, le sigue el Grupo Coyol 13-15 millones de años hasta los sedimentos del cuaternarios mas recientes con edades menores de 10 millones de años.

**4.3.2. Procesos de formación de los suelos.**

Los procesos de formación son una secuencia de sucesos donde van incluidas reacciones químicas y redistribuciones de la materia que afectan íntimamente al suelo. La meteorización o intemperización es un proceso precursor de la formación del suelo, realizándose este proceso con la intervención de agentes climáticos (temperatura y precipitación) y organismos vivientes (plantas y animales), este proceso es una transformación gradual de los minerales primarios de las rocas, a través de procesos físicos, químicos y biológicos; confiriéndole al suelo características que lo distinguen del material original. La importancia que tiene la génesis de los suelos radica en que nos permite predecir su comportamiento ante diferentes condiciones de manejo.

En el municipio de Pueblo Nuevo los procesos de formación de los suelos ocurren de esta manera:

a) Suelos jóvenes con muy poco o ningún desarrollo evolutivo y sin diferenciación de horizontes, superficiales con afloramientos rocosos (Orden Entisol). Entre estos se encuentran suelos con desarrollo genético reciente, o joven de formación y que por lo tanto no han sufrido efectos evolutivos significativos. También puede ser por un desarrollo regresivo, el cual esta influenciado por los factores de Relieve, Clima y a la intervención humana ya que han sufrido un proceso de erosión intensa, estos suelos tuvieron horizontes diferenciados pero en la actualidad por el

proceso erosivo a que están sometidos no presentan horizontes desarrollados. Los procesos de formación que más influyen en estos suelos son la desintegración y transformación del material rocoso, junto a la ganancia de materia orgánica en el horizonte superficial óchrico, seguidos por procesos de erosión intensa.

**Material parental**

Ignimbrita dacítica: Ap - R  
Basalto: Ap - C - R  
Suelos Recientes (orden Entisoles)

b) Suelos con cierto grado de desarrollo pero que se consideran jóvenes o también llamados suelos de volteo, éstos presentan horizontes mezclados homogéneos (Orden Vertisoles).

Los procesos de formación que más influyen en la formación de estos suelos son: el proceso de haploidización lo cual lo mantiene en homogenización constante que no da lugar a la diferenciación de horizontes, le favorece también para su formación la alternancia de periodos húmedos y secos, en los cuales las arcillas 2:1 (Montmorillonita) que lo constituyen se expanden cuando se humedecen y se contraen cuando se secan formando grietas, originando una mezcla de materiales al rellenarse las grietas con material de los horizontes superiores; otro proceso frecuente en estos suelos es la gleyzación originada por el mal drenaje, dando colores oliváceos y/o moteados.

**Material parental**

Sedimentos Ap - Bw - C1 - Cg2 -R  
Coluvio-Aluviales  
Basalto Ap - Bw - Cg - R  
Suelos Jóvenes (Orden Vertisoles)

c) Suelos bien desarrollados que presentan horizontes bien diferenciados (Orden Mollisoles). Los procesos que actúan en la formación de estos suelos son: El proceso de erosión de las partes más altas arrastrando el material más fino y depositado en la parte baja de la cuenca, así como la constante acumulación de materia orgánica en todo el perfil de suelo, lo que los hace rico en materia orgánica.

Los factores de formación de suelos han sido más fuertes o han actuado durante un período de tiempo más largo. Como consecuencia de esto, los cambios físicos y químicos son más pronunciados. Los minerales meteorizables han sido reducidos a tamaños más pequeños, y los movimientos físicos y químicos del material más fino del suelo ha resultado en una diferenciación de horizontes y en la acumulación de arcilla fina en el subsuelo.

Material parental

Sedimentos Aluviales: Ap - Bw - C - 2Ab - 2C

Suelos desarrollados (Orden Mollisoles)

d) Suelos Maduros donde los procesos han actuado más intensivamente (Orden Alfisoles), que presentan una diferenciación de horizontes bien definidas, con procesos bien marcados de evolución como la formación del horizonte argílico, el cual se origina por la pérdida de arcilla del horizonte superficial y la acumulación en el horizonte subyacente, ocurriendo de manera general procesos de pérdidas y ganancias "in situ". Estos procesos están influenciados por los factores como el clima (período húmedo seguido por un período seco) y la edad de los suelos.

Estos suelos han sufrido un proceso de descomposición más intenso producto de los diferentes factores que actuaron en su formación,



como es el clima y el relieve así como el tiempo que ha actuado sobre el material parental, por lo que estos suelos presentan una diferenciación clara de horizontes, así como pérdida y ganancia de minerales por lo cual se distingue un horizonte pálido en la superficie producto de la pérdida de minerales y un horizonte iluvial de acumulación de estos minerales perdidos llamado horizonte argílico.

#### Material parental

Basalto y Aglomerado: Ap - A2 - Bt1 - Bt2 - C - R  
Suelos maduros (Orden Alfisoles)

#### Significado de los símbolos:

Ap: Horizonte mineral caracterizado por una acumulación de materia orgánica humificada, íntimamente mezclada con la fracción mineral y tienen propiedades resultantes de su cultivo, del pastoreo o similares tipos de disturbios.

Bt: Horizonte que se ha formado debajo de un horizonte A caracterizado por la concentración iluvial de arcilla silicatada.

Bw: Horizonte que se ha formado debajo de un horizonte A caracterizado por el desarrollo del color o la estructura o ambos, con poca o ninguna acumulación aparente de material iluvial.

C: Horizontes o capas, excluyendo la roca dura, que están poco afectados por procesos pedogenéticos. La mayoría son capas minerales.

Cg: Horizontes o capas, excluyendo la roca dura, que están poco afectados por procesos pedogenéticos. La mayoría son capas minerales. Se diferencia del anterior por que manifiesta moteados como consecuencia de problemas de drenaje.

R: Roca Madre Dura.

Los números arábigos son usados para subdividir horizontes o capas sucesivas en base a características morfológicas evidentes, tales como la estructura, el color o la textura.

#### 4.3.3 Clasificación taxonómica de los suelos.

Los suelos del Municipio de Pueblo Nuevo fueron clasificados en las siguiente categorías: órdenes, subórdenes, gran grupo y subgrupo, según la Clasificación Taxonómica de suelos (USDA 1990).

##### a) ENTISOLES

Los suelos pertenecientes a este orden tienen muy poca o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes pedogenéticos. Solamente tienen un epipedón óchríco (capa superficial de suelo color pálido), muy delgado que descansa directamente sobre la roca subyacente.

Los entisoles son principalmente suelos que carecen de un horizonte de diagnóstico que no sea óchríco. Son comunes en superficies geomorfológicas muy recientes, con pendientes escarpadas que están sujetas a la erosión activa, o en abanicos aluviales donde se han depositado materiales recientemente erosionados.

Se encuentran ubicados en los sistemas terrestres siguientes: Sistemas de Serranías, Sistemas de Colinas, Sistemas de Conos Cratéricos en donde las pendientes varían desde 15% hasta más del 45%, debido al mal uso que se les ha dado a estos suelos, se encuentran en estado avanzado de degradación, lo que no permiten que soporten el uso que tienen actualmente, por lo que éstas áreas deben ser destinadas a la recuperación por medio de bosques de protección o sistemas agroforestales adaptados a las condiciones edafoclimáticas de estos suelos.

Estos suelos están ubicados en las áreas que presentan pendientes pronunciadas y que han estado sometidas a la sobre explotación o al sobre pastoreo; se localizan en el cerro El Quiligüis, las partes altas de La Laguneta, Cofradía y en las colinas próximas a la ciudad de Pueblo Nuevo, (ver mapa de suelo).

Los Entisoles en el Municipio de Pueblo Nuevo ocupan un área aproximadamente de 4554 ha, para un 20.7 % del área total.

Sub orden: Orthents por presentar condiciones típicas de suelos con pendientes mayores del 30%.

Gran grupo: Ustorhents porque presentan régimen de humedad ústico, ya que se mantiene seco por más de 90 días acumulativo en la mayoría de los años, pero la sección de humedad está húmeda por más de 180 días acumulativos.

Dentro del Gran Grupo Ustorhents se clasificaron los siguientes Subgrupos taxonómicos:

Lithic

Ustorhents

(Elu): porque son suelos superficiales encontrándose la roca a menos de 50 cm o en la superficie.

Paralithic

Ustorhents

(Epu): porque tienen un contacto paralithico (la roca puede partirse con la pala) a una profundidad de 50 cm.

Vertic

Ustorhents

(Evu): Por presentar grietas en algún período en la mayoría de los años, que tienen 1 cm o más de ancho, tienen más del 35% de arcilla.

Typic

Ustorthents

(Etu): por ser los más comunes y por no presentar otras características para otros subgrupos.

#### b) VERTISOLES

Los vertisoles son suelos arcillosos o barrialosos, pegajosos o los llamados Zonsocuite, constituidos por arcillas que se expanden cuando se humedecen y se contraen o se agrietan en la estación seca. Se definen como suelos minerales sin un contacto lítico (roca) dentro de los primeros 50 cm de profundidad, pero que después de mezclar los primeros 18 cm tienen 30% o más de arcilla (barro) en todos sus horizontes hasta un metro de profundidad, o un contacto con la roca o con roca suelta, o con un horizonte cálcico si está a menor profundidad.

En los periodos secos tienen grietas con un ancho mínimo de un centímetro a profundidades de 50 cm si no son regados.

Tienen una o más de las siguientes características:

- a) Relieve gilgay o sea pequeños montículos.
- b) En profundidades entre 25 cm y 1 metro tienen caras de deslizamiento (slickensides).
- c) En profundidades entre 25 cm y un metro tienen agregados estructurales naturales en forma de cuña o paralelepípedos con inclinaciones de 10-60° con respecto a la horizontal.

Estos vertisoles son principalmente de arcilla del tipo de la montmorillonita, son extensivos en depresiones, llanos y en planicies con escurrimiento superficial lento. También se encuentran en pendientes hasta del 15 % donde el suelo se ha formado de basaltos y de otras rocas altas en bases y fácilmente meteorizables.

Las marcadas estaciones lluviosas y los periodos secos, contribuye a la rápida meteorización del material de roca. La acumulación de material alto en bases, sobre superficies casi planas o en depresiones contribuye al desarrollo de estos suelos.

Los vertisoles están muy difundidos, pero son más comunes en las zonas de vida más secas, en el Municipio de Pueblo Nuevo los encontramos en las siguientes unidades geomorfológicas: Sistemas de Terrazas Fluviales, Sistemas de Mesas y en los Sistemas de Terrazas en pendientes de 0 - 15%, generalmente estos suelos están siendo utilizados para la siembra de cultivos anuales, pastos y en la agricultura de riego, presentan buenas propiedades químicas, pero de difícil laboreo. En el Municipio de Pueblo Nuevo estos suelos ocupan un área de 3,608 ha, para un 16.4 % del área total.

Son suelos originados de materiales transportados de las partes más altas o materiales depositados por los ríos en los terrenos más bajos (Sistema de Terrazas Fluviales), se encuentran ubicados la mayor parte en Casa Blanca, el Rosario, Chilincocal, podemos encontrarlos también en algunas áreas pequeñas en los Sistemas de

Mesas y Sistemas de Terrazas en Santa Martha, Chagüitón, El Consuelo y Los Llanos, en pendientes de 0-15%.

#### Sub Orden

Uderts: Por presentar grietas que se abren y se cierran una o más veces durante el año, en la mayoría de los años, pero no permanecen abiertas por más de 90 días acumulativas en la mayoría de los años.

### Gran grupo

**Pelluderts:** Por que presentan colores oscuros en los primeros 30 cm.

Dentro del Gran grupo Pelluderts se clasificaron los siguientes Subgrupos taxonómicos:

#### Entic

##### pelluderts

(Vep): Por presentar profundidad de 30 cm y value en húmedo (color del suelo) de 4 (oscuro) o más en el horizonte superficial.

#### Typic

##### Pelluderts

(Vt $\Psi$ ): Por no presentar otras características y ser típicos para estos suelos, además de ser los suelos más comunes.

### c) MOLLISOLES

Los Mollisoles son suelos que tienen un epipedón mólico (capa de suelo negro, suave, de fácil laboreo). Este se define como un horizonte mineral superficial con un mínimo de 1% o más de materia orgánica, generalmente tiene un espesor de 18 cm a más de 25 cm, tiene una saturación de bases (Calcio, Potasio, Magnesio y Sodio) mayor del 50%.

Tienen estructura moderada a fuerte. Se forma por la descomposición de residuos orgánicos y la deposición de materiales aluviales en las partes bajas; sin embargo, también podemos encontrar este tipo de suelo por efecto de procesos coluvio aluviales. Los residuos orgánicos consisten principalmente de raíces, tallos y hojas, los cuales se descomponen y se incorporan al suelo. Los Mollisoles están localizados, en el Municipio de Pueblo Nuevo, en los

siguientes Sistemas Terrestres: Sistema de Terrazas Fluviales y Sistemas de Mesas; ocupan un área de 4598 ha, para un 20.9 % del área total. Con pendientes de 0-4%, se encuentran ubicados en los siguientes lugares: Paso Hondo, La Lamilla, San Antonio, Río Abajo y en las planicies de Santa Ana.

Presentan horizontes de color oscuro, suave de textura liviana (francos), de fácil laboreo, bien drenados y con alta fertilidad que los ubica como los suelos más productivos.

#### Sub Orden

Ustolls: Por presentar un régimen de humedad ústico, el cual permanece seco por más de 90 días acumulativos.

#### Gran grupo

Haplustolls: Por no presentar características para otros grandes grupos.

Dentro del Gran grupo Haplustolls se clasificaron los siguientes Subgrupos:

#### Udic

##### Haplustolls

(Muh): Son suelos que no presentan acumulaciones de carbonatos en todo el perfil, debido a que están secos durante 90 días o menos en la mayoría de los años.

#### Typic

##### Haplustolls

(Mth): Por ser el suelo típico o común para el concepto central de Haplustolls ya que no presentan características mezcladas (intergradaciones o extragradaciones) de otros subórdenes.

Fluventic

Haplustolls

(Mfh): Por que tienen un decremento en el contenido de carbono orgánico con el incremento de la profundidad, o tienen un incremento de carbono orgánico mayor de 0.3% a una profundidad de 125 cm.

Gran grupo:

Argiustolls: Por que presenta un horizonte argílico.

Dentro del Gran grupo Argiustolls se clasificó el Subgrupo taxonómico:

Typic

Argiustolls

(Mt~~a~~): Por no presentar otras características para otros Subgrupos.

Sub Orden

Udolls: Por presentar régimen de humedad údico o sea que no permanecen secos por más de 90 días acumulativos.

Gran grupo

Hapludolls: Por que reúne las condiciones mínimas para éste Gran grupo, sin presentar horizontes argílicos, ni actividades de lombrices, ni colores rojizos.

Dentro del Gran grupo Hapludolls se clasificó el siguiente Subgrupo taxonómico:

Typic

Hapludolls

(Mtad): Por ser los típicos y no presentar características para otros subgrupos.



#### d) ALFISOLES

Por lo general estos suelos tienen un epipedón óchrico, un horizonte argílico y una saturación de bases de moderada a alta. Además pueden presentar otros horizontes incluyendo un fragipan, un duripan, un horizonte nátrico, un horizonte petrocálcico y plintita. Estos suelos han sufrido un proceso de descomposición más intenso producto de los diferentes factores que actuaron en su formación, como es el clima y el relieve así como el tiempo que ha actuado sobre el material parental, por lo que estos suelos presentan una diferenciación clara de horizontes, así como pérdida y ganancia de minerales por lo cual se distingue un horizonte pálido en la superficie producto de la pérdida de minerales y un horizonte Iluvial de acumulación de estos minerales perdidos llamado horizonte argílico.

Los procesos de formación de estos suelos son la translocación de la arcilla del horizonte superficial al horizonte subyacente, formándose el horizonte argílico (Bt), con alto contenido de arcilla, pérdidas de materiales por la lixiviación y la arcilla del horizonte superficial, quedando un horizonte pobre o medio en bases. Se distinguen por que presentan un horizonte argílico (horizonte subsuperficial arcilloso) y presentan saturación de base mayor de 35% pero menor de 50% y presentan un horizonte superficial claro por la pérdida de minerales (arcilla).

Los Alfisoles están localizados, en el Municipio de Pueblo Nuevo, en los siguientes sistemas terrestres: Sistemas de Mesas, Sistemas de Serranías y Sistemas de Montañas Escarpadas; ocupan un área de 9,240 ha, para un 42 % del área.

Son suelos bien desarrollados, con características distintas al material que le dio origen, producto del grado de desarrollo y los

procesos que actuaron en la formación. Presentan una secuencia de horizontes Ap - A2 - Bt1 - Bt2 - C - R, están ubicados en las partes más altas de la cuenca ocupando la mayor parte del área, localizados en los siguientes lugares: Cerro de Somoto, Motolín, la Virgen, Chagüitón, el Colorado y el Consuelo. Presentándose en pendientes de 30% a más.

#### Sub Orden

**Udalfs:** Por encontrarse en régimen de humedad údico con más de 9 meses húmedos y no permanecen secos por un período de más de 90 días acumulativos.

#### Gran grupo

**Hapludalfs:** Por presentar las condiciones mínimas para pertenecer a este gran grupo.

Dentro del Gran grupo Hapludalfs se clasificó el siguiente Subgrupo taxonómico:

#### Typic

#### Hapludalfs

**(Ath):** Por no presentar características o propiedades que lo ubiquen en otro sub grupo.

#### Gran grupo

**Kandiudalfs:** Por presentar un horizonte kándico y no tener contacto lítico dentro de los 30 cm.

Dentro del Gran grupo Kandiudalfs se clasificó solamente un Subgrupo taxonómico:

Rhodic

Kandiudalfs

(Ark): Por tener un horizonte argílico o kándico con un hue de 2.5YR o más rojizo.

Sub Orden

Ustalfs: por encontrarse en régimen de humedad ústico que pasan secos por más de 90 días acumulativos.

Gran grupo

Haplustalfs: Por no tener las características y propiedades de otros grandes grupos.

Dentro del Gran grupo Haplustalfs se clasificó el Subgrupo taxonómico:

Lithic

Haplustalfs

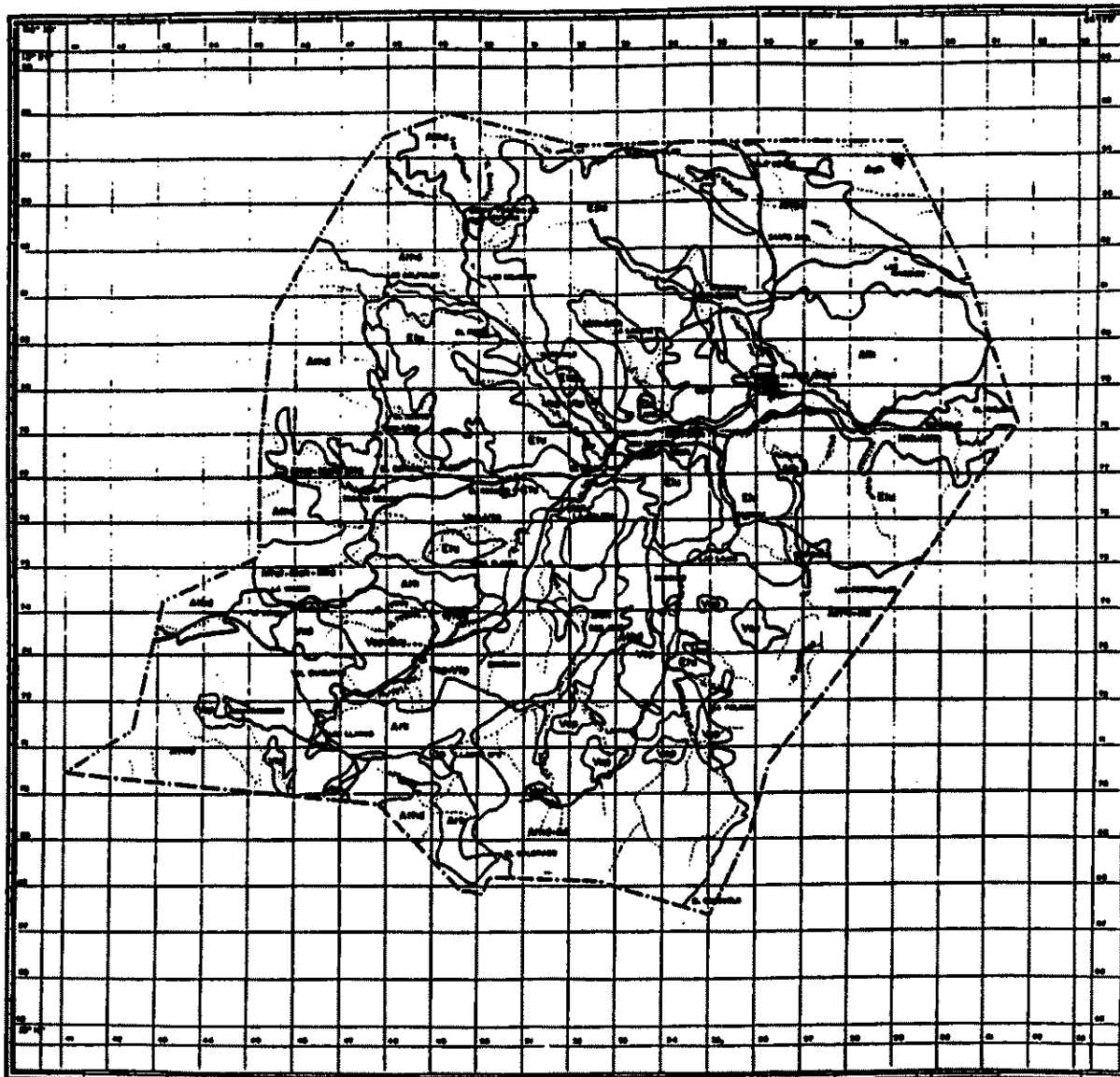
(Alh): Por tener un contacto lítico dentro de los 50 cm.

**Cuadro 4.3 Características principales de los suelos encontrados en Pueblo Nuevo.**

ORDEN	Características principales	Area(ha)	%
Entisoles	Son suelos delgados que no tienen una capa de suelo lo suficiente para ser cultivados, presentan rocas en la superficie que limitan el desarrollo de las plantas, están siendo utilizados para pastos y tacotales.	4554.00	20.70
Vertisoles	Son los llamados suelos barridosos o pegajosos, aquellos que en época de lluvia los hace difícil para ser labrados o prepararlos y que en la época seca se rajan, son utilizados para cultivos de granos, hortalizas y algunas áreas con pastos.	3608.00	16.4
Mollisoles	Se trata de aquellos suelos que presentan una fertilidad natural alta y que son clasificados por los productores como los mejores suelos para la agricultura, presentan condiciones buenas para el laboreo, son suaves y no se encharcan en el invierno, son usados para granos básicos, hortalizas y para la agricultura de riego	4598.00	20.90
Alfisoles	Son suelos de moderada fertilidad, con cierto grado de desarrollo, presentan un perfil con horizontes bien diferenciados, se caracterizan por que presentan colores más claros que los Mollisoles, tienen mayor cantidad de barro que los suelos anteriores por de bajo de la capa fértil (la capa que esta en la superficie y que generalmente es la capa de suelo más fértil), son usados para agricultura en las partes bajas y en las partes altas con pastos o café.	9240.00	42.00
Total		22000	100%

**Cuadro 4.4** Area y porcentaje de los suelos encontrados en el Municipio de Pueblo Nuevo.

ORDEN	Sub grupo	Area (ha)	%
<b>Alfisoles</b>		9240.00	42
	Ath	3432.00	15.6
	Ath + Ild	3586.00	16.3
	Alh	924.00	4.2
	Ark	792.00	3.6
	Auh	506.00	2.3
<b>Mollisoles</b>		4598.00	20.9
	Mth+Mfh	2269.40	10.3
	Meh	535.00	2.4
	Mtad	1151.20	5.2
	Mtat+Meh+Mta	642.40	2.9
<b>Vertisoles</b>		3608.00	16.4
	Vep + Vtp	2222.00	10.1
	Vep	682.00	3.1
	Vtp	396.00	1.8
	Vep+Evu	308.00	1.4
<b>Entisoles</b>		4554.00	20.7
	Elu	1562.00	7.1
	Epu	2112.00	9.6
	Etu	880.00	4.0
<b>Total</b>		22000	100%



## LEYENDA

Orden	Sub grupo	Area ha	%
<b>ALFISOL</b>		9240.0	42.0
TYPIC HAPLUDALS	Ah	3432.0	15.6
TYPIC HAPLUDALS + LITHIC EPITHUDALP	Ah-ld	3586.0	16.3
LITHIC HAPLUDALS	Ah	924.0	4.2
REGIC HAPLUDALS	Art	792.0	3.6
UDIC HAPLUDALS	Au	506.0	2.3
<b>MOLLISOL</b>		4896.0	20.9
TYPIC HAPLUSTILLS + FLUVENTIC HAPLUSTILLS	Mh-Mh	2269.4	10.3
ENTIC HAPLUSTILLS	Mh	535.0	2.4
TYPIC ARBUSTILLS	Mhd	1151.2	5.2
TYPIC ARBUSTILLS + ENTIC HAPLUSTILLS	Mhd-Mh-Mh	642.4	2.9
<b>VERTISOL</b>		3606.0	16.4
ENTIC PELLUSERTS + TYPIC PELLUSERTS	Vp-Vp	2222.0	10.1
ENTIC PELLUSERTS	Vp	682.0	3.1
TYPIC PELLUSERTS	Vp	396.0	1.80
ENTIC PELLUSERTS + VERTIC USERTHENTS	Vp-Eu	307.0	1.4
<b>ENTISOL</b>		4564.0	20.7
LITHIC USERTHENTS	Eu	1562.0	7.1
PARALYTHE USERTHENTS	Epl	212.0	9.6
TYPIC USERTHENTS	Eu	680.0	4.0

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

### MAPA DE SUELOS

REALIZADO POR: ING INF DANILLO RIVERA VANEGAS

REVISADO POR: ING CARLOS ZELAYA

DISEÑADO POR: ABDEL GARCIA

ESCALA: 1:50 000

LOCALIDAD: PUEBLO NUEVO

ENTIDAD: ALCALDIA PUEBLO NUEVO

AREA: 220 Km

FECHA: 26 05 95

**Cuadro 4.5 Uso actual de la tierra en Pueblo Nuevo**

Tipo de uso	Area (Ha)	%
Agricultura Intensiva	748.00	3.4
Agricultura Temporal	5,390.00	24.5
Pasto Bosque	9,108.00	41.4
Café Bosque	3,124.00	14.2
Bosque Denso	682.00	3.1
Bosque Ralo	264.00	1.2
Pasto	528.00	2.4
Tacotal Pasto	2,156.00	9.8
<b>Total</b>	<b>22,000</b>	<b>100</b>

Fuente: Mapa de uso Actual de Pueblo Nuevo. Irias, R. 1995.

#### **4.4 Recursos forestales.**

El Municipio de Pueblo Nuevo dispone de un 3.1 % del área total en bosques densos (bosques de protección), un 14.2 % de bosques combinados con café y un 41.4 % del área está ocupada con pastos (incluyendo los pastos naturales), y bosques. Estos usos representan un total de 58.7 % del área total del Municipio cubierta con estos tipos de vegetación. Sin embargo, no representa un potencial forestal (de explotación) por encontrarse estas áreas sobre-explotadas y las pequeñas áreas de bosque denso están ubicados en suelos de clase VIII (protección de la vida silvestre), lo que los hace no aprovechable en términos de extracción forestal.

Las áreas de vocación o aptitud forestal, han sido desforestadas y convertidas en pastizales y solo existen unos pocos árboles ralos combinados con el pasto; igual sucede en las áreas donde existe el sistema de café con sombra o café con bosque, donde las especies de valor comercial fueron cortadas, dejando únicamente las especies de

poco valor forestal como: Majagua, aguacate, lechoso, matapalo, guaba, sangregrado, ojoche, chichicastón y otras especies de poco valor comercial.

En la parte baja (550-700 msnm) de la cuenca se caracteriza por presentar un tipo de bosque seco subtropical, con especies arbustivas de porte bajo y sólo unas pocas especies de porte alto. Las especies más predominantes de porte bajo son las siguientes:

- a) Quebracho liso: Mimosa arenosa
- b) Nance: Byrsonima crassifolia
- c) Carbón: Acacia pennatula
- d) Cornizuelo: Acacia collinsii
- e) Huiliguiste: Karwinskia calderonii
- f) Brasil: Haematoxylum brasiletto
- g) Jifocua: Bursera simarouba
- h) Mandagual:
- i) Sacuanjoche: Plumeria rubra
- j) Amarguito: Tecoma stans

Especies de porte alto:

- a) Guanacaste de oreja: Enterolobium cyclocarpum
- b) cedro real: Cedrela odorata
- c) Carao: Casia grandis
- d) Laurel: Cordia alliodora
- e) Granadillo: Platymiscium pimnatum
- f) Guapinol: Hymenaea courbaril
- g) Ceiba: Ceiba pentandra
- h) Genízaro Phithecellobium saman

La parte media de la Cuenca (700-900 msnm) se caracteriza por presentar un tipo de vegetación subperennifolia con muchas plantas epifitas, predominando la barba de viejo; en este gradiente es característico que las especies de plantas son de porte más alto,



debido al aumento de las precipitaciones y a la prolongación del período húmedo; entre las especies de plantas predominantes están las siguientes:

- a) Madero negro o madriado: Gliricidia sepium
- b) Sardinillo o Amarguito: Tecoma stans
- c) Cedro real: Cedrela odorata
- d) Roble: Quercus oocarpa
- e) Ocote o Pino: Pinus oocarpa
- f) Laurel: Cordia alliodora
- g) Guanacaste: Enterolobium cyclocarpum
- h) Carbon de montaña: Acacia pennatula
- i) Carao. Casia grandis
- j) Aguacate de monte: Persea sp
- k) Macuelizo: Tabebuia rosea.
- l) Capulín: Mutingia calabura.

También predominan algunas especies de plantas epífitas y plantas arbustivas características de zonas más frescas, como son:

- a) Barba de viejo: Tillandsia usneoides
- b) Espadillo: Yucca elephantipes

En la parte alta de la cuenca, comprendido dentro de los 900 msnm hasta la alturas máximas de la cuenca que son de 1,400 - 1,500-1700 msnm.

Se caracteriza por presentar las zonas de vida: bosque muy húmedo subtropical (bmh-S); bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MBS), caracterizado por presentar las máximas precipitaciones que son de 1000 - 1200 - 1300 mm, con temperaturas de 18°C. Este gradiente se diferencia de los otros por presentar un tipo de vegetación perennifolia y es donde se cultiva la mayor parte del café del Municipio, es características en estas alturas la

presencia de abundantes plantas epífitas como musgos, helechos y donde quedan algunos remanentes de bosque primario principalmente en las partes más altas del municipio es característico en esta altitud la presencia de una atmósfera más húmeda, produciendo un tipo de bosque de nebliselva.

En este gradiente predominan las especies adaptadas al clima húmedo, estas especies de plantas se caracterizan por presentar un porte alto perennifolia y se encuentran cubiertas casi en su totalidad por plantas epífitas de la familia de las orquídeas, así como musgos y helechos.

**Especies de plantas predominantes:**

- a) Lechoso:
- b) Aguacate nico: Persea americana
- c) Aguacate de monte: Persea coerulea.
- d) Aguacate canelo: Persea coerulea.
- e) Majagua: Heliconia appendiculata
- f) Guaba: Inga densiflora
- g) Roble: Quercus oocarpa
- h) Ocote: Pinus oocarpa
- i) Mora: Chlorophora tinctoria.
- j) Tatascan: Vernonia patens.
- k) Trotón:
- l) Coralillo: Erythrina berteroana
- m) Cordoncillo: Piper aduncum
- n) Santa María: Piper auritum
- o) Sangredrigo: Crotón.
- p) Muñeco: Cordia bicolor.
- q) Ojoche: Brosimum alicastrum.
- r) Lacume:

En las partes donde no ha sido intervenido y que todavía se conserva el bosque original existe un sotobosque característico de zonas húmedas y frescas como son:

a) Helechos arbustivos: Cyathea arbórea

b) Pacaya: Chamaedorea sp.

c) Musgos:

Algunas plantas medicinales como:

Sarza parrilla, Caña agria, Uva de Montaña, Calaguala, Excursionera, etc.

También se encuentran abundantes leanas trepadoras y abundantes plantas epífitas.

Esta zona se encuentra en pendientes muy pronunciadas, por lo que se deberían tomar todas las medidas para la conservación de este tipo de bosques que representan un valioso patrimonio Municipal, tanto para la recreación, como para investigaciones científicas, ya que esta parte es la única reserva, que conserva especies originales (primitivas) en la zona y que representa el límite de áreas destinadas a la reserva biológica; además dada las características de relieve que presentan estas zonas, su mejor aprovechamiento es: el ecoturismo, banco genético y para la protección de especies en extinción.

El sistema pasto-bosque, se originó con el avance de la frontera agrícola en donde estas áreas fueron taladas y quemadas para convertirlas en áreas de cultivo y en poco tiempo (3-5 años) cuando los suelos perdieron su fertilidad fueron destinadas al pasto y a la ganadería extensiva, con sobrepastoreo, observándose suelos completamente degradados por la erosión y compactación, con pérdida de la biodiversidad florística y faunística.

Este sistema representa en términos de área 9108 ha., lo que

representa un 41.4 % del área total, indicando claramente la sobreutilización a la que han estado sometidos los bosques.

En las áreas donde predomina el bosque muy ralo, entre las especies de valor comercial encontramos al roble (Quercus oocarpa), en algunas áreas pequeñas se pueden encontrar asociaciones con ocote (Pinus oocarpa), estas áreas se encuentran ubicadas en los siguientes lugares: Guasuyuca, Motolín, Horno, Macuelizo, Chagúitón, Colorado, Consuelo y Santa Martha.

Los tacotales, son una especie de bosques sucesionales, producto de la tala del bosque natural primario, dando lugar a la formación de este tipo de bosque, el cual se caracteriza por ser de porte arbustivo y de uso energético principalmente, exceptuando algunas especies que son utilizadas para construcción o para postes de cerca; estas especies generalmente son de clima seco encontrándose las siguientes:

- Quebracho liso: Lysoloma sp
- Quebracho negro: Lysoloma sp
- Carbón: Accacia pennatula
- Nance de cerro: Byrsonima crassifolia
- Mandagual:
- Brasil: Haematoxylum brasiletto
- Huiliguiste: Karwinskia calderonii
- Madero negro: Gliricidia sepium
- Amarguito o Sardinillo: Tecoma stans
- Gallito: Erythrina fusca

El proceso de degradación del bosque se ha acelerado por mal manejo de las áreas agrícolas, dando como resultado una gran densidad de drenaje de la cuenca en las partes altas, donde ha sido completamente desforestada, originando con ello la erosión de los

suelos fértiles superficiales de la parte alta y causando inundaciones en la parte baja de la cuenca.

Por otro lado, los bosques de galería (bosque a la orilla de los ríos), han sido talados quedando al descubierto las márgenes de los ríos, repercutiendo esto en una mayor evaporación de la superficie del agua del río o en el secamiento total del cauce, por tal razón actualmente se observa que los ríos, que no hace mucho tiempo transportaban agua todo el año, hoy sólo lo hacen en la época lluviosa, como ejemplo podemos mencionar el Río el Rosario el cual es un afluente importante del Río Pueblo Nuevo y que en la época seca cesa su caudal completamente.

La degradación de recursos naturales se manifiestan en lugares específicos del Municipio, así, existen zonas completamente degradadas como la zona de "Las Lagunetas, Hatillos, Sur de Pueblo Nuevo", en la cual todos los recursos existentes (bosque, agua, suelo), han sido completamente agotados y actualmente se manifiesta un secamiento de las fuentes de agua, disminución de rendimientos de los cultivos por pérdida de la fertilidad y erosión de los suelos. Así mismo se ha observado que la pérdida de biodiversidad de plantas ha repercutido en la escasez de leña y madera en estos lugares.

#### **4.5 Hidrología**

##### **4.5.1 Información sobre los factores climáticos**

El municipio de Pueblo Nuevo no cuenta con una estación meteorológica, por lo cual se obtuvieron los datos climáticos de la estación meteorológica de Condega distante a 9 Km de la cabecera municipal. Esta estación es de Tipo B y está ubicada en los 13° 22' 06" de Latitud Norte y los 86° 23' 48" Longitud Oeste, con una

altitud de 560 msnm por un período de registro de 34 años (1957 - 1991).

**a) Temperatura:**

Para el Municipio de Pueblo Nuevo que presenta una gran variación en altitud, desde los 560 msnm hasta los 1,500 msnm se determinó la temperatura para diferentes altitudes. Para una altura de 600 msnm la temperatura es de 23.4°C, hasta llegar a la máxima altura 1,500 msnm con 17.5°C.

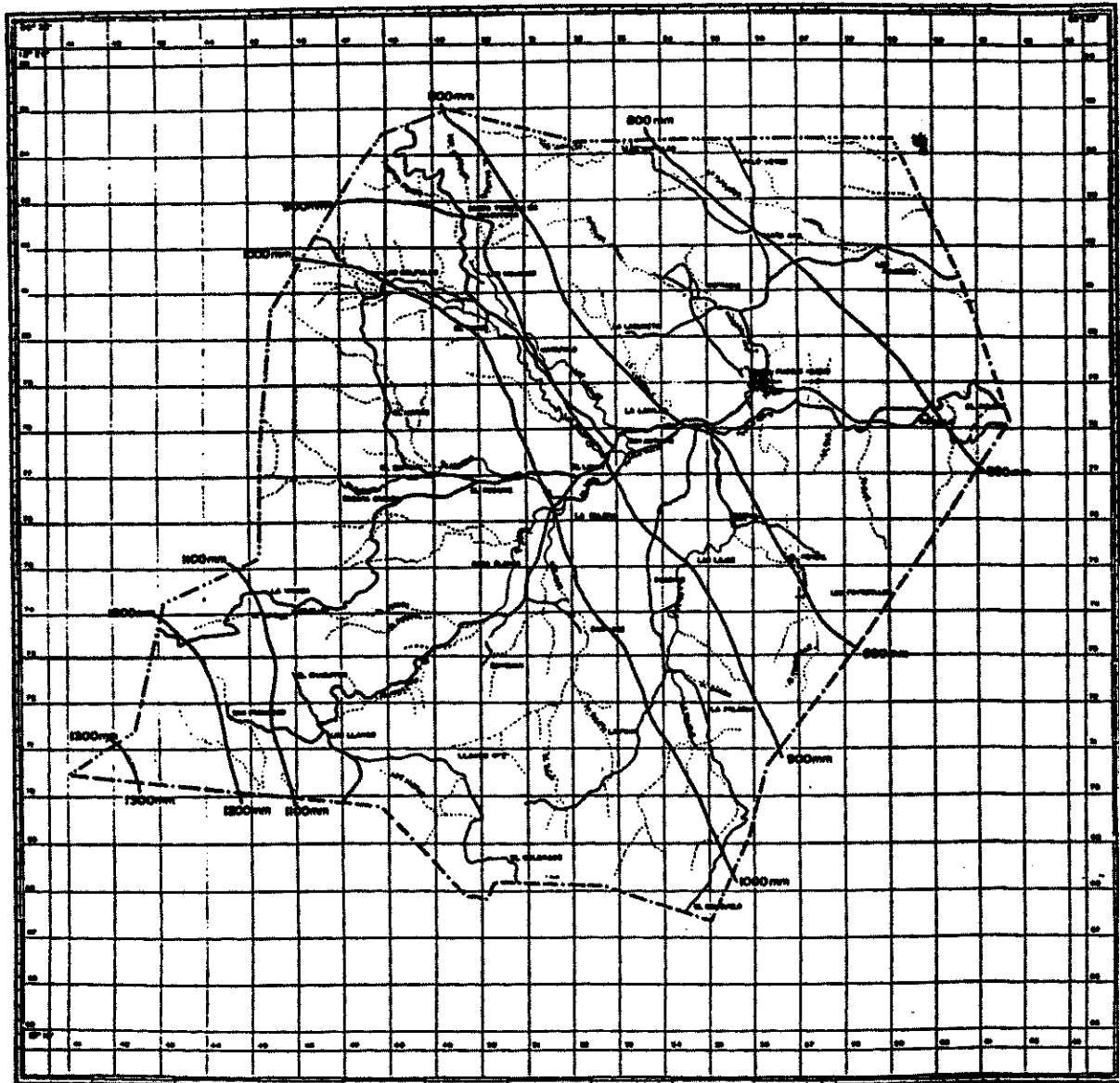
La distribución anual de la temperatura es desde valores que varían de 21.8°C, en el mes de Diciembre, hasta los 24.9°C (ver cuadro 4.6) que registra en promedio el mes de Mayo. La media anual es de 23.4°C.

**b) Precipitación.**

La distribución de la precipitación varía de 850 a 1,200 mm. El período lluvioso inicia en Mayo (118 mm) y termina en Octubre (139 mm), siendo Octubre el mes de mayor precipitación (139 mm), y los meses de Julio y Agosto presentan el veranillo o canícula con 86 mm y 94 mm respectivamente. La estación seca se inicia en Noviembre (35 mm) y finaliza en Abril (18 mm), localizándose la época más seca en los meses de Enero (7 mm) y Febrero (5 mm).

**c) Evapotranspiración potencial.**

Los rangos de Evapotranspiración oscilan entre 90-160 mm por mes (ver cuadro), alcanzando sus valores máximos en los meses de Marzo (144 mm) y Abril (160 mm); así mismo el valor mínimo corresponde a los meses de Noviembre (105 mm) y Diciembre (109 mm).



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
 ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS  
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

MAPA DE ISOYETAS

PAIS: PERU  
 DEPARTAMENTO: MIDINRA (1983)  
 PROVINCIA: ABDEL GARCIA  
 ESCALA: 1:50000

UBICACION: PUEBLO NUEVO  
 MUNICIPIO: ALCALDIA PUEBLO NUEVO  
 AREA: 220 Km<sup>2</sup>  
 FECHA: 26 05 95

**Cuadro 4.6 Datos climáticos.**

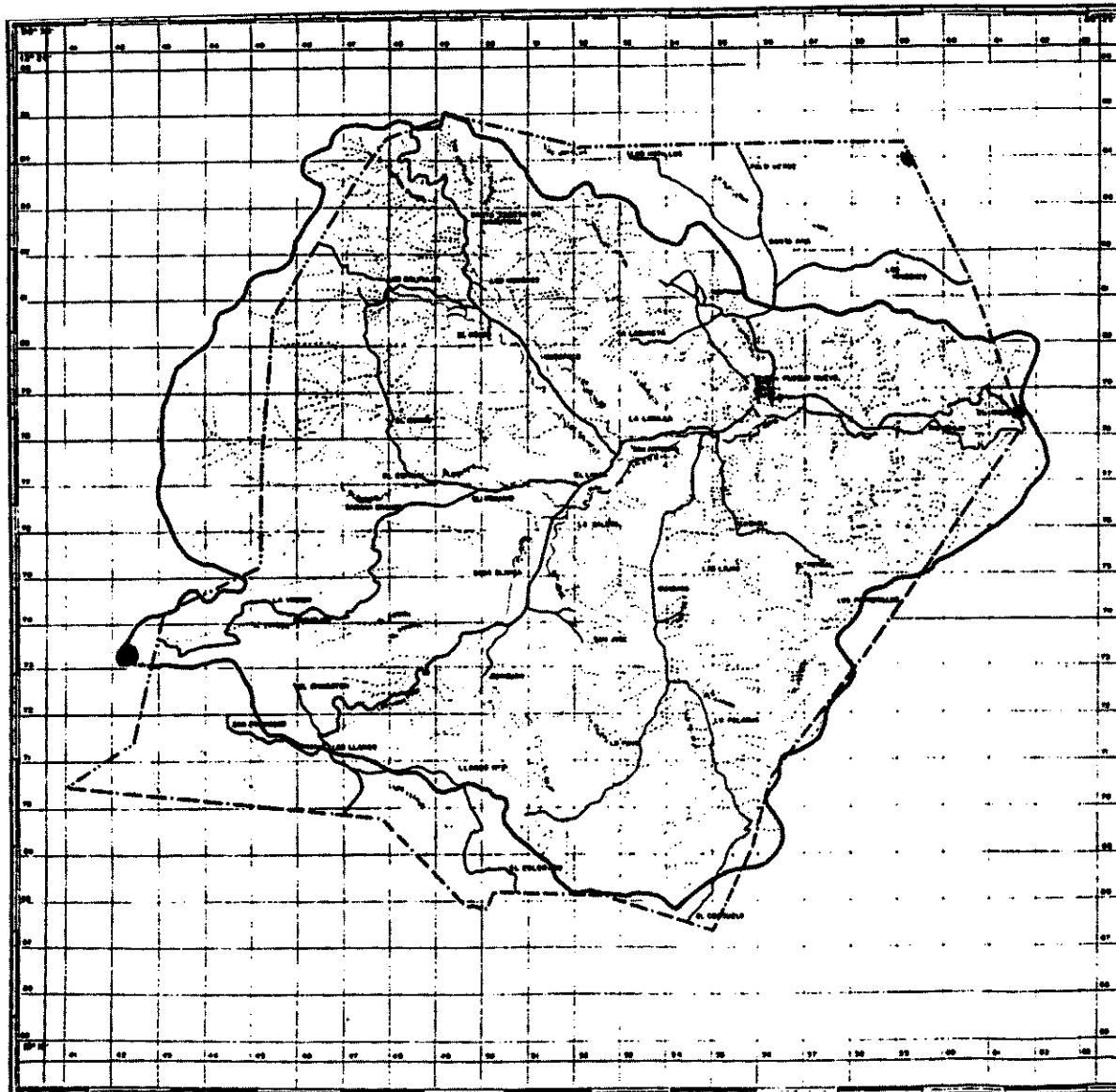
Promedios mensuales de los principales elementos del clima, registrados durante el periodo 1957 -1991 en la Estación Meteorológica de Condega. (INETER, 1994).

MES	PARAMETROS CLIMATICOS					
	PRECIPITACION N (mm)	HUMEDAD RELATIVA (mm)	TEMPERATURA MEDIA °C	EVAPORACION (mm)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	EVAPOTRANSPIRACION N (mm)
ENERO	7.0	77.0	21.40	162.0	1.58	111.60
FEBRERO	5.0	73.0	22.20	186.0	1.62	126.39
MARZO	14.0	71.0	23.50	250.0	1.60	144.18
ABRIL	18.0	68.0	24.60	244.0	2.74	160.49
MAYO	118.0	74.0	24.90	205.0	1.25	141.40
JUNIO	135.0	82.0	23.90	146.0	1.00	111.60
JULIO	86.0	83.0	23.20	151.0	1.21	118.39
AGOSTO	94.0	80.0	23.60	156.0	1.10	134.47
SEPTIEMBRE	134.0	84.0	23.60	152.0	0.90	114.60
OCTUBRE	139.0	82.0	23.30	140.0	0.90	114.68
NOVIEMBRE	35.0	82.0	22.20	136.0	1.00	105.41
DICIEMBRE	13.0	79.0	21.80	141.0	1.30	109.90

**4.5.2. Red de Drenaje**

La zona de estudio comprende la cuenca del río Pueblo Nuevo la cual cubre el 92% del área total del Municipio; esta cuenca presenta un curso de agua permanente, afluente importante del río Estelí, ambos ríos concluyen en Namaslí (Pueblo Nuevo y Estelí) donde los caudales son estacionales y por lo tanto presentan su mínimo valor en los meses más secos del año (Enero-Abril). Esta cuenca se encuentra en estado avanzado de degradación debido al mal uso al que ha estado expuesta, tal como lo demuestra el mapa de uso actual y el mapa de confrontación, donde el mayor porcentaje del área de la cuenca está siendo sobreutilizada y sus bosques originales han desaparecido. A este problema de mal uso se añade la contaminación de los cuerpos de agua mediante desperdicios orgánicos de origen vegetal (pulpa de café), con agroquímicos utilizados en la agricultura y por la explotación irracional del recurso agua para fines de riego.





## LEYENDA

Cuenca : RIO PUEBLO NUEVO  
 Area 203 Km<sup>2</sup>  
 Longitud del cauce principal 23.57 Km  
 Pendiente media de la cuenca 2.35 ‰

Micro cuenca : EL ROSARIO  
 Area 26 Km<sup>2</sup>  
 Longitud del cauce principal 7.4 Km  
 Pendiente del cauce principal 0.0581 ‰

Micro cuenca : EL CARACOL  
 Area 19.69 Km<sup>2</sup>  
 Longitud del cauce principal 6.75 Km  
 Pendiente del cauce principal 0.1281 ‰

— LIMITE DEL PARTE AGUA

- - - LIMITE MUNICIPAL

● EL Aguacatal

● El Mojón

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
 ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS  
 DPTO. DE SUELOS

### MAPA DE RED DE DRENAJE

REALIZO ING. MFR. DONLO RAMÓN RIVERA VARELA

REVISOR ING. CARLOS ZELAYA M.

DISEÑO ANOEL GARCIA

ESCALA 1 : 50,000

UBICACION MUNICIPIO DE PUEBLO NUEVO

EMISOR ALCALDIA DE PUEBLO NUEVO

AREA 220 Km<sup>2</sup>

FECHA 26/05/95

#### **4.5.3. Parámetros estudiados.**

Las características de la cuenca estudiada son las siguientes:

- Area total de la cuenca: 203 km<sup>2</sup> (equivalentes al 95% del municipio)
- Forma de la cuenca: ovalada
- Pendiente media de la cuenca: 2.35%
- Pendiente del cauce principal: 6.16%
- Longitud del cauce: 23.57 km
- Elevación media de la cuenca: 800 msnm
- Precipitación media anual varía entre 850 en la zona seca y 1200 mm en la zona más húmeda.
- Las pendientes del terreno que predominan son extremadamente escarpadas (mayores a 45% de inclinación y sólo un 7% del área presenta pendientes casi planas o ligeramente inclinadas.
- Los suelos que predominan son alfisoles con un 42% del área total y entisoles con un 21%.
- El uso actual predominante es tacotal con un 49%, el cual está siendo utilizado para extracción de leña.
- Las tierras sobreutilizadas abarcan un área del 66%.

##### **1.- Area total de la cuenca.**

El área total de la cuenca es de 203 km<sup>2</sup>, lo cual demuestra que el área del Municipio de Pueblo Nuevo, 220 km<sup>2</sup>, está cubierto casi en su totalidad por la cuenca del mismo nombre; esto es importante, ya que le permite al municipio la planificación territorial, el uso y manejo de sus recursos naturales a nivel de cuenca, particularmente los hídricos.

#### **ii.- Forma de la Cuenca.**

La forma de la cuenca influye sobre los escurrimientos y la respuesta a los eventos lluviosos, así como para la conservación del agua. La cuenca del río Pueblo Nuevo tiene forma ovalada, correspondiendo con la clasificación del coeficiente de Gravelius de 1.33, indicando este valor que la cuenca presenta una gran respuesta a los eventos lluviosos o a la captación de agua.

#### **iii.- Pendiente media de la cuenca.**

La pendiente media de la cuenca es de 30.0 %, lo cual indica que el área de la cuenca está ocupada en su totalidad por pendientes de moderadas a fuertes y que solamente posee una pequeña área con pendientes menores del 15%, tal como lo demuestra el mapa de pendiente elaborado para esta misma área.

#### **iv.- Pendiente del cauce principal.**

El cauce principal que corresponde al río Pueblo Nuevo, tiene una pendiente de 6.16 %, lo cual indica que el río presenta su mayor recorrido en la parte baja de la cuenca.

#### **v.- Longitud del cauce principal.**

La longitud del cauce principal fue calculada y medida en el mapa topográfico a escala 1:50000, la cual fue de 23.57 km, tomando como referencia el punto más alejado de la cuenca (cerro el Aguacatal), hasta el sitio más bajo donde termina el límite municipal (El Mojón).

#### **vi.- Elevación media de la cuenca.**

La elevación media de la cuenca nos proporciona información sobre la relación que existe entre el área que ocupa y las elevaciones que ocupan dichas áreas, de tal manera que la elevación media es importante para saber cuales son las alturas promedios a las que se

encuentra la cuenca. Esto nos permite planificar el uso de la tierra en función de la elevación a la que se encuentra dicha cuenca, ya que existe una relación muy estrecha entre la elevación del terreno y las condiciones climáticas, de tal manera que las especies de plantas respondan a esas condiciones.

Para la cuenca del río Pueblo Nuevo la elevación media es de 800 msnm, lo cual la hace propicia para el cultivo de una gama de especies vegetales adaptables a esa altitud, así lo indican las zonas de vida para el Municipio (ver mapa de Zonas de Vida pag. 106), encontrándose desde elevaciones de 600 msnm, hasta los 1,500 msnm, con clima fresco y nublado en la parte más alta.

#### vii.- Orden de corriente.

El orden de corriente se refiere a la cantidad de ramales o tributarios que desembocan al cauce principal, para la cuenca del río Pueblo Nuevo, el orden de corriente es "6", lo que indica un alto grado de bifurcación del río, el cual tiene abundantes ramales que drenan al cauce principal, y por lo tanto es una red con un alto grado de madurez.

#### viii.- Densidad de drenaje.

La densidad de drenaje nos proporciona información para saber la respuesta de la cuenca a los eventos lluviosos, ya que en una alta densidad de drenaje la cuenca responde rápido a las precipitaciones caídas, con picos de escorrentía altos y avanzados. Para el río Pueblo Nuevo, ésta presenta una densidad de corriente de 2.46 corriente/km<sup>2</sup>

#### ix.- Tiempo de concentración.

El tiempo de concentración, es el tiempo que tarda una gota de lluvia en viajar desde el punto más alejado de la cuenca hasta el

punto de salida. Este valor puede estimarse a partir de la longitud del cauce principal y de su pendiente mediante la fórmula de Kirpich, para la determinación de esta medida se tomó el Cerro El Aguacatal como punto más alejado, y El Mojón como punto de salida. Se estimó el tiempo de concentración de 1 hora y 40 minutos con 20 segundos. De acuerdo a este resultado y considerando la longitud del cauce y la pendiente el escurrimiento se clasifica de respuesta rápida a los eventos lluviosos.

#### x.- Tiempo al pico

El tiempo al pico, es el tiempo que transcurre desde el punto de inicio del hidrograma de esorrentía directa, hasta el pico del hidrograma. El tiempo al pico estimado para esta cuenca es de 1 hora con 30 minutos, significando que en este tiempo la cuenca llega a alcanzar el gasto (cantidad de agua escurrida por unidad de tiempo) máximo para un evento lluvioso de 1 mm de precipitación.

#### xi.- Tiempo base.

El tiempo base se puede considerar como el tiempo que dura el escurrimiento directo en el hidrograma unitario, en el hidrograma inicia desde el punto de levantamiento, hasta el punto de recesión de la curva. Este valor es de 7 horas, 30 minutos con 20 segundos; después de este tiempo lo que circula por el cauce es escurrimiento subterráneo.

#### xii.- Gasto al pico.

Es el gasto o el caudal en metros cúbicos por segundos que origina un milímetro de precipitación caído en la cuenca, que para las condiciones de la cuenca del Río Pueblo Nuevo es de  $29 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{mm}$ .

Para cada unidad de suelo encontrado en el Municipio de Pueblo Nuevo se le asignó un número de curva o número hidrológico, el cual es obtenido de acuerdo a las características del suelo y el uso que se le da al mismo.

El Número de curva de la cuenca de Pueblo Nuevo es de "53" (ver anexos) lo cual indica que esta cuenca presenta un alto índice de escorrentía, ya que entre menor sea el número de curva mayor será la respuesta de la cuenca al escurrimiento; por otro lado indica que la cuenca está siendo sobreutilizada y que la cubierta vegetal ha disminuido, encontrándose el suelo casi descubierto.

En la Figura 6.1 aparece reflejado el hidrograma unitario para un evento de precipitación de un mm y una duración de una hora para la cuenca del Río Pueblo Nuevo.

Hidrograma Unitario  
CUENCA RIO PUEBLO NUEVO

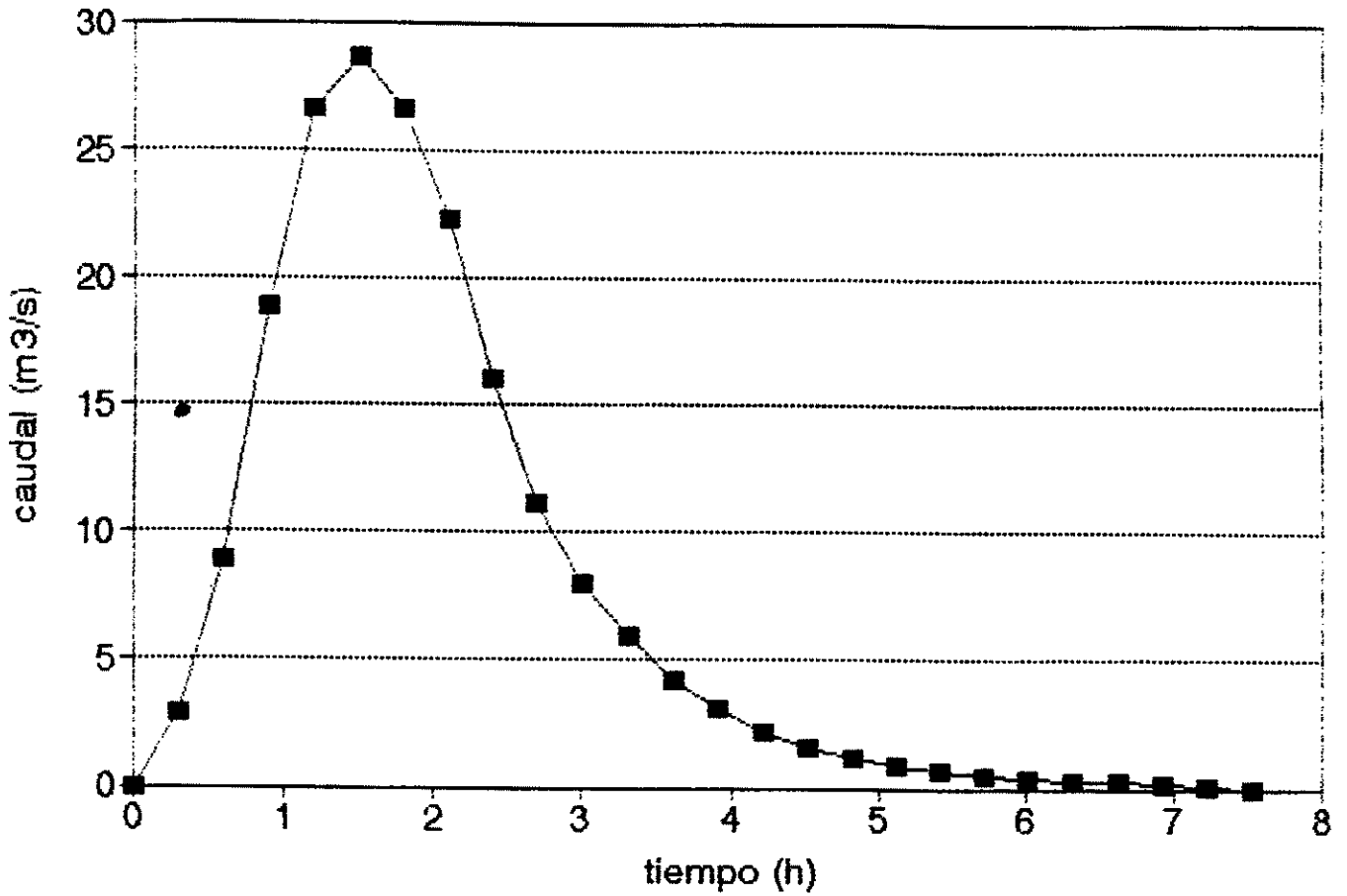


Fig.6.1.- Hidrograma unitario cuenca del Rio Pueblo Nuevo.

#### **4.7 Clasificación de las tierras por capacidad de uso**

El sistema de Clasificación de Capacidad de Uso de la Tierra (USDA, Handbook 210) determina ocho clases de capacidad de Uso denominadas por números romanos del I al VIII, basados en la consideración de las características físico-químicas de los suelos y de las que significan limitaciones o restricciones al uso, por que afectan la naturaleza productiva del suelo, su conservación y su rentabilidad económica, como también el universo de adaptabilidad de los cultivos.

La Capacidad de Uso de los suelos se define según las limitaciones edafoclimáticas que presenten, las cuales indican su vocación ha determinado o determinados usos de cada Subgrupo Taxonómico de suelo. Para establecer sus categorías de uso se consideran cuatro factores básicos: ecológico, edáficos, topográficos y drenabilidad, que son determinantes en el establecimiento del uso apropiado de los suelos, ya sea para Agricultura, Pecuario, Forestal y/o de Protección de Vida Silvestre.

##### **4.6.1 Clases de Capacidad de uso en el Municipio de Pueblo Nuevo.**

###### **Clase II:**

Los suelos de las clases II tienen algunas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren prácticas cuidadosas de manejo, incluyendo prácticas de conservación para prevenir deterioro o para mejorar las relaciones agua-aire. Las limitaciones son pocas y las prácticas son fáciles de aplicar. Los suelos pueden ser usados para cultivos agronómicos, pastos, pastoreos, bosque o vida silvestre. En Pueblo Nuevo presentan las siguientes limitaciones:

- Pendientes suaves (2 - 4 %).
- Susceptibilidad moderada a la erosión por el agua o por el viento o efectos adversos moderados causados por la erosión pasada.



- profundidad menor que la de un suelo ideal.
- Daños ocasionales por inundaciones.
- Humedad corregible por drenaje pero existiendo limitaciones permanentes en forma moderada.
- Limitaciones ligeras de clima en el uso y manejo del suelo.

Los suelos Fluventic Haplustolls del orden Molisolls se ubican en esta clase por presentar pendientes suaves 2-4%. Esta clase ocupa un área de 2090 ha, es decir el 9.5 % del área total.

#### Clase III:

Los suelos en la clase III, tienen severas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren prácticas especiales de conservación, o ambas a la vez.

Estos suelos, tienen más restricciones de uso que aquellos en la clase II y cuando son usados para cultivos agronómicos, las prácticas de conservación son generalmente más difíciles de aplicar y de mantener. Estos suelos pueden ser utilizados para cultivos agronómicos, pastos, lotes de árboles, pastoreo extensivo y vida silvestre.

Las limitaciones de los suelos en esta clase restringen la elección de cultivos, épocas de siembra, laboreo y cosecha, cantidad de cultivos mixtos. Las limitaciones presentes en los suelos del Municipio de Pueblo Nuevo pueden resultar del efecto de una o más de las siguientes:

- Pendientes moderadamente inclinadas.
- Alta susceptibilidad a la erosión por el agua o por el viento, efectos adversos severos de pasadas erosiones.
- Muy baja fertilidad del subsuelo.
- Moderadas condiciones climáticas limitantes.

Los suelos Udic Haplustolls del orden Molisols se ubican en esta clase, con pendientes de 4-8%. Esta clase ocupa un área de 902 ha, que equivale a un 4.1 % del total.

#### Clase IV:

Los suelos de la clase IV tienen limitaciones muy severas que restringen la elección de plantas y requieren un laboreo muy cuidadoso.

Las restricciones en el uso, para los suelos de la clase IV, son mayores que para los de la clase III, lo mismo que para la elección de plantas que pueden ser cultivadas, que es mucho más limitada. Cuando estos suelos son cultivados se requieren cuidadosas prácticas de manejo y también de conservación, que son más difíciles de aplicar y de mantener. Los suelos de la clase IV pueden ser usados para cultivos agronómicos, pastos, árboles y vida silvestre.

El uso de cultivos agronómicos es limitado como un resultado de los efectos de una o más de las características permanentes tales como:

- Pendientes muy pronunciada
- Susceptibilidad severa a la erosión por el agua o por el viento.
- Severos efectos de pasadas erosiones
- suelos superficiales
- Baja capacidad para retención de humedad
- Moderados efectos adversos del clima.

Los suelos de la clase IV tienen limitaciones severas que restringen la selección de plantas y/o requieren manejo muy cuidadoso o específico. Estos suelos pueden ser bien adaptados

solamente para dos o tres de los cultivos más comunes en el área, presentan pendientes de 8-15%, textura desfavorable y profundidad entre 25 - 40 cm.

Los suelos Udic Haplustoll y Typic Haplustoll del orden Molisolls, Typic Hapludalfs, Rhodic Kandiudalfs y Udic Hapludalfs del orden Alfisol, con pendientes mayores del 8% y profundidad moderada de 25-40 cm, están ubicados en esta clase.

La clase IV presenta un área de 902 ha, es decir un 4.1 % del total.

#### Clase VI :

Los suelos de la clase VI tienen limitaciones que los hace no aptos para cultivos. Sin embargo, la condición física del suelo es tal que resulta práctico hacer mejoras en los pastos si son necesarios. Estas mejoras incluyen la siembra de variedades mejoradas, fertilización y el control de agua por medio de surcos, canales de drenaje, canales de intercepción o esparcidores de agua.

Áreas extensivas de vertisoles en Pueblo Nuevo están en clase VI debido a su textura fina o muy fina, el drenaje algo pobre o pobre, lo cual es una limitación severa para uso agrícola, sin embargo áreas representativas en el Municipio son usadas para cultivos anuales y hortalizas de riego.

Los suelos de esta clase presentan condiciones que reducen la selección de cultivos, presentan riesgos de encharcamiento, texturas desfavorables (pegajosa), pendientes generalmente entre 2 - 4% pero también se encuentran en pendientes de 15 - 30%, estos suelos presentan buenas condiciones de fertilidad, pero son difíciles de laboreo, lo que aumenta los costos de producción; La

mayoría de estos suelos son usados para pastoreo durante la estación lluviosa.

Los suelos Entic Pelluderts, Typic Pelluderts del orden Vertisol y Typic Hapludalfs del orden Alfisol y Paralithic Ustorhents del orden Entisol, se ubican en esta clase por pendientes pronunciadas y textura superficial desfavorable.

Esta clase ocupa un total de 4,950 ha, es decir un 22.5 % del área total.

Los suelos Entic Pelluderts, Typic Pelluderts están ubicados en esta clase por presentar texturas arcillosas que limitan el desarrollo de las plantas, sin embargo estos suelos, pueden ser utilizados para cultivos anuales si se les da un manejo especial, (drenándolos, incorporándoles materia orgánica).

Los suelos Typic Hapludalfs del orden Alfisol se encuentran en esta clase por presentar pendientes de 15-30% que los hace susceptible a la erosión.

Los suelos Paralithic Ustorhents del orden Entisol se encuentran en esta clase por presentar profundidades menores de 25 cm y estar ubicados en pendientes con más del 15%.

#### **Clase VII:**

Los suelos de la clase VII tiene limitaciones muy severas que los hace no aptos para cultivos y restringen su uso principalmente a pastos, bosques o para la vida silvestre. Donde estos suelos son usados para pastos, bosques o vida silvestre, generalmente no

resulta práctico hacer mejoramientos de pastos como son la siembra de variedades mejoradas, fertilización y control de agua. Los suelos de Pueblo Nuevo que pertenecen a la clase VII es debido a uno o más de las siguientes limitaciones:

- Pendientes escarpadas, generalmente de 30-45%.
- Peligro de erosión severa.
- Suelos muy superficiales con profundidades menores de 25 cm.
- Texturas muy gruesas.
- Pedregosidad.

Algunos suelos en esta clase pueden ser usados para cultivos especiales bajo prácticas de manejo muy especiales, en el Municipio de Pueblo Nuevo algunas áreas están cultivadas con café y sombra nativa, pastos con bosque.

Los suelos Typic Hapludalfs del orden Alfisol, Typic Ustorthents, Lithic Ustorthents y Paralithic Ustorthents del orden Entisol, están ubicados en esta clase por presentar pendientes fuertes, mayor del 40 %.

Esta clase ocupa un área de 4246 ha, equivalentes a un 19.3 % del área total.

#### **Clase VIII:**

Los suelos de la clase VIII no tienen la capacidad de dar respuesta significativas aún con la aplicación de buenas prácticas de manejo en cultivos, pastos o árboles. Es posible conseguir beneficios regionales de su uso como refugio de la fauna, fuentes de abastecimientos de agua y como centros recreativos.

Para el Municipio de Pueblo los suelos de la clase VIII presentan las limitaciones siguientes:

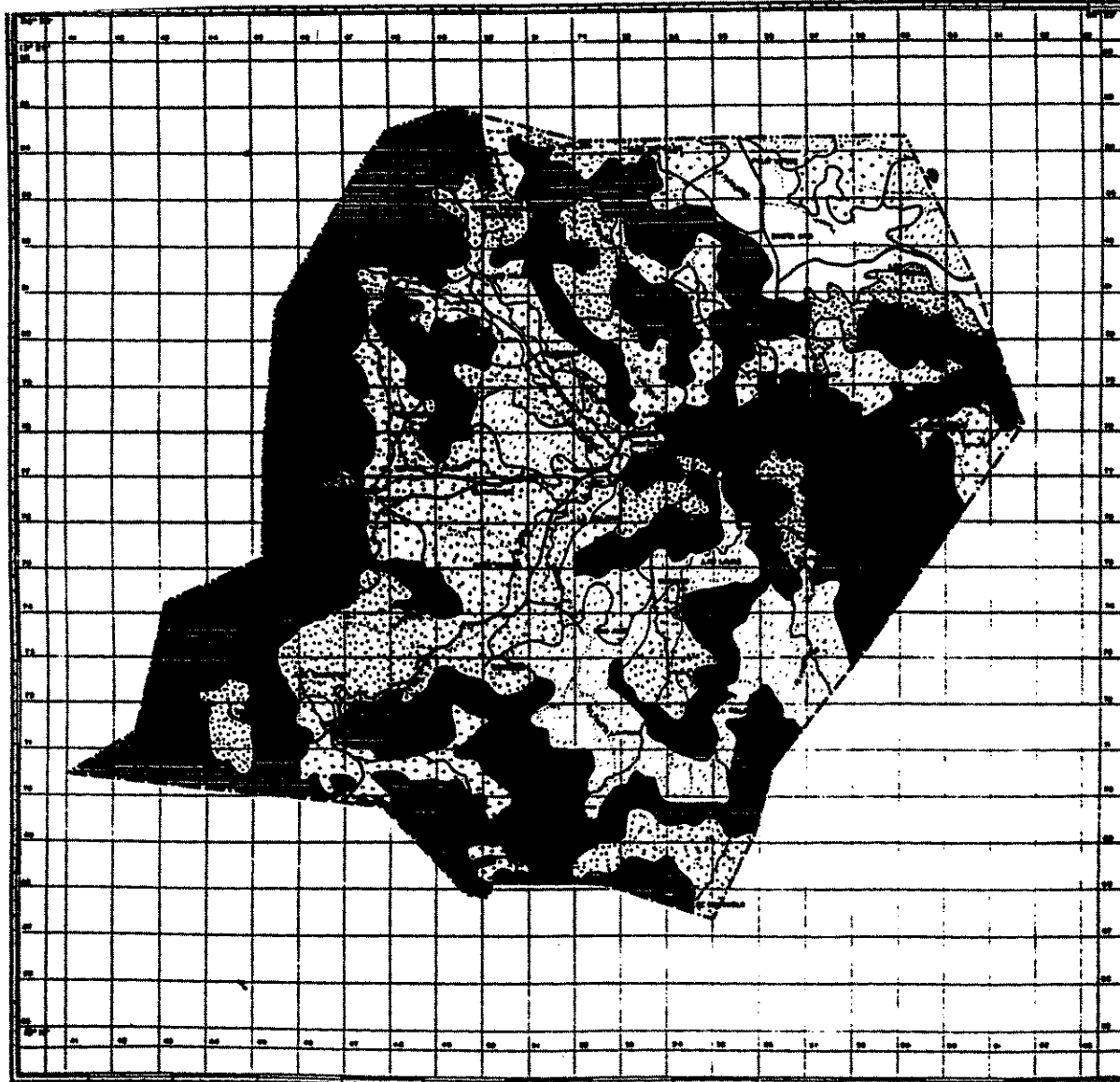
- Areas de tierras rocosa.
- Suelos Superficiales.
- Tierras muy escarpadas con pendientes mayores del 45%.

Los suelos Typic Hapludalfs, Typic Ustorthents, Lithic Ustorthents, del orden Alfisol y Entisol respectivamente están ubicados en esta clase por presentar pendientes mayores del 45 % lo que implica un alto riesgo de erosión y/o poca profundidad para penetración de las raíces.

Esta clase ocupa un área de 8910 ha, es decir el 40.5 % del total.

Cuadro 4.7 Clases de capacidad de uso de los suelos del municipio de Pueblo Nuevo.

Clase de capacidad	Area (Mz)	Area (Ha)	%
II	2,974.07	2,090.0	9.5
III	1,283.55	902.0	4.1
IV	1,283.55	902.0	4.1
VI	7043.85	4,950.0	22.5
VII	6,042.06	4,246.0	19.3
VIII	12,678.93	8,910.0	40.5
Total	31,306	22,000	100



## LEYENDA

Clase	Area Ha	%
II	2.090.0	9.5
III	902.0	4.1
IV	902.0	4.1
VI	4.950.0	22.5
VII	4.246.0	19.3
VIII	8.910.0	40.5

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA DE AGUA  
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

### MAPA DE CAPACIDAD DE USO

ELABORADO: ING INF DANILO RIVERA VANEGAS  
 DISEÑADO: ING CARLOS ZELAYA  
 DIBUJADO: ABDEL GARCIA  
 ESCALA: 1:50 000

LOCALIDAD: PUEBLO NUEVO  
 MUNICIPIO: ALCALDIA PUEBLO NUEVO  
 AREA: 220 Km<sup>2</sup>  
 FECHA: 26-05-85

De acuerdo a los resultados de este trabajo, se observa que en el Municipio de Pueblo Nuevo; el 41.8 % de sus tierras es de vocación forestal (clases de capacidad de uso VI y VII y un 40.5 % su vocación es de Protección de la Vida Silvestre (P.V.S., clase VIII), por lo que se puede apreciar una sobreutilización de la tierra en un 65.96 % del área (ver mapa de confrontación de uso), esta sobreutilización ha repercutido a nivel de toda la cuenca, disminuyendo la capacidad de proporcionar agua todo el año al cauce principal o Río Pueblo Nuevo. Por otro lado, el régimen hidrológico de toda la cuenca ha sufrido trastornos, esto se expresa en los cálculos de escorrentías a través del gran volumen de agua que se pierde o que permanece por muy poco tiempo en la Cuenca o el sistema.

#### **4.7 Confrontación de uso o conflictos de uso de la tierra.**

La confrontación de usos es el resultado de la sobreposición de los mapas de capacidad de uso versus el mapa de uso actual; a través de esta sobreposición se identifican las áreas que están siendo utilizadas en conformidad con la aptitud del suelo, las sobreutilizadas y las subutilizadas.

Las áreas consideradas como sobreutilizadas, son las que han sufrido degradación a causa del mal uso al que han estado sometidas, esta degradación se refiere principalmente a la erosión causada por el agua, provocando el arrastre del suelo en las corrientes y con ello la pérdida de la capa arable o fértil y a la erosión eólica causada por el viento que arrastra las partículas orgánicas y minerales.

En el Municipio de Pueblo Nuevo, el mayor porcentaje del área está siendo sobreutilizada con 14,511.2 ha., 65.96% del área total; el uso actual que corresponde a la aptitud del suelo comprende un área



de 6,080.8 ha; el 27.64% del área total; el área subutilizada comprende 1,408 ha, el 6.4 % del área total.




Este análisis permite explicar el deterioro acelerado de los recursos naturales (bosque, suelos, aguas) y como estos recursos están siendo utilizados por encima de su capacidad de uso. Se debe tener presente que desde la clase III a la clase VII, se deben tomar medidas de conservación para poder producir en estas tierras de manera sostenible.

Sin embargo, las clases VII y VIII deben ser destinadas para la conservación de los recursos naturales y la protección de la vida silvestre y en Pueblo Nuevo están siendo utilizadas para cultivos anuales, sin las mínimas medidas de conservación; por lo tanto, todos los esfuerzos de las instituciones y organismos que dirigen programas de conservación, deben planificar sus actividades en función de proteger estos recursos y darle un tratamiento más adecuado a las áreas productivas.

Cuadro 4.8 Tipos de utilización de la tierra con sus Areas

Tipo de Utilización	Area (Ha)	Area (mz)	%
Area Utilizada según Aptitud.	6,080.8	8,652.98	27.64
Area Sobreutilizada	14,511.2	20,649.44	65.96
Area Subutilizada	1,408.0	2,003.58	6.4
Total	22,000.0	31,306.0	100

# LEYENDA

AREA	Area ha	%
 <b>ABU</b> AREA BIEN UTILIZADA	6,080.8	27.64
 <b>ASO</b> AREA SOBRE UTILIZADA	14,511.2	65.96
 <b>ASUB</b> AREA SUB UTILIZADA	1,408.0	6.4



N

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
 ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS  
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

## MAPA DE CONFRONTACION

PROYECTO: ING INF DANILLO RIVERA VANEGAS  
 TITULAR: ING CARLOS ZELATA  
 DISEÑO: ABDEL GARCIA  
 ESCALA: 1:50,000

LOCALIDAD: PUEBLO NUEVO  
 MUNICIPIO: ALCALDIA PUEBLO NUEVO  
 AREA: 220 Km  
 FECHA: 26 - 05 - 90

En el Municipio de Pueblo Nuevo los recursos naturales han sido explotados irracionalmente de tal manera que hoy en día la población sufre los efectos del mal uso de estos recursos, estos efectos se manifiestan en la disminución de la fertilidad de los suelos, el secamiento de las fuentes de agua, la desaparición de especies valiosas de flora y fauna y la contaminación de los cuerpos de aguas existentes; a todo esto se suma el creciente aumento de población (la cual ejerce mayor presión sobre los recursos naturales), la demanda de tierra y de servicios básicos para la población.

Las políticas agrarias con un enfoque cortoplazista, desordenadas y la ausencia de instituciones que se encarguen de la planificación del uso de la tierra o de validación de tecnologías importadas, han influido en que no sean tomados en cuenta los impactos ambientales futuros antes de tomar una decisión; p.e. el cultivo del tabaco que llegó a ocupar toda el área de riego de Pueblo Nuevo es donde actualmente encontramos suelos compactados (Casa Blanca) producto del uso excesivo de maquinaria; la ganadería extensiva y el sobrepastoreo que se ha practicado en el territorio ha ocasionado que actualmente en el Municipio se encuentren suelos degradados y erosionados por que fueron desforestadas extensas áreas para este uso.

#### **4.9 Uso propuesto para las tierras del Municipio de Pueblo Nuevo.**

La mala planificación de los recursos naturales en el Municipio de Pueblo Nuevo ha repercutido principalmente en el recurso suelo, debido a que este recurso se ha explotado por encima de su capacidad de uso y sometido a manejos inadecuados.

El mapa de suelos refleja claramente como están distribuidos los suelos, para el Municipio de Pueblo Nuevo los suelos de mayor fertilidad natural (Mollisoles) son muy pocos, apenas un 20.9 %, significando que de estos suelos es donde descansa la producción agropecuaria del Municipio. Sin embargo, la mayor área presenta suelos Alfisoles (42 %) que son suelos de mediana fertilidad natural, bastante frágiles o susceptibles a procesos de degradación por lo que requieren prácticas de recuperación y manejo adecuadas. Otro orden de suelos son los Entisoles (20.7 %), que por el grado de deterioro debido a la erosión o por su poco desarrollo deberán de estar cubiertos por vegetación permanente.

De acuerdo a los resultados del estudio se ha comprobado que en el Municipio de Pueblo Nuevo existe una sobreutilización de los recursos naturales, producto de la no planificación y explotación correcta de éstos. Así mismo se ha determinado que este mal uso de la tierra ha repercutido en el ciclo hidrológico de la cuenca provocando la disminución de caudales, la contaminación de los cuerpos de agua ( producto del despulpe del café), y del uso de agroquímicos, así como la desforestación y desaparición de especies valiosas tanto de flora como de fauna y la erosión de los suelos.

Es necesario elaborar una propuesta de uso de la tierra para realizar proyectos de manejo y recuperación de recursos naturales en beneficio de la población.

Para la planificación del uso de la tierra hay que tomar en cuenta la capacidad de uso del suelo; toda propuesta de uso, debe diseñarse con el objetivo de aprovechar sostenidamente los recursos naturales con el mínimo deterioro ambiental; con esta finalidad y para proporcionar a las instituciones que promueven proyectos una

alternativa para el mejor aprovechamiento de estos recursos, se ha elaborado una propuesta con las diversas alternativas de uso de la tierra.

En el Municipio la propuesta de uso de la tierra esta basado en la implementación de sistemas agroforestales, silvopastoriles y zonas de protección de vida silvestre, cuya principal función es recuperación de los ecosistemas degradados y el aprovechamiento de la tierra tomando en cuenta la capacidad de uso del suelo, condiciones climáticas y especies de plantas adaptables a esas condiciones. Debido a que este presenta un relieve variado desde planicies hasta montañas escarpadas así como variaciones de clima que cambia con respecto al paisaje, por lo que la propuesta de uso de la tierra se elaboró tomando en cuenta todos estos parámetros.

#### **4.8.1 Descripción de los Sistemas de uso Propuesto.**

Los Sistemas Agroforestales son formas de uso y manejo de los recursos naturales en la agricultura, en los cuales, especies leñosas son utilizadas en asociación con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en secuencia temporal.

Algunos objetivos de los Sistemas Agroforestales son:

- a) Aumentar la productividad vegetal y animal con el mínimo deterioro ambiental.
- b) Asegurar la sostenibilidad a través de la intensificación apropiada en el uso de la tierra.
- c) Diversificar la producción de alimentos.
- d) Producir madera, leña y otros materiales diversos que sirvan para la subsistencia del agricultor, el uso industrial o la exportación.
- e) Disminuir los riesgos del agricultor.

- f) Mitigar los efectos perjudiciales del sol, viento y la lluvia sobre los suelos.
- g) Minimizar la escorrentía del agua y la pérdida de suelo.
- h) Combinar lo mejor de la experiencia tradicional con los conocimientos científicos.

#### **4.8.1.1.- Sistemas Agroforestales (SAF).**

**AF1:** Sistemas agroforestales de cultivos Anuales asociados con leguminosas, cultivos Semiperennes, cultivos Perennes más especies Forestales para leña y madera. Adaptables a suelos profundos, bien drenados, de alta fertilidad con pendientes de 2 a 4 %.

**AF2:** Sistemas agroforestales de cultivos Semiperennes y Perennes más especies forestales para leña y madera. Adaptables a suelos moderadamente profundos, bien drenados, de fertilidad media, con pendientes de 4 a 8 %.

**AF3:** Sistemas agroforestales de cultivos Perennes más especies Forestales Adaptables a suelos poco profundos, excesiva o moderadamente drenados, de fertilidad media, con pendientes de 8 a 30 %.

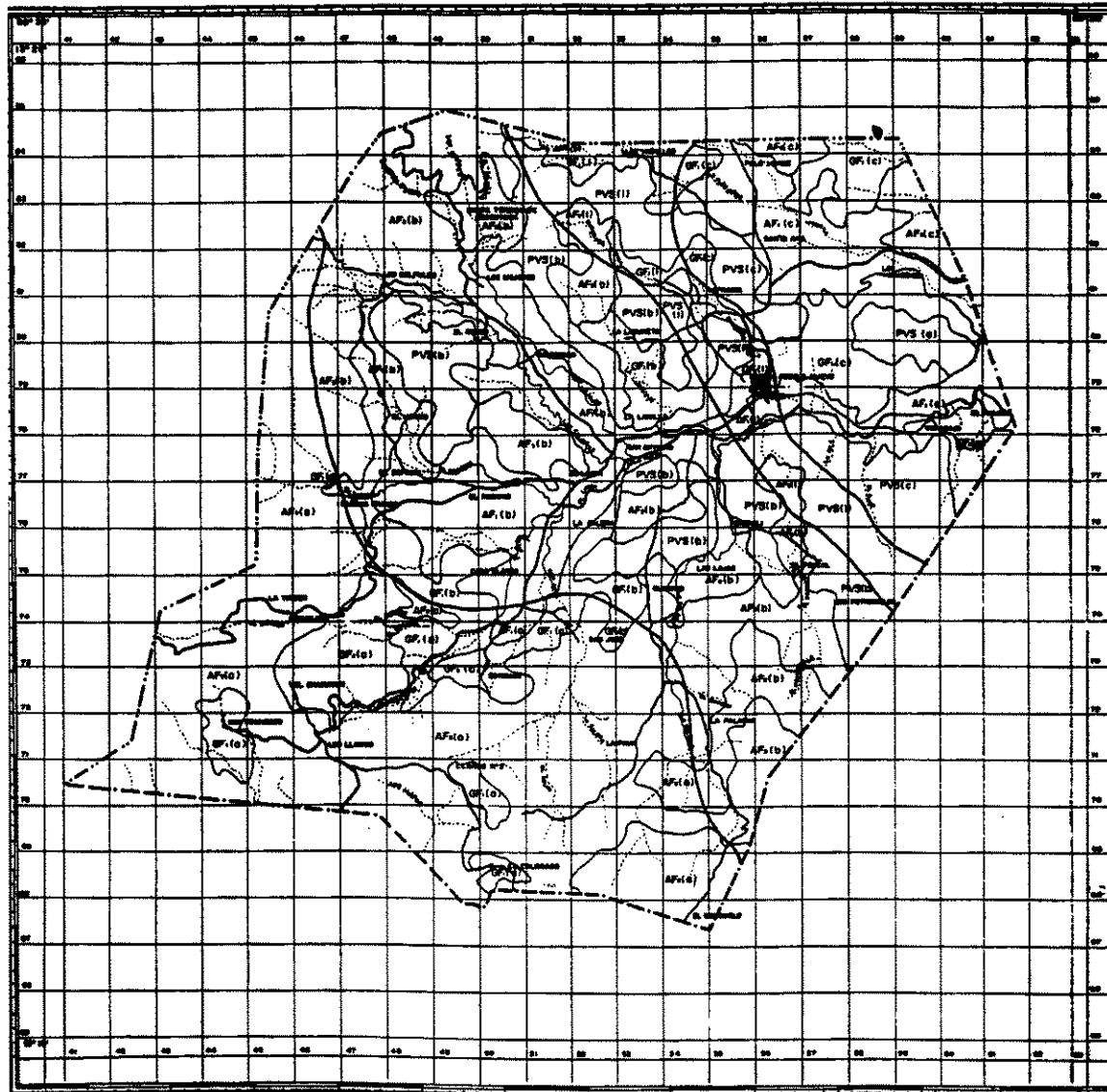
**GF1:** Sistemas Silvopastoriles de Pastos de gramíneas, arbustos de leguminosas y especies de plantas para forrajes, leña, aserrar, adaptables a suelos con texturas arcillosas, poco profundos y con drenaje imperfecto, con fertilidad que puede variar de alta a media y pendientes entre 4 - 30%.

**GF2: Sistema Silvopastoril de especies forrajeras leguminosas y árboles de aserrar y para leña, adaptables a suelos poco profundos, de fertilidad natural media, en pendientes de 30-40%.**

**PVS: Bosques de protección, bosques de regeneración o áreas de reforestación, destinados a la protección de cuencas hidrográficas o refugio de la vida silvestre, reserva biológica, parque nacional, ecoturismo o la investigación, con especies de plantas adaptables a condiciones de suelos superficiales, de baja fertilidad, pendientes muy fuertes (mayor de 45%) y para todas las zonas de vida.**

**Cuadro 4.9 Propuesta de Sistemas Agroforestales área y porcentaje.**

<b>Sistemas Agroforestales</b>	<b>Area (ha)</b>	<b>%</b>
<b>AF1</b>	<b>3806</b>	<b>17.30</b>
<b>AF2</b>	<b>2420</b>	<b>11.0</b>
<b>AF3</b>	<b>7796.8</b>	<b>35.44</b>
<b>GF1</b>	<b>2712.6</b>	<b>12.33</b>
<b>GF2</b>	<b>266.2</b>	<b>1.21</b>
<b>PVS</b>	<b>4998.4</b>	<b>22.72</b>
<b>Total</b>	<b>22000</b>	<b>100</b>



## LEYENDA

Uso propuesto	Area ha	%
AF <sub>1</sub> CULTIVOS ANUALES Y SEMIPERENNES	3806	17.30
AF <sub>2</sub> CULTIVOS ANUALES SEMIPERENNES PERENNES	2420	11.0
AF <sub>3</sub> CULTIVOS SEMIPERENNES PERENNES	7796.6	35.44
GF FORRAJES (Gramíneos, Arboles, Leguminosas)	2712.6	12.33
GF <sub>2</sub> FORRAJES (Leguminosas y forrajeros)	266.2	1.21
PVS PROTECCION DE LA VIDA SILVESTRE	4998.4	22.72

a) bnh - s. bnh - MBS
b) bh - s
c) bs - T A
d) bh - s A

Nota:  
VER MAPA DE ZONAS DE VIDA Y CULTIVOS ADAPTABLES EN EL INFORME

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

### MAPA DE USO PROPUESTO

REALIZADO	ING INF DAMILO RIVERA VAREGAS	VERIFICACION	PUEBLO NUEVO
REVISADO	ING CARLOS ZELAYA	PROYECTO	ALCALDIA PUEBLO NUEVO
DISEÑADO	ABDEL GARCIA	AREA	220 Km
ESCALA	1 50 000	FECHA	26 05 95



#### 4.8.2 Especies de plantas adaptables.

Cada uno de estos sistemas productivos se combinan con las zonas de vida presentes en el Municipio de Pueblo Nuevo con el fin de seleccionar especies adaptables para cada una de las zonas de vida correspondiente.

#### ZONAS DE VIDA C (Bosque seco Tropical y sus transiciones bs-Ta y Bosque húmedo subtropical Bh-s ):

Especies de plantas adaptables a 600 - 800 msnm, con temperatura media anual entre 22 y 24 °C, precipitación media anual de 800 mm.

##### Cultivos

Anuales: Maíz, Sorgo, Ajonjolí, Soya, Maní, Frijol, Algodón, Yuca.

Hortalizas: Tomate, Repollo, Sandía, Melón, Calabacín, Ayote, Pepino.

##### Cultivos

Semiperennes: Penca, Pitahaya, Granadilla, Maracuyá, Tempate Espadillo, Musáceas.

##### Cultivos

Perennes: Jocote veranero, Marañón, Nancite, Tamarindo, Guayaba, Almendra, Mango, Aguacate,

Pastos: Jaragua, Buffel, Bermuda, Angleton, Gamba, Estrella, Taiwan, etc.

Leguminosas: Leucaena, Madriado, Carbón, Genizaro, Gandúl, Caballero, Canabalia, Terciopelo.

##### Forestales

para leña: Quebracho, Brasil, Madroño, Nacascolo, Michigüiste, Cornizuelo y Amarguito.

##### Forestales

de Aserrar: Cedro Real, Guanacaste, Laurel, Granadillo, Caoba del pacífico, Genizaro, Carao, Aceituna

**ZONA DE VIDA B (Bosque húmedo subtropical bh-s).**

Especies de plantas adaptables desde 800 a 900 msnm, con temperatura media anual de 21 a 22 °C y precipitaciones entre 800-900 mm/año.

**Cultivos**

**Anuales:** Maíz, Frijol, Soya, Yuca, Arroz, Canavalia, Frijol terciopelo, Gandul.

**Hortalizas:** Repollo, Tomate, Cebolla, Ajo, Malanga y Cucurbitáceas (Ayote, Chayote, Pepino, Pipián, Calabazas, Calabacín).

**Cultivos**

**Semiperennes:** Banano Manzano, Banano blanco, Piña, Chayote, Penca, Granadilla, Maracuyá, Guineo cuadrado, Berenjena, Espárrago, Caña de azúcar, Pitahaya, Flores.

**Cultivos**

**Perennes:** Naranja dulce, Limón agrio, Naranja agria, Mango, Aguacate, Nancite de montaña, Guanábana, Mandarina, Marañón, Matasano, Jocote corona, Café, Guayaba.

**Pastos:** Jaragua, Guinea, Anglenton, Estrella, Pará, Bufell, Taiwan.

**Forestales:** Pino, Roble, Roble encino, Cedro Real, Granadillo, Macuelizo, Helequeme, Madrial, Amarguito, Carbón blanco, Guapinol, Ciprés, Paraíso, Jifocuabo, Laurel, Gallito, Huesito, Casia amarilla, Vainilla, Leucaena, Quebracho, Bambú, Falso roble, Cortéz, Guanacaste, Guásimo ternero.

**ZONA DE VIDA A (Bosque húmedo subtropical transición a muy húmedo bh-S; Bosque muy húmedo subtropical bmh-s y bosque muy húmedo montano bajo subtropical bmh-MBS).**

Especies de plantas adaptables desde los 900 - 1,500 msnm con temperatura media anual de 18 - 20 °C, y los 1,000 - 1,300 mm/año de precipitación pluvial.

#### Cultivos

Anuales: Maíz, Frijol, Repollo, Lechuga, Coliflor, Espárrago, Brócoli, Alcachofa, Malanga, Cebolla, Tomate, Calabazas, Chilacayote, Canavalia, Terciopelo.

Pastos: Jaragua, Bracharia, Melina, Taiwan, Caña de ganado.

Leguminosas: Madrial, Leucaena, Gandul, Carbón, vainilla, Canavalia, Caballero, Terciopelo, Casia Amarilla, Clitoria, Dolichus, Gandul.

#### Cultivos

Semiperennes: Piña, Banano blanco, Banano caribe, Guineo dátil, Guineo cuadrado, Guineo Filipina, Chayote, Maracuyá, Cojombro, Caña de azúcar, Flores, Orquídeas (cachito), Tempate, Granadilla, Higuierilla o Castor.

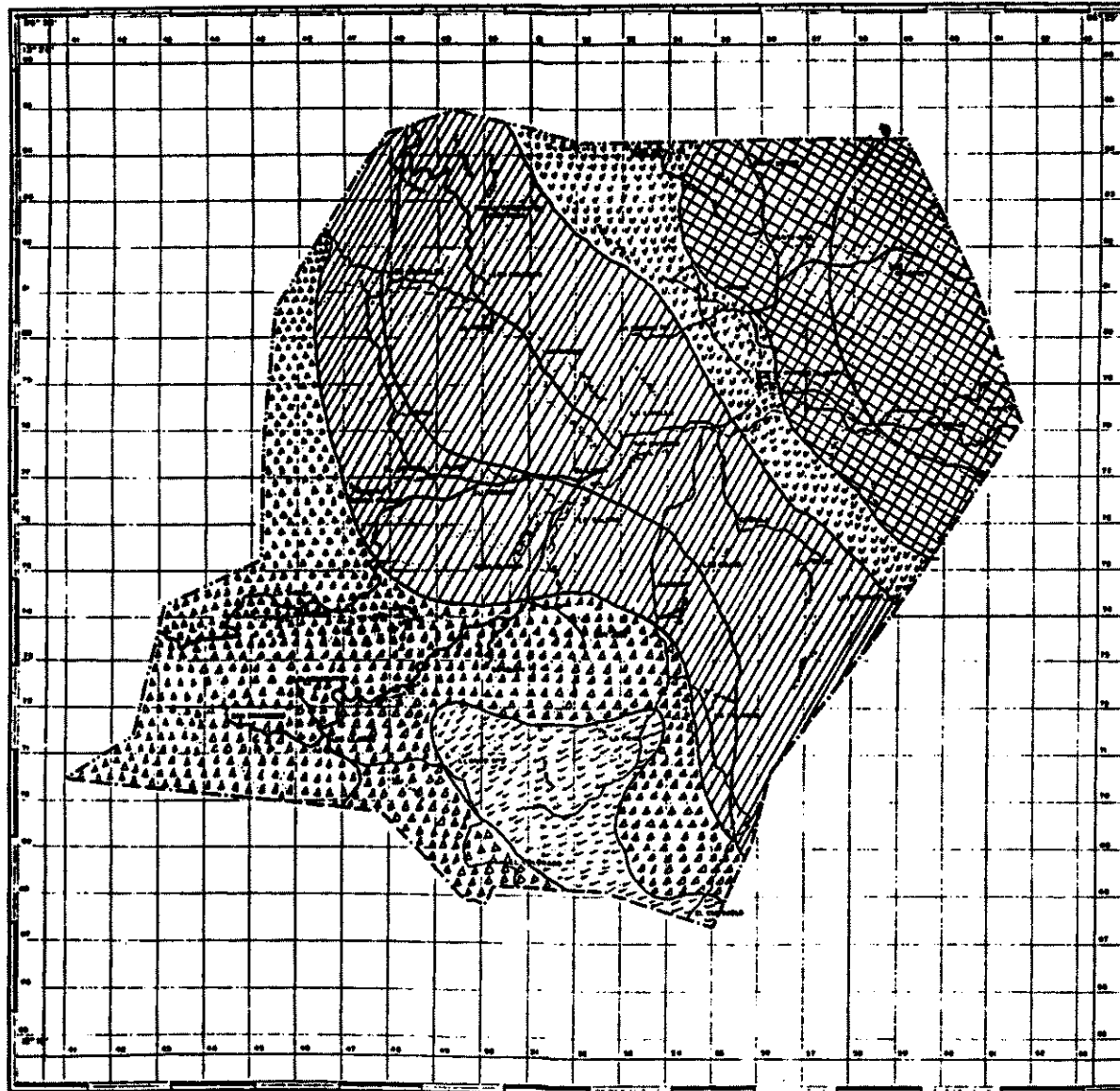
#### Cultivos

Perennes: Café, Naranja dulce, Mandarina, Limón agrio, Aguacate, Matasano, Jocote corona, Jocote de invierno, Uva de montaña, Nancite de montaña, Guanábana, Macadamia, Guayaba, Zapote, Nispero, Canela, Pimienta, Guaba.







Forestales: Pino, Roble, Roble encino, Cedro real, Aguacate canelo, Aguacate mico, Laurel, Madrial, Ojoche, Majagua, Ciprés, Areno de montaña, Carbón blanco, Cucaracha, Lavaplatos, Guanacastillo, Guanacaste, Guásimo ternero, Lechoso, Guaba, Lacume.

**Forestales  
para márgenes**

**de los ríos: Helequeme, Guajiniquil, Cordoncillo, Santa maria,  
Chilamate, Matapalo, Sauce de río, Michigüiste,  
Almendo de río, Gualiqueme, Higo.**



## LEYENDA

-  **bh-s h**  
BOSQUE HUMEDO SUBTROPICAL  
TRANSICION A SUBHUMEDO
-  **bh-s**  
BOSQUE HUMEDO SUBTROPICAL
-  **bh-s h**  
BOSQUE HUMEDO SUBTROPICAL  
TRANSICION A MUY HUMEDO
-  **bmh-s**  
BOSQUE MUY HUMEDO SUBTROPICAL
-  **bmh-MBS**  
BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO BAJO  
SUBTROPICAL
-  **bs-T h**  
BOSQUE SECO TROPICAL  
Y SU TRANSICION A SUBTROPICAL

ZONA DE VIDA	ALTITUD (m)	T M A (%)	P M A (mm)
1 bh-s h	700 - 800	22 - 23	800
2 bh-s	800 - 900	21 - 22	800 - 900
3 bh-s h	900 - 1000	20 - 21	900 - 950
4 bmh-s	1000 - 1300	19 - 20	1000 - 1100
5 bmh-MBS	1300 - 1600	18 - 19	1200 - 1300
6 bs-T h	600 - 700	23 - 24	800

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

### MAPA DE ZONAS DE VIDA

AUTORE E. MARIN (1991)

FECHA

DIBUJO ABDEL GARCIA

ESCALA 1 50 000

UBICACION PUEBLO NUEVO

MUNICIPIO ALCALDIA PUEBLO NUEVO

AREA 220 Km<sup>2</sup>

FECHA 26-05-95

11

12

#### 4.9 Degradación de los recursos naturales.

Los recursos naturales son todos aquellos recursos que la naturaleza nos ofrece para cubrir nuestras necesidades (vivienda, alimentación, agua, recreación etc.); sin embargo, el hombre en su afán de extenderse y dominar la naturaleza está explotando estos recursos irracionalmente de tal manera que lo que antes fue un paisaje con frondosos árboles, abundante agua, suelos fértiles, hoy están convertidos en terrenos degradados.

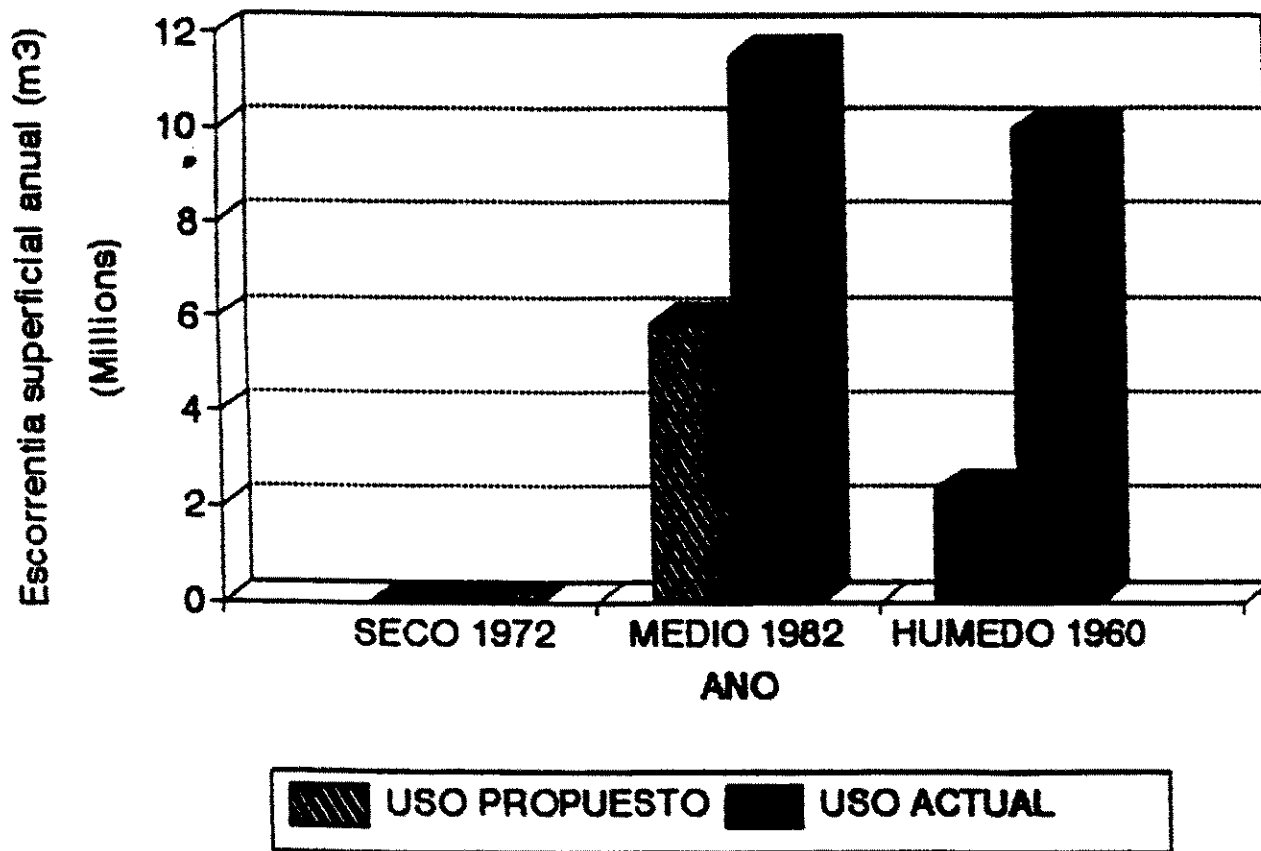
El Municipio de Pueblo Nuevo esta cubierto en su totalidad por la cuenca del río del mismo nombre (95 % del área total) por lo que todas las actividades que se realizan en el Municipio tienen su repercusión en el ciclo hidrológico de esta cuenca, así los resultados de uso actual y confrontación de uso nos proporcionan datos alarmantes sobre el uso que se le esta dando a los recursos naturales, influyendo este uso en la disponibilidad de agua de los cauces principales y el nivel del acuífero subterráneo.

El uso propuesto que se está sugiriendo para el ordenamiento de esta cuenca está basado en el uso múltiple, el cual es una filosofía en el manejo de recursos que promueve la preservación de la cuenca y al mismo tiempo mantiene y diversifica los beneficios derivados de los recursos. El objetivo básico del uso múltiple es manejar el complejo de recursos naturales y agrícolas en la combinación más beneficiosa de usos presentes y futuros. Se ofrece una combinación de opciones con el objeto de tomar en cuenta la diversidad de intereses personales y de recursos que se encuentran en una cuenca. Como ejemplo se puede hablar de los proyectos agroforestales como una manera de utilizar tierras de laderas en la producción agrícola, la selección del tipo apropiado de árboles y los métodos de cultivos se basan en la reducción de la escorrentía y la erosión de los suelos.

De acuerdo a la metodología empleada utilizando como ejemplo el año más seco según los registros meteorológicos (1972 con 360 mm), un año medio con distribución errática de lluvias ( 1982 con 850 mm) y el año más húmedo (1960 con 1324 mm). Comparando los escurrimientos generados con el uso actual de la tierra (1995) y estimando los escurrimientos para el uso propuesto ( condición deseable) de acuerdo al modelo de número de curvas, en el año medio se reducen casi en un 50% y en un 75% para el año húmedo las escorrentías superficiales de la cuenca.

De esta manera los esfuerzos y programas así como las recomendaciones deben ir encaminadas a la planificación de los recursos naturales en su conjunto, ya que la naturaleza actúa de forma armónica y por lo tanto cualquier alteración que sufra uno de estos recursos (suelo, agua, bosque), afectará la permanencia y sobrevivencia de los demás.

**Comparacion de escorrentias para  
la subcuena del rio Pueblo Nuevo**



**Figura 4.9. Simulación de Usos para la Cuenca de Pueblo Nuevo.**



## V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1.- Conclusiones

#### 5.1.1.- Recursos Hídricos.

i.- El comportamiento de la cuenca a los eventos lluviosos; es de un drenaje rápido en que se pierde por escorrentía la mayor parte de las precipitaciones, causando un proceso de erosión fuerte de los suelos, y dificultando su aprovechamiento en las zonas más bajas que sufren déficit de humedad.

ii.- Actualmente, muchos afluentes del Río Pueblo Nuevo, solo transportan agua en época lluviosa.

iii.- Mediante la simulación de escorrentías para ambos usos de la tierra (Uso Actual vs Uso Propuesto), se determinó que el uso propuesto en un año de precipitación media puede reducir en un 50 % las escorrentías anuales, y en un año húmedo hasta en un 75 %.

#### 5.1.2.- Recursos edáficos (suelos).

i.- Los suelos corresponden a los ordenes Entisoles, Vertisoles, Mollisoles y Alfisoles predominando los Alfisoles con un 42 % del área total.

ii.- Los suelos varían por su capacidad de uso desde la clase II hasta la clase VIII, predominando la clase VIII (PVS) los que ocupan el 40.5 % del área total del Municipio. Los suelos más fértiles ocupan un 13.6 % del área total, ubicados en clase II y III.

iii.- El 65.96 % del área total de los suelos están siendo sobreutilizados.

### **5.1.3.- Recursos Forestales.**

i.- Los bosques han sido sobre explotados y convertidos en pastizales, con un remanente de bosque denso de 3.1 % del área total, su uso más apropiado es para la protección de la parte alta de la cuenca.

ii.- Los tipos de bosque varían desde bosques espinosos arbustivos de zonas secas caducifolia, bosques de mediana altura subperennifolia de zonas semisecas, hasta bosques perennifolia de zonas húmedas.

### **5.1.4.- Usos Propuestos.**

i.- Los usos propuestos para el Municipio de Pueblo Nuevo corresponden a Cultivos Asociados, Sistemas Agroforestales, Sistemas Agrosilvopastoriles y Protección de la vida Silvestre.

ii.- Las zonas de Protección de Vida Silvestre propuestas en este estudio permiten la recuperación de zonas altamente degradadas en el Municipio de Pueblo Nuevo, así como el aprovechamiento de otros recursos.

### **5.1.5 Aspectos metodológicos**

La metodología utilizada para recomendar usos propuestos para el ordenamiento del territorio a nivel municipal, tomando en cuenta el uso racional de los recursos naturales, las interacciones suelo-clima-vegetación-relieve y la necesidad de producir conservando, se adapta para estudios de suelos con este nivel de intensidad (Escala 1:50,000).

## 5.2.- Recomendaciones.

- 1.- Diseñar una Planificación del uso y manejo integral de la producción agropecuaria-forestal del Municipio de Pueblo Nuevo, tomando en cuenta la participación de todos los sectores representativos del Municipio.
- 2.- Formular una ley Municipal que permita la aplicación de este Plan de Ordenamiento basado en los resultados de este estudio.
- 3.- Establecer acuerdos entre los diferentes proyectos, instituciones, organismos y asociaciones que trabajan en el Municipio con el fin de armonizar las contradicciones (si existen) y formular proyectos integrales de desarrollo sostenible del Municipio.
- 4.- Elaborar planes de reforestación con especies nativas, priorizando las áreas donde existe la mayor presión demográfica o áreas desforestadas estableciendo bosques energéticos, así como la reforestación y protección en áreas críticas, principalmente las riberas de los ríos.
- 5.- Formular proyectos de obras estructurales de conservación de aguas que permita disminuir la velocidad de la escorrentía y aprovechar los grandes volúmenes de agua que se pierden, aumentar la recarga del acuífero subterráneo, así como disminuir los riesgos de inundación en la parte baja de la cuenca.

- 6.- Fomentar la participación de los habitantes sin distinción de género o idea, a través de talleres, seminarios, giras de campo, en lugares donde se desarrollan proyectos de recuperación de recursos naturales, así como la capacitación en : Agricultura Ecológica, Conservación de suelos y aguas, Sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles (Cultivos, ganado, bosque), Contaminación de recursos hídricos y prácticas de control, Manejo de bosques y reforestación, Agricultura sostenible de laderas y de bajos insumos externos.
- 7.- Realizar diagnósticos del riego en el Municipio, con el fin de evaluar los volúmenes de agua utilizados y la eficiencia de los sistemas de riego.
- 8.- Realizar estudios arqueológicos, de biodiversidad de especies de flora y fauna principalmente en las zonas de protección de la vida silvestre, para formular los proyectos del Museo Arqueológico y de manejo y aprovechamiento de recursos genéticos, plantas medicinales, investigación científica y recreación ecoturística.
- 9.- Elaborar planes para el manejo agroecológico a nivel de fincas.

## VII REFERENCIAS

- Buol, S.W. ; Hole, F. D. ; Mckracken R. J. , 1983. Génesis y Clasificación de Suelos. Mexico D.F Trillas. 417 p.
- Bruin, S. 1992. Fotointerpretación y Cartografía. Texto Básico de la asignatura de Fotointerpretación y Cartografía. Managua, Nicaragua. UNA. 56 p.
- CATIE. 1983. Caracterización ambiental y de los principales sistemas de cultivos en fincas pequeñas de Estelí Nicaragua.
- CATIE. 1989. Identificación y caracterización de los agroecosistemas predominantes y dominio de recomendación del trópico seco de la Región I Nicaragua.
- Castillo R. M. 1988. Formulación de acciones y estrategias para mejorar la coordinación interinstitucional en el manejo de cuencas hidrográficas de Nicaragua. Turrialba, Costa Rica. 161 p.
- Castro, et al. 1992. Introducción a las Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nic.
- CATASTRO, 1971. Levantamiento de Suelos de la Región del Pacifico de Nicaragua.
- Duchaufour, P. 1984. Edafogénesis y Clasificación. Masson. Barcelona, España, Masson. 493 p.
- ELSEVIER SCIENCE PUBLISHING COMPANY INC. 1989. Agricultural Compendium for Rural Development in the Tropic and Subtropics. New York, U.S.A. 714 p.
- ECOT-PAF. 1993. Consulta municipal sobre los Recursos Naturales y ambiente Departamento de Estelí. MARENA, Managua, Nicaragua.
- Fenzl, N. 1989 Nicaragua: Geografía, Clima, Geología y Hidrología. Belem, Brasil Asociación de Editoriales Universitarios de América Latina y el Caribe. 62 p.
- F.A.O. 1977. Guía para la Descripción de Perfiles de Suelos. Roma, Italia. 2da ed. 70 p.

- F.A.O. 1988. Pautas para la evaluación económica de proyectos de ordenación de cuencas. Guía FAO Conservación # 16. Roma, Italia. 148 p.
- F.A.O. 1978. Lecturas especiales sobre Técnicas de conservación. Guía FAO conservación # 4. Roma, Italia. 106 p.
- Fassbender, M.W.; Bornemisza, E. 1987 Química de suelos con énfasis en América Latina. San José, C.R. IICA. 420p.
- Fitzpatrick, E. A. 1987. Suelos. Compañía Editora Continental s. a. de c.v. México.
- Taylor. B. W. 1959. Estudio ecológico para el aprovechamiento de la tierra en Nicaragua. Editorial Alemana, Managua, Nicaragua.
- TECNOPLAN, S.A. 1978. Potencial de Desarrollo Agropecuario y Rehabilitación de Tierras en la Costa Atlántica-Nicaragua. vol. I Informe Principal. Managua, Nic. 172. p.
- Holdridge L.R. 1979. Ecología Basada en Zonas de Vida, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), C.R. 216 p.
- IRENA. 1981. Acta del II seminario nacional de Recursos Naturales y del Ambiente. Managua, Nicaragua.
- IRENA. 1983. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca sur del lago de Managua. Vol. 2: Análisis, síntesis y propuesta de Ordenamiento. Managua, Nic. 241 p.
- INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES. 1995. Mapas topográficos 1:50,000, hojas # 2856 II Somoto, 2956 III Condega, 2955 IV La Sirena, 2855 I San Juan de Limay.
- INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES. 1995. Fotografías aéreas (21) escala 1:25,000, año 1988.
- INIFOM-DANIDA. 1995. Caracterización Municipal, Area de Planificación Inifon-Danida (Pueblo Nuevo). Estelí - Nicaragua.

- IRENA. 1981. Estudio de Reconocimiento Edafológico Area de 1200 km<sup>2</sup> Comprendida Entre Kuikuinita, Lisawe, Río Iyas y el Corozo. Managua, Nicaragua.
- Linsley, J.R. Ray K. 1985. Hidrología para Ingenieros. Mexico 2 ed. 386 p.
- MIDINRA- CIERA. 1980. Diagnóstico socioeconómico del sector agropecuario de Estelí. Managua, Nicaragua.
- Moncada, O. 1990. Desarrollo de un modelo para evaluación automatizada de tierras en Pueblo Nuevo, Estelí, Nicaragua.
- Munsell Soil color charts. s.f.. Maryland EE.UU. Munsell color CO. s.p.
- Martínez, M. M. 1970. Estimación de Escurrimientos en Cuencas Pequeñas. U.A.CH. Chapingo, México.
- Montagnini, F. et al. 1992. Sistemas Agroforestales y Aplicación en los Trópicos. O.E.T. San José C.R.
- Ortiz C y Cuanalo H. 1984. Metodología del levantamiento fisiográfico. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México, 2da edición.
- Oviedo, P. E. et al. 1993. Nicaragua y el Mundo, Atlas Básico Ilustrado. Managua, Nicaragua. 56 p. il. col. Mapas. retrs.
- Poch, R. M. 1993. Técnicas de Conservació dels Sòls. Edicions de la Universitat de Lleida. 82 p.
- Rojas, R. M. 1986. Hidrología de Tierras Agrícolas. CIDIAT. 3ra ed.
- Rodríguez, T. F. 1981. Elementos del Escurrimiento Superficial. PATENA A.C.G. Chapingo, México. 225 p.
- Rodríguez, M. 1989. Desarrollo Curricular en Ingeniería Agrónoma en Suelos y Aguas. Mangua, Nic. 37 p.

- Salas, J. 1993. *Arboles de Nicaragua*. Managua, Nicaragua, Instituto Nicaraguense de Recursos Naturales y del Ambiente, IRENA.
- Soil Survey Staff. 1990. *Keys to soil Taxonomy*, traducido al español, Colegio de Postgraduados, México.
- S. G. Mcrae, C. P. Burnhan. 1981. *Land Evaluation*. Clarendon Pres. OXFORD. Great Britain. 239 p.



## VII.- ANEXOS

### Anexo # 1 Descripción de Perfiles

#### I- Información acerca del sitio de la muestra

- a. Número del Perfil : # 1
- b. Nombre del Suelo:
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia:  
USDA: Typic Pelluderts  
FAO: Vertisoles eútricos
- Fecha de la observación: 19-01-95
- e. Autores: Danilo Rivera, Ignacio Rodríguez, Martha Orozco, Rommel Irias, Efraín Acuña.
- f. Ubicación: Casa Blanca
- g. Altitud: 660 msnm.
- h. Forma del Terreno: Planicie
- i. Pendiente donde el perfil está situado: 2-4%
- j. Uso de la tierra: Barbecho (alrededor tomate de riego)
- k. Clima: Subtropical Montano bajo.

#### II. Información general acerca del suelo

- a. Material originario: Sedimentos aluviales
- b. Drenaje: Moderadamente drenado
- c. Condiciones de humedad en el perfil: Húmedo
- d. Profundidad a la capa freática:
- e. Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos: no
- f. Evidencia de erosión: No perceptible
- g. Presencia de sales o álcalis:
- h. Influencia humana: Ha sido cultivado con cultivos anuales.

#### III. Breve descripción del perfil:

Ap 0-20cm 10YR 3/1 (Seco), 10YR 2/1 (Húmedo), textura Arcilloso, estructura Bloques angulares subangulares gruesos, consistencia en seco extremadamente duro, en húmedo ligeramente firme, mojado muy plástico y ligeramente adhesivo, Límite difuso, abundante micro poros, pocas raíces finas.

A, 20-100 cm 10YR 2/1 (húmedo), textura arcillosa, estructura en bloques angulares y subangulares, consistencia en seco extremadamente duro, en húmedo ligeramente firme, en mojado muy adhesivo, límite difuso, abundantes microporos, y muy pocas raíces finas.

## Características interpretadas del suelo:

Son suelos que presentan buena profundidad y fertilidad tal como lo demuestra el análisis de laboratorio, sin embargo poseen una limitante que los ubica en clases superiores de capacidad ( clase VI) por la textura, ya que estos suelos presentan riesgos de encharcamiento en época de invierno. Estos suelos son productivos si se les da un manejo adecuado y pueden utilizarse para cultivos tolerantes al encharcamiento o en agricultura bajo riego.

### I- Información acerca del sitio de la muestra

- a. Número del Perfil : # 2
- b. Nombre del Suelo:
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia:  
USDA: Typic Haplustolls  
FAO: Chernozems háplicos
- d. Fecha de la observación: 20-01-95
- e. Autores: Danilo Rivera, Ignacio Rodríguez, Martha Orozco, Rommel Irias, Efraín Acuña.
- f. Ubicación: La Lamilla, Maximiliano Zamora
- g. Altitud: 600 msnm.
  - h. Forma del Terreno: plano.
  - i. Pendiente donde el perfil está situado: 0-2%
  - j. Uso de la tierra: Cultivo (Hortalizas tomate)
  - k. Clima: Subtropical montano bajo.

### II. Información general acerca del suelo

- a. Material originario: Sedimentos fluviales
- b. Drenaje: bien drenado
- c. Condiciones de humedad en el perfil: Bien húmedo
- d. Profundidad a la capa freática
- e. Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos:
- f. Evidencia de erosión: No perceptible
- g. Presencia de sales o álcalis:
- h. Influencia humana: Esta siendo utilizado en agricultura de regadío.

### III. Breve descripción del perfil:

Ap 0-35 cm 10YR 2/2 (seco), 10YR 2/1 (Húmedo), textura franca arcillosa, estructura en bloques Subangulares firmes, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente plástico y adhesivo, límite neto y plano, presencia de microporos y meso poros abundantes, Raíces pocas gruesas y finas.

Bw 35-70 cm 10YR 3/3(seco) 10 YR 3/3 (húmedo), textura Franco arenoso, estructura en Bloques subangulares débiles, consistencia en húmedo muy friable, mojado ligeramente adhesivo no plástico, limite neto y plano, poros, macro poros abundantes, pocas raíces gruesas.

C, 70-90 cm 10YR 3/4 (húmedo), textura arena francosa, estructura masiva, consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente adhesivo, limete neto y difuso, abundantes macroporos, pocas raíces finas.

IIA<sup>b</sup> 90-103 cm 10YR 3/2 (húmedo), textura franca-arcillosa, estructura en bloques subangulares firmes, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente plástico y adhesivo, limite neto y plano, abundantes macro y mesoporos, pocas raíces finas.

IICzb 103 +.

I- información acerca del sitio de la muestra

- a. Número del Perfil : # 3
- b. Nombre del Suelo:
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia:  
USDA: Typic Hapludalfs  
FAO: Luvisoles háplicos
- d. Fecha de la observación: 20-01-95
- e. Autores: Danilo Rivera, Ignacio Rodríguez, Martha Orozco, Rommel Irías, Efraín Acuña
- f. Ubicación: El Paraisito, Ramón Umanzor
- g. Altitud: 760 msnm
- h. Forma del Terreno: Ondulado.
- i. Pendiente donde el perfil está situado: 20%
- j. Uso de la tierra: Rastrojo maíz frijol
- k. Clima: Subtropical montano bajo.

## II. Información general acerca del suelo

- a. Material originario: Basalto y aglomerado
- b. Drenaje: Bien drenado
- c. Condiciones de humedad en el perfil: Bien húmedo
- d. Profundidad a la capa freática
- e. Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos: 20% en la superficie.
- f. Evidencia de erosión: Laminar
- g. Presencia de sales o álcalis:
- h. Influencia humana: Esta muy erosionado debido al sobre uso.

## III. Breve descripción del perfil:

Ap 0-20 cm 10 YR 3/2 (seco) 10YR 3/1 (húmedo), textura arcillosa, estructura en bloques angulares bloque subangulares, consistencia en seco duro, húmedo firme, mojado plástico y adhesivo, limite claro y plano, abundantes macroporos, no hay presencia de raíces.

Bt 20-50 cm 10 YR 4/2 (húmedo), textura arcillosa, estructura en bloques Angulares y Bloque Subangulares, consistencia en húmedo Firme, mojado plástico y adhesivo, limite claro y ondulado, abundante micro poros, No hay presencia de raíces.

C 50-100 cm 10 YR 5/4 (húmedo), textura, consistencia en húmedo Firme, mojado plástico y adhesivo, Abundante micro poros, No hay presencia de raíces.

## I- Información acerca del sitio de la muestra

- a. Número del Perfil : # 4
- b. Nombre del Suelo:
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia:  
USDA: Rhodic Kandiudalfs  
FAO: Luvisoles férricos
- d. Fecha de la observación: 20-01-95
- e. Autores: Danilo Rivera, Ignacio Rodríguez, Martha Orozco, Rommel Irias, Efraín Acuña.
- f. Ubicación: Los llanos

- g. Altitud: 1060 msnm.
- h. Forma del Terreno: Onduldo
- i. Pendiente donde el perfil está situado: 14 %
- j. Uso de la tierra: Rastrojo maíz frijol
- k. Clima: Subtropical montano bajo.

## II. Información general acerca del suelo

- a. Material originario: Basalto
- b. Drenaje: Bueno
- c. Condiciones de humedad en el perfil: Semi húmedo
- d. Profundidad a la capa freática:
- e. Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos: 10% (No ha sido despedrado por cultivo)
- f. Evidencia de erosión: No perceptible
- g. Presencia de sales o álcalis:
- h. Influencia humana: Ha sido utilizado para la producción de cultivos de granos como maíz y frijol.
- i. Ecurr. Sup: moderado

## III. Breve descripción del perfil:

Ap 0-13 cm 10 YR 3/1 (seco), 10YR 2/2 (húmedo), textura franca arcillosa, estructura granular, consistencia en seco ligeramente duro, en húmedo friable, mojado ligeramente plástico, límite difuso, abundante macroporos, abundantes raíces finas.

A, 13-45 cm 10YR 3/3 (seco), 10YR 3/2 (húmedo), textura franco arcillosa, estructura Bloque angulares y subangulares, consistencia en seco blando, en húmedo friable, en mojado ligeramente plástico adhesivo, límite difuso ondulado, abundante mesoporoso, pocas raíces gruesas.

Bt, 45-60 cm 10 YR 4/3 (seco), 10YR 4/4 (húmedo), textura Arcillosa, estructura en Bloque Angulares y Subangulares, consistencia en húmedo Friable, mojado plástico y adhesivo, límite claro y neto, Abundante microporos finos, No hay presencia de raíces.

Bt, 60-120 cm 10YR 4/4 (húmedo), textura Arcillosa, estructura en Bloque Angulares y Subangulares, consistencia en húmedo Friable, mojado Plástico y adhesivo, Abundantes microporos finos, No hay presencia de raíces.

Observaciones: En las partes circundantes del perfil hay un 20% de piedras sobre la superficie a medida que la pendiente crece.

## I- Información acerca del sitio de la muestra

- a. Número del Perfil : # 5
- b. Nombre del Suelo:
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia:  
USDA: Mollic Hapludalfs  
FAO: Luvisoles háplicos
- d. Fecha de la observación: 20-01-95
- e. Autores: Danilo Rivera, Ignacio Rodríguez, Martha Orózco, Rommel Iriaz, Efraín Acuña.
- f. Ubicación: El Chaguiton.
- g. Altitud: 1000 msnm
- h. Forma del Terreno: mesas
- i. Pendiente donde el perfil está situado: 20%
- j. Uso de la tierra: Café con sombra
- k. Clima: Subtropical montano bajo.

## II. Información general acerca del suelo

- a. Material originario: Basalto (Aglomerados)
- b. Drenaje: Bueno
- c. Condiciones de humedad en el perfil:
- d. Profundidad a la capa freática:
- e. Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos:
- f. Evidencia de erosión: No perceptible
- g. Presencia de sales o álcalis:
- h. Influencia humana: La vegetación original ha sido perturbada para la plantación del café.

## III. Breve descripción del perfil:

A 0-39/43 cm 10YR 3/1 (seco), textura franca, estructura Granular, consistencia en seco suave, mojado ligeramente plástico y ligeramente adhesivo, limite neto y ondulado, abundante macro y mesoporos, muchas raíces finas.

Bt 39/43-80 cm 10YR 4/3 (húmedo), textura arcillosa, estructura en bloques angulares, consistencia en húmedo firme, mojado plástico y adhesivo, limite difuso, abundantes microporos, pocas presencia de raíces finas.

C 80 +.

Observaciones: El horizonte Bt tiene un 50% de piedras.

## I- Información acerca del sitio de la muestra

- a. Número del Perfil : # 6
- b. Nombre del Suelo:
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia:  
USDA: Typic Hapludalfs.  
FAO: Luvisoles gléyicos
- d. Fecha de la observación: 20=01-95
- e. Autores: Danilo Rivera, Ignacio Rodríguez, Martha Orozco, Rommel Irias, Efraín Acuña.
- f. Ubicación: Finca el Consuelo Juan Irias
- g. Altitud: 1200 msnm.
- h. Forma del Terreno: Escarpado.
- i. Pendiente donde el perfil está situado: 40-50 %
- j. Uso de la tierra: Pasto con reforestación (pino)
- k. Clima: Subtropical montano bajo.

## II. Información general acerca del suelo

- a. Material originario: Ignimbrita.
- b. Drenaje: Moderada
- c. Condiciones de humedad en el perfil: bien húmedo.
- d. Profundidad a la capa freática:
- e. Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos: 5%
- f. Evidencia de erosión: No perceptible
- g. Presencia de sales o álcalis:
- h. Influencia humana: La vegetación natural ha sido reemplazada para el cultivo de pastos.

## III. Breve descripción del perfil:

A<sub>1</sub> 0-15 cm 10 YR 3/2 (húmedo), textura franco arcillosa, estructura en bloques angulares y subangulares, consistencia en húmedo Friable, mojado ligeramente plástico adhesivo, limite claro y neto, abundante macro y mesoporos, muchas raíces gruesas y finas.

A<sub>2</sub> 15-26 cm 10 YR 5/2 (húmedo), textura arcillosa, estructura en Bloques Angulares y subangulares, consistencia en húmedo Friable, mojado Plástico y adhesivo, limite difuso, abundante microporos, muchas raíces finas.

B<sub>tg</sub> 26-70cm 10 YR 6/2 (húmedo), textura arcillosa, estructura en Bloques angulares y Subangulares, consistencia en húmedo Friable, mojado Plástico y adhesivo, limite difuso, abundante microporos, pocas raíces finas.

## Características interpretadas del suelo:

Los alfisoles son suelos de mediana fertilidad pueden ser utilizados para la agricultura cuando se encuentra en partes planas, presentan limitaciones como es un horizonte arcilloso debajo del horizonte superficial lo que dificulta la penetración de las raíces. En Pueblo Nuevo estos suelos se encuentran en la parte alta de la cuenca ocupando todas las áreas de vocación forestal, sin embargo se encuentran utilizados con café y bosque, y pastos; en los lugares donde existe sobreexplotación de estos suelos se encuentran degradados con severos problemas de erosión se encuentran ubicados en: Serranías del volcan de Somoto, Motolín, la Virgen, el Chaguitón y el Consuelo.

### I- Información acerca del sitio de la muestra

- a. Número del Perfil : # 7
- b. Nombre del Suelo:
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia:  
USDA: Lithic Ustorthents  
FAO: Leptosoles líticos
- d. Fecha de la observación: 21-01-95
- e. Autores: Danilo Rivera, Ignacio Rodríguez, Martha Orozco, Rommel Irias, Efraín Acuña.
- f. Ubicación: La cofradía Propiedad de Francisco Córdoba
- g. Altitud: 700 msnm.
- h. Forma del Terreno: ladera.
- i. Pendiente donde el perfil está situado: 45%
- j. Uso de la tierra: Pasto natural y arbustos.
- k. Clima: Subtropical montano bajo.

### II. Información general acerca del suelo

- a. Material originario: Basalto.
- b. Drenaje: Moderadamente drenado
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco
- d. Profundidad a la capa freática:
- e. Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos: Existe afloramientos rocosos.
- f. Evidencia de erosión: Erosión muy severa por sobrepastoreo.
- g. Presencia de sales o álcalis:
- h. Influencia humana: Ha sido muy influenciado por el sobrepastoreo.



### III. Breve descripción del perfil:

Ap 0-10 cm 10YR 4/3 (seco), 10YR 4/2 (húmedo), textura franca, estructura granular, consistencia en seco muy duro, mojado poco adhesivo, límite Neto y plano, abundante macroporos, abundante raíces finas.  
R 10+ Roca.

Observaciones: Sobre pastoreo.

#### Características interpretadas del suelo:

De acuerdo a la descripción del perfil, permite observar que estos suelos no son aptos para la agricultura, mucho menos para el uso que tienen actualmente (ganadería extensiva) ya que se encuentran en estado avanzado de degradación y presentan pendientes fuertes (mayor del 30%) lo que los hace susceptible a la erosión.

### I- Información acerca del sitio de la muestra

- a. Número del Perfil : # 8
- b. Nombre del Suelo:
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia:  
USDA: Udic Haplustolls  
FAO: Chernozems háplicos
- d. Fecha de la observación: 21-01-95
- e. Autores: Danilo Rivera, Ignacio Rodríguez, Martha Orozco, Rommel Irias, Efraín Acuña.
- f. Ubicación: Santa Ana
- g. Altitud: 660 msnm.
- h. Forma del Terreno: planicie coluvial
- i. Pendiente donde el perfil está situado: 0-2%
- j. Uso de la tierra: Rastrojo de sorgo
- k. Clima: Subtropical montano bajo.

### II. Información general acerca del suelo

- a. Material originario: Sedimento coluvio aluvial
- b. Drenaje: bueno
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco
- d. Profundidad a la capa freática:
- e. Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos:
- f. Evidencia de erosión: No perceptible
- g. Presencia de sales o álcalis:
- h. Influencia humana:

### III. Breve descripción del perfil:

Ap 0-15 cm 10YR 4/3 (seco), 10YR 3/2 (húmedo), textura franca, estructura en Bloques angulares, consistencia en seco muy duro, en húmedo Friable, mojado ligeramente plástico y adhesivo, límite claro y neto, abundante meso y macroporos, poca presencia de raíces finas.

A<sub>2</sub> 15-40 cm, 10YR 3/2 (seco), 10YR 2/2 (húmedo), textura franco arcillosa, estructura en Bloques angulares, consistencia en seco duro, húmedo Friable, mojado ligeramente plástico adhesivo, límite difuso, abundante meso y microporos, pocas raíces finas.

B<sub>2</sub>t 40-60 cm 10YR 3/2 (seco), 10YR 2/2 (húmedo), textura arcillosa, estructura en Bloque angulares, consistencia en seco duro, húmedo Friable, mojado plástico adhesivo, límite difuso, abundante meso y microporos pocas raíces finas.

IIA<sub>b</sub> 60-90 cm 10YR 3/1 (seco), 10YR 2/1 (húmedo), textura arcillosa, estructura Bloques angulares, consistencia en seco duro, húmedo Friable, mojado Plástico adhesivo, límite Claro neto, abundante meso y microporos, no hay presencia de raíces.

IIB<sub>b</sub>,t 90-120 cm 7.5YR 4/2 (seco) 5YR 4/3 (húmedo), textura franco arcillo arenoso, estructura en Bloque angulares, consistencia en seco duro, húmedo friable, mojado Plástico adhesivo, no hay presencia de raíces.

#### \*Características interpretadas del suelo:

Son suelos aptos para una gran gama de cultivos, puede utilizarse la agricultura intensiva sin riesgo, son los suelos más productivos y fáciles de laborar debido a sus características físicas (textura, estructura), presentan alta fertilidad y una profundidad efectiva (profundidad radicular) mayor de los 90 cm, sin embargo estos suelos deben de manejarse con cuidado en la agricultura de riego por la susceptibilidad a la erosión, principalmente en riego por gravedad.

## ANEXO # 2 Resultados de Análisis de Laboratorio

Cuadro # 28 Resultados de los análisis de laboratorio para cada perfil de suelo.

Perfil #	Prof. (cm)	pH	NO	N	ppm	meq/100gr. suelo					Text.
						H <sub>2</sub> O	S	S	P	K	
1	0-20	6.8	3.8	0.19	52	0.94	17.6	8.5	0.65	27.69	Arc.
	20-100	6.7	2.3	0.11	5.05	0.15	23.2	12.1	0.47	35.92	F.A
2	0-35	6.9	2.3	0.16	48	0.53	18.8	9.5	0.17	29	F.a
	35-70	6.7	2.9	0.18	17	0.12	17.2	7	0.13	24.45	A.F
	70-90	6.8	2.6	0.13	17	0.1	14.8	6	0.13	21.03	F.A
3	90-130	6.8	5.9	0.25	7	0.07	16.6	8.5	0.17	25.34	Arc.
	0-20	6.1	0.73	0.03	37	0.23	14.4	9.5	0.08	24.21	Arc.
	20-50	6	2.6	0.13	2.84	0.07	15.4	11.5	0.13	27.1	Arc.
4	50-100	6.1	1.4	0.07	7.33	0.05	11	6.9	0.13	18.08	F.A
	0-13	5.8	1.8	0.09	11	0.43	12	4	0.04	16.47	F.A
	13-45	5.8	0.33	0.01	7.33	0.17	9.2	1.98	0.04	11.39	Arc.
	45-60	5.7	2.3	0.11	18	0.05	6.8	3.1	0.08	10.03	Arc.
5	60-120	5.6	1.4	0.07	13	0.02	10	3.9	0.08	14	F
	0-30/43	6	0.5	0.02	21	0.64	17.8	7.5	0.04	25.98	Arc.
	30-43/80	5.3	1.4	0.07	7.33	0.07	16.8	10.2	0.08	27.15	F.A
6	0-15	5.7	2.3	0.11	7.33	0.43	18	17.4	0.08	35.91	Arc.
	15-26	5.3	6.7	0.33	2.12	0.12	25	24.6	0.26	49.98	Arc.
	26-70	5.4	1.6	0.08	3.5	0.05	24.6	23.3	0.17	48.12	F
8	0-15	6.5	3.2	0.16	26	0.74	20.9	7.8	0.13	29.17	F
	15-40	6.6	0.4	0.02	18	0.33	15.4	7.2	0.17	23.1	F.A
	40-60	6.5	0.94	0.04	14	0.61	25	6.8	0.26	34.67	Arc.
	60-90	6.7	4	0.2	18	0.76	40	23	0.39	64.15	Arc.
	90-120	6.6	9.1	0.40	15	0.48	25.2	12.6	0.3	38.78	F.A.s

Leyenda:

Arc.=Arcilloso

F= Franco

F.A= Franco Arcilloso

F.A.a= Franco Arcilo arenoso

F.a= Franco arenoso

A= Arenoso

### Anexo # 3. Metodologías para los análisis de suelos

Para la realización de los análisis de laboratorio de las muestras de suelos se utilizó la metodología planteada por la International Soil Reference and Information Center (ISRIC), (1994).

Se realizaron los siguientes análisis de laboratorio:

#### a) Textura del suelo:

La textura del suelo se realizó por el método de la pipeta de Robinson. El cual se basa en la relación existente entre la velocidad de precipitación de las partículas del suelo y su tamaño, de acuerdo a la ley de Stokes. Después de un tiempo calculado, se saca con una pipeta una parte alícuota desde una profundidad definida por debajo de la superficie y se evapora a sequedad; el residuo se seca a la estufa y se pesa, determinándose las tres partículas fundamentales del suelo arena, limo y arcilla.

#### b) pH del suelo.

La determinación del pH del suelo se realizó en agua destilada con una relación sólido líquido de 1:2.5, las muestras se agitaron durante dos horas, se dejó reposar cinco minutos y se procedió a efectuar las lecturas en el peachimetro calibrado con soluciones buffer de pH 4, 7 y 9.

#### c) Materia Orgánica:

Para la determinación de materia orgánica se utilizó el procedimiento de Walkley y Black. Este procedimiento involucra la combustión húmeda de la materia orgánica con una mezcla de dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ) y ácido sulfúrico.

#### d) Carbono Orgánico:

Para obtener el % de carbono orgánico se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ MO} = M \frac{(V_1 - V_2)}{S} * 0.39.$$

M: Molaridad de la solución sulfato ferroso.  
 V<sub>1</sub>: ml de la solución sulfato ferroso requerido por el blanco.  
 V<sub>2</sub>: ml de la solución sulfato ferroso requerido por la muestra.  
 S : peso de la muestra del suelo.

0.39:  $3 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 1.3$

Para la conversión del % de carbono orgánico a % de materia orgánica se utilizó la siguiente fórmula:  
 % MO = 2 \* % carbono orgánico.

#### e) Nitrógeno.

Se utilizó el procedimiento Kjeldahl. La muestra es digestada en ácido sulfúrico y peróxido de hidrógeno. La solución es alcalina y se destila el amonio. El procedimiento determina todo el nitrógeno del suelo (incluyendo el amonio adsorbido) excepto los nitratos.

Para el cálculo del % de nitrógeno se utilizó la siguiente fórmula.

$$\% N = \frac{a-b}{5} M * 1.4 \text{ mcf.}$$

Donde:

a = ml HCL requeridos para la muestra titulada.  
 b = ml HCL requeridos para el blanco titulado.  
 s = Muestra del suelo seco al aire pesada en gramos.  
 M =  $14 \cdot 10^{-3} \cdot 100$  (14= peso atómico del nitrógeno).  
 mcf = Factor de corrección de la humedad.

#### f) Fósforo.

Se utilizó la solución extractora de Olsen Modificado (NaHCO<sub>3</sub> 0.5 N pH 8.5) y se analizó por fotocolorimetría con una longitud de onda de 680 nm y filtro rojo.

#### g) Potasio.

Se determinó por solución extractora Olsen Modificado y con espectrofotómetro de absorción atómica.

h) Calcio.

Se determinó por medio de cloruro de potasio como solución extractora 1 N y se midió por espectrofotómetro de absorción atómica.

i) Magnesio.

Por medio de cloruro de potasio (KCL) 1 N como solución extractora y determinado por espectrofotómetro de absorción atómica.

### Anexo # 4. Actividades del Proceso Metodológico.

ACTIVIDADES	DESCRIPCION	TIEMPO DE EJECUCION
a- a.1	Pre-campo Recopilación de información básica. *Recopilación de informes y mapas de estudios anteriores relacionados con el Municipio tales como Suelos, Clima, Zonas de vida, Geomorfología, Topografía, Hidrología.	30 días.
a.2	Fotointerpretación. *Interpretación de los diferentes elementos de las fotografías aéreas. *Preparación de mapas de fotointerpretación con unidades Geomorfológicas, Uso actual de la Tierra, Hidrología, Suelos, Pendientes.	15 días
b-	Trabajo de Campo. *Trasado de transectos de estudio del Área. *Comprobación de unidades de fotointerpretación. *Chequeo de campo mediante observaciones detalladas con perfiles y barrenadas en los suelos del área. *Evaluación Forestal. *Comprobación del uso de la Tierra. *Descripción de perfiles representativos y recolección de muestras de suelos.	20 días
c-	Trabajo de Pos-Campo. *Corrección de mapas bases Geomorfológicos, Hidrológicos, Forestal, Uso actual de la Tierra. *Primer borrador de Mapas de Uso Potencial y Zonificación Agroclimáticos. *Revisión de primer informe borrador. *Revisión de mapas e integración de nuevos elementos.	60 días
	*Edición de Mapas de Geomorfología, Hidrología, Uso Actual de la Tierra, Armas Forestales, Uso Potencial, Zonificación Agroclimática. *Edición y Presentación de Informe Final.	30 días.

## Anexo # 5. Recursos hídricos superficiales.

Para investigar el recurso hídrico superficial se estudia la morfología de la cuenca y se realiza un balance hídrico para estimar el volumen de agua disponible potencialmente almacenable en la cuenca.

### Morfología de la Cuenca.

La morfología de la cuenca se define por tres de parámetros:

- A) Forma.
- B) Relieve.
- C) Red hidrográfica.

#### A). Forma:

La forma de la cuenca influye sobre los escurrimientos y sobre la marcha del hidrograma resultante de una precipitación dada. Así, en una cuenca de forma alargada el agua caída por la lluvia escurre en general por un solo cauce principal, mientras que en otra de forma ovalada los escurrimientos de agua recorren cauces secundarios hasta llegar a uno principal, por lo que la duración del escurrimiento es superior. Para el cálculo de la forma de la cuenca se utilizó la fórmula siguiente:

$$C_g = \frac{P}{2(3.1416 * A)^{0.5}}$$

Donde:

- $C_g$  = Coeficiente de Gravelius.
- P = Perímetro de la cuenca en metros.
- A = Superficie de la cuenca en  $km^2$ .

$C_g$	Forma
1.00 - 1.25	Redonda
1.25 - 1.50	Ovalada
1.50 - 1.75	Oblonga



## B) Relieve:

La influencia del relieve sobre el hidrograma es aún mas evidente. A una mayor pendiente corresponderá una menor duración de concentración del agua de escorrentía en la red de drenaje y afluentes al curso principal, los parámetros mas utilizados para determinar el relieve son los siguientes:

### a) Alejamiento Medio de la Cuenca:

Es un coeficiente que relaciona el curso de agua más largo con la superficie de la cuenca.

$$a = \frac{L}{A^{0.5}}$$

Donde:

a = Alejamiento medio de la cuenca.

L = Longitud del curso de agua más largo en km.

A = Superficie de la cuenca en km<sup>2</sup>

### b) Curva Hipsométrica:

Es frecuente definir el relieve por la curva hipsométrica de la cuenca, que representa gráficamente cotas del terreno en función de las superficies correspondientes. Para realizarlo se lleva a escalas convenientes, la altitud representadas en las ordenadas y la superficie de la cuenca expresada en porcentaje en las abcisas, para la cual cada punto tiene de cota al menos igual a esa altitud, en proyección horizontal en las abcisas. Esta ultima se obtiene planimetrando curvas de nivel cuya cota se ha definido en las ordenadas y los limites de la cuenca por encima de la citada cota.

La curva hipsométrica permite caracterizar el relieve. Una pendiente fuerte en el origen hacia cotas inferiores indican llanuras o penillanuras; si la pendiente es muy fuerte hay peligro de inundación. Una pendiente muy débil en esa parte revela un valle encajonado. Una pendiente hacia la parte media indica una meseta.

## C) Red Hidrográfica:

Se denomina red hidrográfica al drenaje natural, permanente o temporal, por el que fluyen las aguas de los escurrimientos superficiales, subsuperficiales y subterrneos de la cuenca. Para estudiar el drenaje natural se analizaron los siguientes parámetros:

a) **Densidad de Drenaje:**

La densidad de drenaje esta definida, para una cuenca dada, como la longitud media del curso de agua por unidad de superficie.

Cuanto mayor sea la densidad de drenaje, mas rápido sera la respuesta de la cuenca frente a una tormenta, evacuando el agua en menor tiempo. Por lo tanto los hidrogramas en principio tendran un tiempo de concentración corto.

Para el cálculo de la densidad de drenaje se utilizó la siguiente fórmula:

$$D = \frac{L_i}{A}$$

Donde:

- D = Densidad de drenaje.
- L<sub>i</sub> = Sumatoria de todos los tributarios.
- A = Area de la cuenca en km<sup>2</sup>.

b) **Pendiente Media de un Cauce:**

Se calcula mediante la expresión:  $S = \frac{H_{max} - H_{min}}{L} * 100$

Donde:

- H<sub>max</sub> = Altura máxima del cauce en metros.
- H<sub>min</sub> = Altura mínima en metros.
- L = Longitud del cauce principal en metros.

c) **Método del Número de Curvas:**

No siempre es posible obtener hidrogramas, por lo que la escorrentía superficial se debe estimar a partir de otros métodos. Uno de ellos es el número de curva. Este método fue elaborado por U.S.D.A y se basa en la estimación directa de la escorrentía superficial de una lluvia aislada, a partir de las características del suelo, el uso del mismo y de la cobertura vegetal. El método supone que cada uno de los complejos suelo-vegetación se comporta de una misma forma frente a la infiltración.

En un complejo suelo vegetación totalmente impermeable toda la precipitación se convierte en escorrentía superficial. Por el contrario en un complejo totalmente permeable no daría escorrentía fuera cual fuera el valor de la precipitación.

A cada tipo de complejo suelo-vegetación se le asignó un valor, llamado número de curva o número hidrológico.

Los suelos son clasificados de la siguiente manera:

- Grupo A: Es el que ofrece menor escorrentía. Incluye suelos que presentan mayor permeabilidad, suelos profundos, sueltos bien drenados.
- Grupo B: Suelos de moderada permeabilidad son menos profundos que el grupo A.
- Grupo C: Incluye suelos que presentan poca permeabilidad, su textura es franco arcillosa, poseen estratos impermeables.
- Grupo D: Ofrece mayor escorrentía, incluye los suelos con gran impermeabilidad, arcillosos y aquellos con subsuelo impermeable próximos a la superficie.

En cuanto a la cubierta vegetal se establecen distintas clases en sus condiciones hidrológicas, con gradaciones de pobres a buenas para la infiltración. Cuanto más denso es el cultivo, mejor es su condición hidrológica para la infiltración y menor es el número de curva representativo de la escorrentía.

Con respecto al laboreo del terreno se establece una clasificación, considerando que las labores del terreno influyen sobre la escorrentía:

- R: Cuando las labores se realizan sin tomar en cuenta la pendiente del terreno o sea sin medidas de conservación.
- C: Cuando se cultiva a curva de nivel o manejo conservacionista.
- C.T: Cuando se cultiva a curva de nivel y existen terrazas abiertas (con desagüe) para la conservación del suelo.

Para el caso de los pastizales se clasifican en tres grupos:

Pobres: Cuando son pastados pero presentan un sobrepastoreo y tienen un área con cobertura vegetal menor del 50% de superficie del terreno.

Regulares: Aquellos cuya cubierta vegetal alcanza entre un 50% y un 75% y son moderadamente pastados.

Buenos: Los que su cubierta vegetal supera el 75% de la superficie del terreno.

Con los datos del número de curvas y las precipitaciones diarias se estimaron, los volúmenes de agua de escorrentía.

Para efectos de comparación de los diferentes volúmenes de agua escurridos se elaboraron los cálculos de escorrentía para tres situaciones diferentes:

Caso I: Es el más desfavorable a efectos de escorrentía (año seco).

Caso II: Favorable a efectos de escorrentía (año húmedo).

Caso III: Intermedio entre los dos anteriores o sea que es un año de mediana precipitación (año medio).

#### **\*Hidrograma Unitario**

Un hidrograma unitario es la respuesta de una cuenca a una precipitación uniforme efectiva (es decir lluvia que cae con igual intensidad en toda la cuenca y produce solo escorrentía rápida) y que además es de valor unitario (1 mm).

El pico o máximo caudal del hidrograma, representa el valor máximo del caudal en la sección de salida de la cuenca.

El cálculo de caudales máximos se realizó mediante la convolución de hidrogramas para diferentes duraciones y períodos de retorno de 5, 10, 15, 25, 50 y 100 años respectivamente.

## Anexo # 6 CUANTIFICACION DE HIDROLOGIA SUPERFICIAL.

ESTACION:        CONDEGA  
 CALCULO DE PRECIPITACIONES MAXIMAS

p max	X-AVG		p max	N/(N+1)
50.8	-17.28		1	27.5 0.0345
63.5	-4.582		2	40.8 0.0690
50.8	-17.28		3	41.9 0.1034
106.7	38.618		4	44.0 0.1379
63.5	-4.582		5	46.5 0.1724
102	33.918		6	48.3 0.2069
52.8	-15.28		7	50.8 0.2414
59.3	-8.782		8	50.8 0.2759
73.7	5.6179		9	50.8 0.3103
50.8	-17.28		10	50.9 0.3448
52.1	-15.98		11	52.1 0.3793
153.7	85.618		12	52.8 0.4138
48.3	-19.78		13	53.5 0.4483
40.8	-27.28		14	55.5 0.4828
41.9	-26.18		15	59.3 0.5172
27.5	-40.58		16	61.2 0.5517
50.9	-17.18		17	63.5 0.5862
84.6	16.518		18	63.5 0.6207
61.2	-6.882		19	73.7 0.6552
44	-24.08		20	84.6 0.6897
104	35.918		21	88.5 0.7241
88.5	20.418		22	88.5 0.7586
55.5	-12.58		23	90.8 0.7931
88.5	20.418		24	100.9 0.8276
46.5	-21.58		25	102.8 0.8621
90	21.918		26	104.8 0.8966
100.9	32.818		27	106.7 0.9310
53.5	-14.58		28	153.7 0.9655

MEDIA 68.082 -2E-39  
 DESVTIP 27.183 -3E-45 CORFASIM

PARAMETROS GUMBEL	P(X)	T(ANOS)	y	X(MM/24INT(MM/H))
ALFA = 21.194	0.5000	2.0	0.4	63.6 2.7
U = 55.849	0.8000	5.0	1.5	87.6 3.7
	0.9000	10.0	2.3	103.5 4.3
	0.9333	15.0	2.7	112.5 4.7
	0.9600	25.0	3.2	123.6 5.2
	0.9800	50.0	3.9	138.5 5.8
	0.9900	100.0	4.6	153.3 6.4

INTENSIDADES PARA DURACIONES MENORES DE 24 HORAS (MM/H)									
T (ANOS)	24H	12H	6H	5H	4H	3H	2H	1H	0.5H
2.0	2.7	4.5	7.5	8.5	10.0	12.4	16.6	27.6	45.7
5.0	3.7	6.2	10.3	11.7	13.8	17.0	22.9	38.0	63.0
10.0	4.3	7.3	12.1	13.9	16.3	20.1	27.1	44.9	74.4
15.0	4.7	7.9	13.2	15.1	17.7	21.9	29.4	48.8	80.9
25.0	5.2	8.7	14.5	16.5	19.5	24.0	32.3	53.6	88.9
50.0	5.8	9.8	16.2	18.5	21.8	26.9	36.2	60.0	99.6
100.0	6.4	10.8	18.0	20.5	24.2	29.8	40.1	66.4	110.2

PRECIPITACIONES TOTALES PARA DISTINTAS DURACIONES(MM)									
T (ANOS)	24H	12H	6H	5H	4H	3H	2H	1H	0.5H
2.0	63.6	53.9	44.7	42.6	40.1	37.1	33.2	27.6	22.9
5.0	87.6	74.3	61.6	58.6	55.2	51.1	45.8	38.0	31.5
10.0	103.5	87.8	72.8	69.3	65.2	60.4	54.1	44.9	37.2
15.0	112.5	95.4	79.1	75.3	70.9	65.6	58.8	48.8	40.4
25.0	123.6	104.8	86.9	82.7	77.9	72.1	64.6	53.6	44.4
50.0	138.5	117.4	97.4	92.7	87.3	80.8	72.4	60.0	49.8
100.0	153.3	130.0	107.8	102.6	96.6	89.4	80.1	66.4	55.1

#### AGUACEROS DE CALCULO

Precipitación acumulada para distintos periodos de retorno (mm)

T(anos)	Duración del aguacero (h)					
	1	2	3	4	5	6
2	2.5	6.3	33.9	39.6	42.6	44.7
5	3.4	8.7	46.7	54.5	58.6	61.6
10	4.1	10.3	55.2	64.4	69.3	72.8
15	4.4	11.2	60.0	70.0	75.3	79.1
25	4.8	12.3	65.9	76.9	82.7	86.9
50	5.4	13.8	73.8	86.2	92.7	97.4
100	6.0	15.3	81.7	95.4	102.6	107.8

Precipitación en cada intervalo para distintos periodos de retorno (mm)

T(anos)	Duración del aguacero (h)					
	1	2	3	4	5	6
2	2.5	3.8	27.6	5.7	3.0	2.1
5	3.4	5.3	38.0	7.8	4.1	3.0
10	4.1	6.3	44.9	9.2	4.9	3.5
15	4.4	6.8	48.8	10.0	5.3	3.8
25	4.8	7.5	53.6	11.0	5.8	4.2
50	5.4	8.4	60.0	12.4	6.5	4.7
100	6.0	9.3	66.4	13.7	7.2	5.2

**Anexo # 6.1 CALCULO DEL HIDROGRAMA UNITARIO**

**CUENCA: PUEBLO NUEVO**

Sup = 203 km<sup>2</sup>      Dur HU = 1 h  
 Long c. = 15900 m  
 Pend = 0.0616 m/m  
 Tc = 1.67 h      TI = 1.00 h  
 Tp = 1.50 h  
 Tb = 7.52 h  
 Qp = 29 m<sup>3</sup>/s

**HIDROGRAMA UNITARIO 1 mm**

t/Tp	q/Qp	t(h)	q(m <sup>3</sup> /s)
0	0	0.00	0.0
0.2	0.1	0.30	2.5
0.4	0.31	0.60	7.9
0.6	0.66	0.90	16.8
0.8	0.93	1.20	23.7
1	1	1.50	29.0
1.2	0.93	1.81	23.7
1.4	0.78	2.11	19.9
1.6	0.56	2.41	14.3
1.8	0.39	2.71	9.9
2	0.28	3.01	7.1
2.2	0.207	3.31	5.3
2.4	0.147	3.61	3.7
2.6	0.107	3.91	2.7
2.8	0.077	4.21	2.0
3	0.055	4.51	1.4
3.2	0.04	4.82	1.0
3.4	0.029	5.12	0.7
3.6	0.021	5.42	0.5
3.8	0.015	5.72	0.4
4	0.011	6.02	0.3
4.2	0.01	6.32	0.3
4.4	0.007	6.62	0.2
4.6	0.003	6.92	0.1
4.8	0.0015	7.22	0.0
5	0	7.52	0.0

Anexo # 6.2 Periodos de Retorno Caudales Máximos.

CALCULO DE CAUDALES MAXIMOS

Convolución de Hidrogramas

Cuenca: PUEBLO NUEVO

PRECIPITACION NETA

T(anos)	Incrementos de P (mm)					
	Duracion del aguacero (h)					
	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
5.00	0.00	0.00	0.05	0.49	0.46	0.41
10.00	0.00	0.00	0.60	1.24	0.90	0.74
15.00	0.00	0.00	1.16	1.72	1.18	0.95
25.00	0.00	0.00	2.10	2.36	1.55	1.23
50.00	0.00	0.00	3.72	3.30	2.08	1.62
100.00	0.00	0.00	5.73	4.29	2.64	2.04

PERIODO DE RETORNO T= 5 ANOS

t (h)	HU(m <sup>3</sup> /s)	HU*0.49HU*0.46HU*0.41			SUMA
0.00	0.00	0.00			0.00
0.50	5.00	2.44			2.44
1.00	17.50	8.53	0.00		8.53
1.50	25.50	12.43	2.28		14.71
2.00	21.50	10.48	7.98	0.00	18.46
2.50	12.50	6.09	11.63	2.03	19.76
3.00	7.10	3.46	9.81	7.11	20.38
3.50	4.50	2.19	5.70	10.36	18.26
4.00	2.50	1.22	3.24	8.74	13.19
4.50	1.40	0.68	2.05	5.08	7.81
5.00	0.50	0.24	1.14	2.88	4.27
5.50	0.40	0.19	0.64	1.83	2.66
6.00	0.30	0.15	0.23	1.02	1.39
6.50	0.10	0.05	0.18	0.57	0.80
7.00	0.00	0.00	0.14	0.20	0.34
7.50			0.05	0.16	0.21
8.00			0.00	0.12	0.12
8.50				0.04	0.04
9.00				0.00	0.00

Q MAX = 20.38 m<sup>3</sup>/s



PERIODO DE RETORNO T= 10 ANOS

t (h)	HU(m <sup>3</sup> /s)	HU*0.6	HU*1.24	HU*0.9	HU*0.74	SUMA
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	5.00	3.00				3.00
1.00	17.50	10.48	0.00			10.48
1.50	25.50	15.28	6.21			21.49
2.00	21.50	12.88	21.74	0.00		34.62
2.50	12.50	7.49	31.69	4.50		43.68
3.00	7.10	4.25	26.72	15.77	0.00	46.73
3.50	4.50	2.70	15.53	22.97	3.71	44.91
4.00	2.50	1.50	8.82	19.37	13.00	42.69
4.50	1.40	0.84	5.59	11.26	18.94	36.63
5.00	0.50	0.30	3.11	6.40	15.97	25.77
5.50	0.40	0.24	1.74	4.05	9.28	15.32
6.00	0.30	0.18	0.62	2.25	5.27	8.33
6.50	0.10	0.06	0.50	1.26	3.34	5.16
7.00	0.00	0.00	0.37	0.45	1.86	2.68
7.50			0.12	0.36	1.04	1.52
8.00			0.00	0.27	0.37	0.64
8.50			0.00	0.09	0.30	0.39
9.00				0.00	0.22	0.22
9.50				0.00	0.07	0.07
10.00					0.00	0.00

Q MAX = 46.73 m<sup>3</sup>/s

PERIODO DE RETORNO T= 15 ANOS

t (h)	HU(m3/s)	HU*1.2	HU*1.7	HU*1.2	HU*1	SUMA
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	5.00	5.82				5.82
1.00	17.50	20.36	0.00			20.36
1.50	25.50	29.67	8.61			38.29
2.00	21.50	25.02	30.15	0.00		55.16
2.50	12.50	14.55	43.93	5.90		64.37
3.00	7.10	8.26	37.04	20.64	0.00	65.94
3.50	4.50	5.24	21.53	30.08	4.76	61.61
4.00	2.50	2.91	12.23	25.36	16.66	57.16
4.50	1.40	1.63	7.75	14.74	24.28	48.40
5.00	0.50	0.58	4.31	8.37	20.47	33.73
5.50	0.40	0.47	2.41	5.31	11.90	20.09
6.00	0.30	0.35	0.86	2.95	6.76	10.92
6.50	0.10	0.12	0.69	1.65	4.28	6.74
7.00	0.00	0.00	0.52	0.59	2.38	3.49
7.50			0.17	0.47	1.33	1.98
8.00			0.00	0.35	0.48	0.83
8.50				0.12	0.38	0.50
9.00				0.00	0.29	0.29
9.50					0.10	0.10
10.00					0.00	0.00

Q MAX = 65.94 m3/s

PERIODO DE RETORNO T= 25 ANOS

t (h)	HU(m3/s)	HU*2.1	HU*2.4	HU*1.5	HU*1.2	SUMA
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	5.00	10.49				10.49
1.00	17.50	36.70	0.00			36.70
1.50	25.50	53.48	11.82			65.30
2.00	21.50	45.09	41.38	0.00		86.47
2.50	12.50	26.21	60.29	7.74		94.25
3.00	7.10	14.89	50.84	27.10	0.00	92.83
3.50	4.50	9.44	29.56	39.49	6.14	84.62
4.00	2.50	5.24	16.79	33.30	21.49	76.82
4.50	1.40	2.94	10.64	19.36	31.31	64.25
5.00	0.50	1.05	5.91	11.00	26.40	44.36
5.50	0.40	0.84	3.31	6.97	15.35	26.47
6.00	0.30	0.63	1.18	3.87	8.72	14.40
6.50	0.10	0.21	0.95	2.17	5.53	8.85
7.00	0.00	0.00	0.71	0.77	3.07	4.55
7.50			0.24	0.62	1.72	2.58
8.00			0.00	0.46	0.61	1.08
8.50				0.15	0.49	0.65
9.00				0.00	0.37	0.37
9.50					0.12	0.12
10.00					0.00	0.00

Q MAX = 94.25 m3/s

PERIODO DE RETORNO T= 50 ANOS

t (h)	HU(m3/s)	HU*3.7	HU*3.3	HU*2.1	HU*1.6	SUMA
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	5.00	18.62				18.62
1.00	17.50	65.15	0.00			65.15
1.50	25.50	94.94	11.82			106.76
2.00	21.50	80.05	41.38	0.00		121.42
2.50	12.50	46.54	60.29	10.39		117.23
3.00	7.10	26.43	50.84	36.38	0.00	113.65
3.50	4.50	16.75	29.56	53.01	8.11	107.43
4.00	2.50	9.31	16.79	44.70	28.39	99.19
4.50	1.40	5.21	10.64	25.99	41.37	83.21
5.00	0.50	1.86	5.91	14.76	34.88	57.42
5.50	0.40	1.49	3.31	9.36	20.28	34.44
6.00	0.30	1.12	1.18	5.20	11.52	19.02
6.50	0.10	0.37	0.95	2.91	7.30	11.53
7.00	0.00	0.00	0.71	1.04	4.06	5.80
7.50		0.00	0.24	0.83	2.27	3.34
8.00		0.00	0.00	0.62	0.81	1.43
8.50				0.21	0.65	0.86
9.00				0.00	0.49	0.49
9.50				0.00	0.16	0.16
10.00				0.00	0.00	0.00

Q MAX = 121.42 m3/s

PERIODO DE RETORNO T= 100 ANOS

t (h)	HU(m <sup>3</sup> /s)	HU+5.7	HU+4.3	HU+2.6	HU+2.0	SUMA
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	5.00	28.63				28.63
1.00	17.50	100.20	0.00			100.20
1.50	25.50	146.00	21.45			167.45
2.00	21.50	123.10	75.07	0.00		198.17
2.50	12.50	71.57	109.39	13.20		194.15
3.00	7.10	40.65	92.23	46.19	0.00	179.07
3.50	4.50	25.76	53.62	67.30	10.19	156.88
4.00	2.50	14.31	30.46	56.75	35.65	137.17
4.50	1.40	8.02	19.30	32.99	51.95	112.26
5.00	0.50	2.86	10.72	18.74	43.80	76.13
5.50	0.40	2.29	6.01	11.88	25.47	45.64
6.00	0.30	1.72	2.14	6.60	14.46	24.93
6.50	0.10	0.57	1.72	3.70	9.17	15.15
7.00	0.00	0.00	1.29	1.32	5.09	7.70
7.50			0.43	1.06	2.85	4.34
8.00			0.00	0.79	1.02	1.81
8.50				0.26	0.81	1.08
9.00				0.00	0.61	0.61
9.50					0.20	0.20
10.00					0.00	0.00

Q MAX = 198.17 m<sup>3</sup>/s

Anexo # 6.3 CALCULO DE ESCORRENTIAS DIARIAS REALES

CUENCA: Pueblo Nuevo Superficie 203 km<sup>2</sup>

Hum.Ant.	NC	S' (mm)	0.2 S' (mm)
I	34.1	490.6	98.1
II	53.9	217.3	43.5
III	73.1	93.4	18.7

Año Medio:

1991 ESCORRENTIA TOTAL = 20.39 mm = 3690591 m<sup>3</sup>

Fecha	Hum.Ant.	S' (mm)	P(mm)	R(mm)
16-may	I	490.6	74.2	1.2
1-jul	III	93.4	71.2	18.9
11-oct	III	93.4	23.1	0.2
13-oct	III	93.4	21.2	0.1

Año Húmedo:

1960 ESCORRENTIA TOTAL = 49.1 mm = 8879072 m<sup>3</sup>

Fecha	Hum.Ant.	S' (mm)	P(mm)	R(mm)
29-may	III	93.4	20.3	0.0
26-jun	III	93.4	30.5	1.3
17-jul	II	217.3	106.7	14.3
23-oct	III	93.4	48.3	7.1
24-oct	III	93.4	47.0	6.6
25-oct	III	93.4	50.8	8.2
26-oct	III	93.4	48.3	7.1
29-oct	III	93.4	34.3	2.2
2-nov	III	93.4	27.9	0.8
14-nov	III	93.4	30.5	1.3

Año Seco:

1972 ESCORRENTIA TOTAL = 0 mm = 0 m3

Fecha	Hum.Ant.	S' (mm)	P(mm)	R(mm)
SIN ESCORRENTIA				

Año Medio:

1982 ESCORRENTIA TOTAL = 56.8 mm = 10284264 m3

Fecha	Hum.Ant.	S' (mm)	P(mm)	R(mm)
2-may	III	93.4	85.7	28.0
3-may	III	93.4	23.2	0.2
23-may	III	93.4	72.6	19.7
24-may	III	93.4	38.5	3.5
31-may	II	217.3	80.4	5.4
3 junio	III	93.4	21.0	0.1