

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**ESTUDIO DE LA OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO Y
SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN
LA REGIÓN DE LAS NUBES Y ALTO BAMBITO EN LA CUENCA
ALTA DEL RÍO CHIRIQUÍ VIEJO.**

NOMBRE:

Einar Ivan Gómez Ortiz

4-770-2184

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2017

ESTUDIO DE LA OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO Y SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA REGIÓN DE LAS NUBES Y ALTO BAMBITO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHIRIQUÍ VIEJO.

TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERÍA EN MANEJO DE CUENCAS Y AMBIENTE.

PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEBE SER OBTENIDO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

APROBADO:

PROF. NOÉ AGUILAR

DIRECTOR

PROF. CECILIO ESTRIBÍ

ASESOR

PROF. AMÍLCAR BEITIA

ASESOR

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2017

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero darle Gracias a DIOS por haberme dado salud y fortaleza para culminar una meta muy importante en mi vida.

Quiero agradecer con todo mi corazón a mis dos pilares de mi vida, a mi madre María Ortiz y mi padre Carlos Ivan Gómez por brindarme siempre su apoyo y ayuda incondicional. De igual forma a mis hermanas Ivanelys Gómez y Lisbet Gómez. A mi tía Nereyda Ortiz por brindarme su apoyo durante mi formación.

Mi sincero agradecimiento al director de mi tesis Ingeniero Noé Aguilar, al profesor Ing. Cecilio Estribí, Ing. Amilcar Beitia por ofrecerme siempre de su tiempo y dedicación para la realización de este trabajo.

Agradezco el apoyo y tiempo para el desarrollo de esta investigación. Al señor Adaias González Lezcano presidente y representante legal de la asociación de productores de cebolla en tierras altas.

También quiero agradecer a los asociados de tierras altas en los distintos bloques hortícolas en Cerro Punta, a los productores (Henry Ledezma, Hernán Cortez, Carlos Jurado, Nicolás Rovira y Rene Santamaría), por aceptar el acceso y brindar información de gran interés para la realización de este estudio.

A cada uno de mis amigos y compañeros de la universidad en especial a (Jaime, Franklin, Yabelys, Fatima, José, Andrea, Grenald, Francisco, Abdiel, Eliceo, Gary, Keneth, Abraham, Daniel y Carlos), los que se convirtieron en mi segunda familia.

A Karen Vega por su apoyo incondicional y su compañía en todo momento.

A todos ustedes mis sinceros agradecimientos de corazón por ser parte de formación y por toda su ayuda.

Einar Ivan Gómez Ortiz

DEDICATORIA

A DIOS

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre María Ortiz

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Carlos Gómez

Por los ejemplos de perseverancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre; por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi hermana Ivanelys Gómez que estuvo a mi lado para culminar mi carrera universitaria.

A la memoria de Bella María Quintero (q.e.p.d), por ese pequeño momento compartido inculcado siempre en los valores, siendo mi fuente de inspiración y tener siempre presente en todo momento al actor más grande **“DIOS”**.

Einar Juan Gómez Ortiz

ESTUDIO DE LA OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO Y SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA REGIÓN DE LAS NUBES Y ALTO BAMBITO EN LA CUENCA ALTA DEL RIO CHIRIQUI VIEJO.

GÓMEZ ORTIZ, EG. 2017. Estudio de la oferta y demanda de agua para riego y selección de prácticas de conservación de suelos en la región de Las Nubes y Alto Bambito en la cuenca alta del Rio Chiriqui Viejo de La Facultad de Ciencias Agropecuarias. Provincia de Chiriquí, PA, UP. 202 p.

RESUMEN

El Proyecto de Riego Alto Bambito comprende una asociación de 178 productores de cultivos hortícolas en el corregimiento de Cerro Punta, que comprende las áreas de Las Nubes, La Garita, El Desierto, Alto los Guerra y La Amenaza, sin embargo, la intensidad de las lluvias en la región varía mucho de un año a otro y de un sitio a otro, donde la mayor preocupación de los productores de hortaliza es la época seca cada año. Para estas zonas se reflejan (4) cuatro meses críticos de periodo seco. El proyecto de riego, comprende irrigar una superficie total de 445.5 hárs en los 5 (cinco) bloques cultivables en los meses críticos de sequía. En esta investigación se logró conocer el aporte de agua utilizando el método de aforo, en las 3 (tres) quebradas localizadas en Las Nubes, Cerro Punta. Para determinar el consumo de agua en cada cultivo se aplicó la metodología de evapotranspiración de Penman, que es en la actualidad, el más aceptado porque brinda datos reales y más confiables relacionadas a las condiciones del sitio. También se realizó el balance hídrico climático, resultan el mes de enero y hasta culminar abril, como los meses con mayor déficit de agua. Además, se calculó la demanda de agua para las 445.5 hárs irrigables para cada bloque, dándonos como resultado el total de **774.3 l/s** en (12 horas) de riego y **397.64 l/s** para (24 horas) de riego y la oferta en las 3 (tres) quebradas en Las Nubes, corregimiento de Cerro Punta, con un caudal total de **316.47 l/s**. Por otra parte, se estableció un procedimiento sencillo y funcionable para la selección de prácticas de conservación de suelos en conjunto con el productor, con el fin de tener fincas que sean demostrativas para otros productores. Seguido se realizó un mapa de la situación actual de la finca con capacidad de uso del suelo y verificando las condiciones físicas, como profundidad y pendiente del terreno. Finalizando con el mapa del plan de conservación de suelos trazando las obras de conservación como propuestas a los productores y propietarios de las fincas, valorando su participación.

PALABRAS CLAVE: Uso consuntivo, evapotranspiración potencial, módulo de riego, demanda de agua para riego, aforos, isoyetas, erosión, degradación.

ABSTRAC

STUDY OF THE SUPPLY AND DEMAND FOR WATER FOR IRRIGATION AND SELECTION OF PRACTICES OF SOIL CONSERVATION IN THE REGION OF LAS NUBES AND ALTO BAMBITO IN THE UPPER RIVER BASIN CHIRIQUI VIEJO.

GOMEZ ORTIZ, EG. 2017. Study of supply and demand for water for irrigation and selection of practices of soil conservation in the region of Las Nubes and Alto Bambito in the upper river basin Chiriqui Viejo from the Faculty of agricultural sciences. Province of Chiriqui, PA, UP. 202 p.

The Irrigation Project Alto Bambito includes a 178 in the corregimiento of horticultural crops producers association of Cerro Punta, which comprises the areas of Las Nubes, La Garita, El Desierto, Alto los Guerra, La Amenaza, the intensity of the rains in the region varies greatly from one year to another and from one place to another, where the main concern of the producers of vegetable is the time dry every year. For these areas are reflected (4) four critical months of dry season. The irrigation project, includes to irrigate a total surface of 445.5 hectares in 5 (five) arable blocks in the critical months of drought. In this research is managed to meet the contribution of water using the method of gauging, in 3 (three) streams located in Las Nubes, Cerro Punta. Evapotranspiration methodology was applied to determine the consumption of water in each crop of Penman, which is currently the most accepted because it provides real and reliable data related to site conditions. He was also the climatic water balance, they are the month of January and culminating of April, as the months with greater water deficit. In addition, estimated the demand for water for the **445.5** irrigable hectares for each block, giving as a result the total of **774.3** l/s (12 hours) of irrigation and **397.64** l/s (24 hours) for irrigation and supply in 3 (three) streams in Las Nubes, corregimiento of Cerro Punta, with a total flow of **316.47** l/s. On the other hand, established a procedure simple and workable for the selection of practices of soil conservation in conjunction with producer, in order to have farms that are demonstrative to other producers. Followed was a map of the current situation of the farm with land use capacity and verifying the physical conditions, such as depth and slope of the terrain. Ending with the soil conservation plan map tracing the works of conservation as proposals to the producers and owners of farms, valuing participation.

Key words: Consumptive use, demand for water for irrigation, gauging, isohyet, erosion and degradation, potential evapotranspiration, irrigation module

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | Pág. |
|---|------------|
| PÁGINA DE APROBACIÓN | II |
| AGRADECIMIENTO | III |
| DEDICATORIA | IV |
| RESUMEN | V |
| ABSTRACT | VI |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | VII |
| ÍNDICE DE CUADROS | X |
| INDICE DE FIGURAS | XII |
| ÍNDICE DE ANEXOS | XIV |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 3 |
| 1.2 Antecedentes..... | 5 |
| 1.3 Justificación..... | 7 |
| 1.4 Objetivos..... | 10 |
| 1.4.1 Objetivo general..... | 10 |
| 1.4.2 Objetivos específicos..... | 10 |
| 1.5 Hipótesis..... | 10 |
| 1.6 Alcances y limitaciones..... | 11 |
| | |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA | 13 |
| 2.1 Estado general de las principales estaciones meteorológicas..... | 13 |
| 2.2 Método para calcular evapotranspiración potencial..... | 15 |
| 2.2.1 Método FAO Penman Allen et al. (1998) | 15 |
| 2.2.2 Estimación de la evapotranspiración potencial (ETP) y evapotranspiración real (ETR) anual media..... | 15 |
| 2.2.3 Evapotranspiración real del cultivo o uso consuntivo (uc)..... | 16 |
| 2.2.3.1 Parámetros requeridos para la aplicación del método FAO Penman | 17 |
| 2.2.4 Coeficiente del cultivo..... | 18 |
| 2.2.5 Requerimiento de riego en los cultivos..... | 18 |
| 2.3 Estudio agrológico del proyecto de riego Alto Bambito..... | 19 |
| 2.4 Tasa de erosión bajo sistema tradicional de cultivo..... | 20 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 2.4.1 | Factores que intervienen en la erosión y en La escorrentía..... | 20 |
| 2.4.2 | Factores sociales y económicos que influyen sobre la erosión de los suelos..... | 22 |
| 2.4.2.1 | El exceso de población..... | 22 |
| 2.4.2.2 | Tamaño de las fincas y distribución de la propiedad rural... | 23 |
| 2.4.2.3 | Precios en Los mercados..... | 23 |
| 2.4.2.4 | Las tradiciones y costumbres..... | 24 |
| 2.4.2.5 | La ignorancia..... | 24 |
| 2.4.2.6 | Falta de capacitaciones..... | 25 |
| 2.4.3 | Pérdida de nutrimentos y/o materia orgánica..... | 25 |
| 2.4.3.1 | Manejo inadecuado del suelo..... | 25 |
| 2.4.3.2 | El uso de la tierra..... | 26 |
| 2.4.3.3 | Degradación y contaminación del suelo..... | 26 |
| 2.5 | Conservación del suelo..... | 27 |
| 2.5.1 | Las prácticas agronómicas de conservación del suelo..... | 27 |
| 2.6 | Capacidad de uso del suelo..... | 28 |
| 2.6.1 | La Metodología utilizada por Costa Rica..... | 28 |
| 2.6.2 | Unidades de manejo..... | 29 |
| 2.6.2.1 | Parámetros que definen la unidad de manejo..... | 29 |
| 3. | MATERIALES Y MÉTODOS..... | 31 |
| 3.1 | Materiales y Equipos..... | 31 |
| 3.2 | Metodología..... | 31 |
| 3.2.1 | Ubicación y descripción del área de estudio..... | 31 |
| 3.2.2 | Procedimiento para levantar la Información para el estudio..... | 34 |
| 3.2.3 | Cálculo para el balance hídrico climático..... | 35 |
| 3.2.4 | Método de isoyetas para calcular la precipitación media..... | 36 |
| 3.2.4.1 | Determinación de la precipitación efectiva mensual (mm)..... | 37 |
| 3.2.5 | Calculo de la evaporación potencial..... | 38 |
| 3.2.5.1 | La evaporación real..... | 38 |
| 3.2.5.2 | Métodos para calcular la evapotranspiración potencial..... | 39 |
| 3.2.5.3 | Método Penman allen et al..... | 39 |
| 3.2.5.4 | Demanda de agua para riego..... | 41 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 3.2.5.5 | Uso consuntivo..... | 42 |
| 3.2.6 | Procedimiento para la selección de prácticas de conservación de suelos a nivel de finca..... | 43 |
| 3.2.6.1 | Entrevista con el agricultor (paso I)..... | 44 |
| 3.2.6.2 | Reconocimiento en el terreno (paso II)..... | 45 |
| 3.2.6.3 | Mapa de situación actual de la finca. (paso III)..... | 45 |
| 3.2.6.4 | Medición de los parámetros para la evaluación de la capacidad de uso (paso IV) | 46 |
| 3.2.6.4.1 | Los parámetros para la evaluación de la capacidad de uso | 47 |
| 3.2.6.4.2 | Etapa de Gabinete..... | 48 |
| 3.2.6.5 | Mapa de plan de manejo conservacionista de finca (paso v) | 51 |
| 3.2.6.5.1 | Selección de medidas y prácticas de manejo..... | 52 |
| 3.2.6.5.2 | Proceso de elaboración del mapa de el plan de conservación de suelos..... | 52 |
| 3.2.6.5.3 | Dibujar en el mapa las obras de conservación de suelos según los siguientes principios..... | 54 |
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 56 |
| 4.1 | Demanda de agua para riego del proyecto..... | 57 |
| 4.2 | Oferta de agua en las quebradas las nubes..... | 79 |
| 4.3 | Prácticas de conservación de suelos..... | 84 |
| 6. | CONCLUSIONES..... | 117 |
| 7. | RECOMENDACIONES..... | 121 |
| 8. | BIBLIOGRAFÍA..... | 124 |
| 9. | ANEXOS..... | 130 |

ÍNDICE DE CUADROS

| No | | Pág. |
|------|---|------|
| I | Determinación de la precipitación efectiva mensual (mm)..... | 37 |
| II | Superficie total de cada rubro en los cinco bloques del proyecto de riego..... | 42 |
| III | Clave de parámetros para evaluación de la capacidad de uso de la tierra..... | 50 |
| IV | Balance hídrico climático con la estación Cerro Punta..... | 59 |
| V | Demanda de agua para riego en el área de Las Nubes utilizando el método de ETP Penman..... | 62 |
| VI | Balance hídrico climático con la estación Bajo Grande..... | 65 |
| VII | Demanda de agua para riego en el área de Altos Los Guerra utilizando el método de ETP Penman..... | 68 |
| VIII | Demanda de agua para riego en el área de La Amenaza utilizando el método de ETP Penman..... | 70 |
| IX | Demanda de agua para riego en el área de La Garita utilizando el método de ETP Penman..... | 72 |
| X | Demanda de agua para riego en el área de El Desierto utilizando el método de ETP Penman..... | 74 |
| XI | Resumen de tres períodos de riego para suplir la demanda de agua en seis cultivos hortícolas..... | 76 |
| XII | Resultados en diferentes horas de riego en los 5 (cinco) bloques de producción..... | 78 |
| XIII | Resultados del aforo en la Quebrada N° 1 Las Nubes, Cerro Punta..... | 81 |
| XIV | Resultados del aforo en la Quebrada N° 2 Las Nubes, Cerro Punta..... | 82 |
| XV | Resultados del aforo en la Quebrada N° 3 Las Nubes, Cerro Punta..... | 83 |

| | | |
|---------------|--|------------|
| XVI | Prácticas de conservación de suelos consideradas..... | 90 |
| XVII | Determinación de clase de uso de suelo en finca Ledezma en La comunidad de Las Nubes..... | 92 |
| XVIII | Zonificación y selección de prácticas de conservación de suelos por parcela en la comunidad de Las Nubes..... | 94 |
| XIX | Especies recomendadas para las prácticas vegetativas en la comunidad de Las Nubes..... | 95 |
| XX | Determinación de clase de uso de suelo en finca Cortez en la comunidad de La Garita | 96 |
| XXI | Zonificación y selección de prácticas de conservación de suelos por parcela en la comunidad en La Garita..... | 98 |
| XXII | Especies recomendadas para las prácticas vegetativas en la comunidad de La Garita..... | 98 |
| XXIII | Determinación de clase de uso de suelo en la finca Rovira en El Desierto..... | 100 |
| XXIV | Zonificación y selección de prácticas de conservación de suelos por parcela en la comunidad de El Desierto..... | 102 |
| XXV | Especies recomendadas para las prácticas vegetativas de conservación de suelos en la comunidad de El Desierto..... | 104 |
| XXVI | Determinación de clase de uso de suelo en la finca Jurado en la comunidad de Alto los Guerra..... | 106 |
| XXVII | Zonificación y selección de prácticas de conservación de suelos por parcela en la comunidad de Alto Los Guerra..... | 108 |
| XXVIII | Especies recomendadas para las prácticas vegetativas en Alto Los Guerra..... | 109 |
| XXIX | Determinación de clase de uso de suelo en la finca Santamaría en la comunidad de La Amenaza..... | 111 |
| XXX | Zonificación y selección de prácticas de conservación de suelos por parcela en la comunidad de La Amenaza | 113 |
| XXXI | Especies recomendadas para las prácticas vegetativas en la comunidad de La Amenaza | 114 |
| XXXII | Resumen de capacidad de uso del suelo para cada finca..... | 116 |

INDICE DE FIGURAS

| No | | Pág. |
|----|--|------|
| 1 | Factores que afectan la erosión causada por el agua..... | 21 |
| 2 | Nomenclatura utilizada para la clasificación de uso de la tierra..... | 30 |
| 3 | Ubicación de la zona de estudio..... | 32 |
| 4 | Pautas para el reconocimiento del terreno y la selección de prácticas de conservación..... | 55 |
| 5 | Balance hídrico climático mensual de Cerro Punta..... | 61 |
| 6 | Balance hídrico climático mensual de Bajo Grande..... | 67 |
| 7 | Demanda de agua para riego (l/s) para un periodo de 12 horas..... | 77 |
| 8 | Ubicación de los aforos y concesiones otorgadas por el Ministerio de ambiente..... | 80 |
| 9 | Mapa situación actual en Las Nubes, familia Ledezma..... | 85 |
| 10 | Mapa situación actual en La Garita, familia Cortez..... | 86 |
| 11 | Mapa situación actual en El Desierto, familia Rovira..... | 87 |
| 12 | Mapa situación actual en Alto Los Guerra, familia Jurado..... | 88 |
| 13 | Mapa situación actual en La Amenaza, familia Santamaría..... | 89 |
| 14 | Mapa plan de conservación en la finca N° 1, Las Nubes | 93 |
| 15 | Mapa plan de conservación en la finca N° 2, La Garita..... | 97 |
| 16 | Mapa plan de conservación en la finca N° 3, El Desierto..... | 101 |
| 17 | Mapa plan de conservación en la finca N° 4, Alto Los Guerra..... | 107 |
| 18 | Mapa plan de conservación en la finca n° 5, La Amenaza..... | 112 |
| 19 | Los principales tipos de canales de desagüe..... | 151 |
| 20 | Vista en el sector de El Desierto en la finca Nicolás Rovira..... | 154 |

| | | |
|----|---|-----|
| 21 | Vista I (uno) en el sector de La Amenaza en la finca de Rene Santamaría..... | 154 |
| 22 | Vista II (dos) en el sector de La Amaneza en la finca de Rene Santamaría..... | 155 |
| 23 | Vista en el sector de Alto Los Guerra en la finca de Carlos Jurado..... | 155 |
| 24 | Vista en el sector de La Garita en la finca de Hernán Cortez..... | 156 |
| 25 | Vista en el sector de Alto Los Guerra en la finca Carlos Jurado..... | 156 |
| 26 | Cortinas rompeviento (<i>cuppressus lusitanica</i>) | 162 |
| 27 | Forma de podas en casos necesarios (corte oblicuo) | 165 |
| 28 | Esquejes de vetiver a raíz desnuda bajo sombra..... | 167 |
| 29 | Construcción de un sistema de conservación de suelos..... | 168 |
| 30 | Sistema vegetal de conservación del suelo..... | 167 |
| 31 | Vegetación de barreras vivas (<i>king grass</i>) | 171 |
| 32 | Vegetación de barreras vivas (<i>cymbopogon citratus</i>) | 173 |
| 33 | Definición para el distanciamiento de las barreras de protección..... | 174 |
| 34 | Diseño de acequias en laderas..... | 177 |
| 35 | Diseño de canal como tratamiento de cárcavas..... | 185 |
| 36 | Localización de las estaciones climatológicas utilizadas en el proyecto..... | 186 |
| 37 | Mapa de evapotranspiración en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo..... | 187 |

ANEXOS

| No. | | Pág. |
|-----|--|------|
| 1 | Coeficiente de cultivo “kc” para el cálculo del uso consuntivo de los principales cultivos..... | 131 |
| 2 | Eficiencia del riego según los métodos de aplicación de agua..... | 132 |
| 3 | Pendiente en un punto de la curva de presión de saturación de vapor – temperatura (Δ/∞) y presión..... | 133 |
| 4 | Radiación solar extraterrestre, valores expresados (langleys por día) | 134 |
| 5 | Duración máxima posible de luz del sol para diferentes meses y latitudes norte..... | 135 |
| 6 | Porcentaje mensual de horas de luz solar con respecto al total anual hasta 12° de latitud norte..... | 135 |
| 7 | Práctica de manejo y conservación de suelos según la clase de capacidad de uso..... | 136 |
| 8 | Categorías por parámetros para la evaluación de la capacidad de uso del suelo..... | 138 |
| 9 | Los canales principales de desagüe..... | 152 |
| 10 | Situación actual del suelo en los 5 bloques de producción hortícolas..... | 154 |
| 11 | Prácticas de conservación de suelos..... | 157 |
| 12 | Especies utilizadas para cortina rompeviento..... | 160 |
| 13 | Grado de retardatividad y su relación con altura de crecimiento de las especies | 181 |

1.0 INTRODUCCIÓN

El agua que requieren los cultivos es aportada en forma natural por las precipitaciones, pero cuando ésta es escasa o su distribución no coincide con los períodos de máxima demanda de las plantas, es necesario aportarla artificialmente, es decir, a través del riego.

Por otra parte, se sabe que las actividades agrícolas son la base de la alimentación y de la sobrevivencia para el hombre, por esta razón, cada una de sus áreas o disciplinas de estudio e investigación, deben fortalecerse para producir más con menos recursos y a un menor costo. El riego agrícola, por su estrecha relación con el uso, el manejo y la conservación, es una de estas áreas dentro de la agricultura que requiere de mayores estudios, avances tecnológicos y de la aplicación de los mismos sin deteriorar el medio ambiente. (Pereira, 2010)

Por otro lado, se ha comprobado que la producción bajo condiciones de riego ofrece mejores cosechas que la producción de invierno: Esto se debe a que mediante un buen riego se tiene mejor control de la humedad del suelo y del medio ambiente cercano a las plantas, por lo que se observa un mejor desarrollo de los cultivos y una reducción de la presencia de hongos y bacterias.

Según Pereira (2010), un aspecto importante de considerar es que la demanda de productos hortícolas es permanente durante todo el año. La producción continua durante la estación seca y lluviosa aumenta las posibilidades de alcanzar

las mejores oportunidades de introducción y permanencia de las cosechas, que incrementan precios en los mercados. Si se produce todo el año, el abastecimiento es constante, además se pueden obtener cosechas escalonadas de acuerdo a como lo demanda el mercado.

Este proyecto considera también el análisis de elementos básicos (clima, suelo y planta) requeridos para los cálculos de demanda de agua correspondientes en los diferentes bloques de producción hortícola en Cerro Punta.

Para tener éxito en la formulación de las prácticas de conservación de suelos, es determinante que el agricultor se involucre desde el inicio del proceso, que incluye la recolección de información y datos de campo hasta la formulación de las propuestas de manejo. Por ende, el técnico debe haber explicado claramente el procedimiento, junto con el agricultor y que su grado de entendimiento, dependerá para tener éxito.

El tema que se ha desarrollado como trabajo de tesis se refiere inicialmente de evaluar el uso actual del suelo en los 5 bloques de producción entre Alto bambito y Cerro Punta, es decir, la evaluación de diversos parámetros físicos como (pendiente, profundidad del suelo, erosión sufrida y drenaje) para conocer la condición actual del terreno a lo largo del tiempo. De cómo la agricultura, día a día, genera la degradación de suelos productivos, luego de la deforestación en la región, sus causas, sus consecuencias y las alternativas para mitigarlas.

En vista de la gran cantidad de suelo que se pierde por año a consecuencia de la erosión y la deforestación, hacemos énfasis en la protección y conservación de los suelos, ejecutando obras y prácticas de conservación de suelos, sencillas, funcionales y económicas que puedan cumplirse en coordinación con el productor.

En la región de Cerro Punta se han desarrollados estudios sobre el uso del suelo, sobre la oferta y demanda de agua para riego por parte del MIDA. Gran parte de estos son muy generalizados y los temas que guardan relación con el estudio son tratados someramente. De este modo, se pretende que esta investigación sea más integral y contenga datos actualizados con el firme propósito que la ciudadanía se incentive a preservar nuestra gran riqueza natural, el suelo.

En vista de la importancia que tiene hoy, la conservación del suelo, se elaboró este trabajo de grado que proporcionará a la ciudadanía en general, una información amplia y actualizada sobre los problemas severos en los suelos de Cerro Punta. Además, servirá de guía para conservar y proteger los suelos susceptibles a la degradación.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La sociedad panameña, principalmente en las zonas agrícolas de mayor producción en el Corregimiento de Cerro Punta en la provincia de Chiriquí, necesita cada año intensificar la producción de los cultivos hortícolas, para lograr ser autosuficientes y cubrir la alta demanda que requiere el país. Los productores requieren de un sistema para desarrollar sus actividades durante todo el año, para evitar que dependan de los cambios climáticos que actualmente se vienen registrando en la región chiricana.

Según Saldaña (2012), esta situación es reflejada en los consumidores que tendrán que pagar un poco más por los productos de tierras altas, debido a la crisis que enfrentan por la época seca y la reducción de hectáreas sembradas. Las dos terceras partes de los productores de hortalizas en Cerro Punta han dejado de sembrar porque no se registran lluvias desde hace muchas semanas y no tienen fuentes de agua “viva”, dijo el presidente de la Asociación de Productores en Tierras Altas.

La principal actividad económica en las áreas propuestas del proyecto de Riego Alto Bambito, lo constituye la producción agrícola afectada por el insuficiente e inadecuado método de riego, que se agudiza en los meses de verano (4 a 5 meses de intenso verano). Esta deficiencia hídrica durante estos meses no permite a los productores desarrollar una agricultura diversificada y sostenible, afectando los ingresos de los mismos. (MIDA, 2015)

La deficiencia hídrica de la zona y las limitaciones de carácter tecnológico y físico que impiden el desarrollo de una agricultura sostenible, diversificada y competitiva, constituye la principal causa del aumento de la pobreza y la reducción de la oferta de empleos en esta época. Por ello es necesario calcular la demanda de agua de riego para los cultivos en la zona, que presentan problemas de abastecimiento en época seca dentro de la microcuenca. Además de conocer el aporte de agua en las 3 quebradas necesarias para el sistema de riego en desarrollo.

El establecimiento de las prácticas de conservación de suelos en los 5 bloques de producción en el corregimiento de Cerro Punta, es con el fin de mitigar la erosión, que es el principal problema que sufren los productores de esta región, debido a la acelerada degradación y pérdida del suelo que ponen en riesgo a futuras generaciones.

Cabe resaltar que muchas de las actividades agrícolas en la zona de estudio, no corresponden al uso preferible del suelo, de acuerdo a la clase agrológica que se presentan en la finca, buscando una solución funcional y estratégica, debido que los productores no pueden dejar de sembrar en ninguna circunstancia. Por lo tanto, se debe implementar este tipo de actividades tomando en cuenta los requerimientos, con medidas de conservación de suelos que pueden ser: no muy intensivas, intensivas o muy intensivas, que a la vez eviten el deterioro del suelo y el medio ambiente.

1.2 ANTECEDENTES

Según MIDA (2015), la intensidad de las lluvias en la región de Cerro punta, varía mucho de un año a otro y de un sitio a otro. La cual se registra una precipitación promedio de 2.048 mm/año. Por ende, el estudio comprende a la implementación de un sistema de riego, para el beneficio de las comunidades, girando entorno a la actividad agropecuaria principalmente en los siguientes rubros, cultivo de la papa con 168 hectáreas y la cebolla con 105 hectáreas que representan el 40% y el 25 % de la superficie total cultivada por estos productores 445.5 hectáreas.

Durante años los productores en la comunidad, manifiestan el problema que confrontan en la producción hortícola. En 1997 se crea una comisión para atender la situación, integrada por los productores, y técnicos de las diferentes instituciones públicas del sector agropecuario. El resultado señaló: El conjunto de productores de Cerro Punta, el 61% tienen agua permanente en sus fincas; el 27% tiene fuente de agua temporal y un 12% no tienen fuente de agua. Los productores que utilizan el agua para riego lo realizan mayormente mediante métodos de aspersión, el cual se considera no apropiado por la topografía y el tipo de suelo lo que contribuye a la erosión y desmejoramiento de los mismos. (MIDA, 2015)

En Panamá los datos del Ministerio de Ambiente, citado por (Aizprúa, 2000). Señalan que en 1970 se calculaban en un millón 270 mil hectáreas como la superficie degradada del país. Diecisiete años después, en 1987, la superficie total de los suelos degradados se incrementó en 748 mil hectáreas, con un total de dos millones 18 mil hectáreas, o sea, el 27 % de la superficie total del país.

Según Romero (2012), la mayoría de los productores del área de tierras altas en Chiriquí, no están consciente del daño causado por la erosión, porque piensan que la tierra cultivada no se agota y no se dan cuenta de la velocidad con la cual se acentúa la erosión, porque no se practican medidas de conservación de suelos. En las prácticas agrícolas es necesario aportar las técnicas desconocidas por los actuales agricultores para el bienestar del corregimiento en general y que nuestras futuras generaciones puedan hacer buen uso del suelo.

Urge adoptar medidas que permitan determinar cuantitativamente el daño ambiental que se produce si las autoridades del sector no actúan para evitar el daño del patrimonio natural y promuevan un desarrollo sostenible. Así mismo, se deben reorientar las políticas y normas hacia el establecimiento de una zonificación agropecuaria que permita el mejor uso del suelo. (Romero, 2012)

1.3 JUSTIFICACIÓN

Según MIDA (2015), el recurso hídrico es uno de los más importantes, al momento de establecer un cultivo, ya que, la planta está conformada por un 70 % agua, y ésta es de vital importancia para sus funciones. El productor es el más beneficiado en la realización del estudio, porque el mismo brindará información importante que se requiere y servirá guía para realizar con eficiencia las aplicaciones de riego. También te permite conocer la superficie a sembrar, la demanda de agua para riego y el método de riego adaptada a las condiciones del terreno en la región de Las Nubes.

Consultado por el mismo autor. En el área del proyecto, el ámbito económico se encuentra muy ligado con aspectos laborales y sociales; por ello es necesario mencionar que los cultivos hortícolas representan un factor importante en la generación de empleo en el área.

La ejecución del proyecto contribuirá, sensiblemente a mejorar las condiciones socioeconómicas de la región y del país en general, ya que, la modernización de las técnicas agrícolas, la diversificación e incremento de la producción, contribuirá a elevar los niveles de oportunidad para la agro exportación; factores determinantes en la generación de empleos, divisas, fortalecimiento de la actividad económica y mejoramiento de la infraestructura de servicios públicos.
(MIDA, 2015)

La fuerte estación seca que se registra en la provincia de Chiriquí hace que muchos productores de tierras altas no estén sembrando actualmente y que los agricultores tengan pérdidas, lo que podría aumentar los precios de los productos hortícolas consumidos en el país.

Según Saldaña (2012), con la ejecución del proyecto se derivará una serie de beneficios importantes para la región, entre los que se pueden destacar:

- Se incorporarán alrededor de 445.5 hectáreas de producción agrícola bajo Riego, contribuyendo a la ejecución de los planes de desarrollo del país.
- La producción agrícola derivada de los planes de cultivos del sistema, podrá diversificarse y orientarse hacia los mercados.
- La producción podrá incrementarse sustancialmente, entre un 20 y 30%, aproximadamente, así como los niveles de productividad, competitividad e ingreso de los productores-usuarios.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivos generales:

- Calcular la demanda de agua para riego en cultivos de cebolla, papa, lechuga, repollo y zanahoria en la región de Las Nubes, La Garita, El Desierto, La Amenaza y Altos los Guerra. Conocer el aporte de agua para sistema de riego en las tres quebradas en las Nubes del Corregimiento de Cerro Punta.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Cuantificar la disponibilidad de agua durante el periodo seco por el método de aforo en la misma.
- Calcular la demanda de agua para riego por cultivo en el área de Las Nubes, La Garita, El Desierto, La Amenaza, y Altos los Guerra; ubicados en el área de Cerro Punta y Alto Bambito.
- Establecer un procedimiento para la selección de prácticas de conservación de suelos y presentar el plan de conservación para cinco fincas demostrativas en cada bloque de producción.

1.5 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Ha: El afluente de agua ubicada en el sector de las nubes es suficiente para suplir la demanda de riego.

Ho: El afluente de agua ubicada en el sector de las nubes no es suficiente para suplir la demanda de riego.

1.6 ALCANCES

El estudio estará enfocado en determinar el módulo de riego para las 445 hás en los diferentes bloques agrícolas para conocer la demanda de agua necesaria para suplir la región de Las Nubes y Alto Bambito. El estudio beneficiará a los productores que no pueden realizar su siembra en época seca. Además, el propósito es brindar a los planificadores, comités y administradores de cuencas hidrográficas, principalmente en la provincia de Chiriquí, conformados por las instituciones gubernamentales y privadas, datos de la demanda de agua para riego requerida en las parcelas de producción hortícola en la región de las nubes del corregimiento de Cerro Punta, logrando así, recomendaciones para la utilización eficiente del agua para riego.

La información recolectada en este estudio contribuye a adecuar la metodología del plan de uso y manejo conservacionista a nivel de finca que sea accesible y funcional para cualquier zona, logrando mitigar la degradación de los suelos y de esta manera incrementar el valor de dicha tierra. Por lo tanto, urge divulgar el estudio, con el fin que otros productores de fincas aledañas o a nivel de país, observen la importancia del mismo, en la conservación del suelo. Para aumentar el valor de las fincas y tomen la iniciativa de cumplirlas. (En consecuencia, se presenta una significativa desvalorización de la riqueza natural del país). Se plantea la urgente necesidad de provocar cambios en los métodos tradicionales de explotación de la tierra hacia sistemas de producción sostenible.

Urge adoptar medidas que permitan determinar cuantitativamente el daño ambiental que se producirá si las autoridades del sector no actúan para evitar el deterioro del patrimonio natural y promover un desarrollo sostenible. Asimismo, se deben reorientar las políticas y normas hacia el establecimiento de una zonificación agropecuaria que permita el mejor uso del suelo.

1.6.1 LIMITACIONES

La mayor limitante se concentra en el acceso a los sitios de estudio; ya que, las fincas se encuentran en una localidad bastante alejada y de difícil acceso, en el corregimiento de Cerro Punta. También se puede mencionar como otra limitante la obtención del Software ArGis 10.4, funcional para la elaboración de los mapas de la situación actual y del trazado de las obras de conservación en cada finca.

2.0 REVISIÓN DE LITERATURA.

En la tierra, las aguas circulan en forma permanente y constante entre la atmósfera manifestándose en forma sólida, líquida y gaseosa. Por lo tanto, el agua no es un recurso renovable, sino circulante. La misma cantidad de agua que había hace un millón de años es la de hoy. A pesar de que el concepto de ciclo hidrológico es simple, el fenómeno es enormemente complejo e intrincado. Este proceso no se limita a ser un ciclo a nivel macro o mundial, sino que comprende múltiples ciclos interrelacionados de extensión continental, regional y local. (MIDA, 2014)

El mismo autor nos dice: Aunque el volumen total de agua en el ciclo hidrológico global permanece esencialmente constante, la distribución de esta agua está cambiando continuamente de lugar en continentes, regiones y cuencas locales.

La Quebrada Las Nubes (afluente del Río Chiriquí) sobre la cual se ubica la obra de toma del Proyecto de Riego de Alto Bambito, nace a una elevación de 2,600 msnm. Sus elevaciones van desde 1,515 msnm (en el sitio de toma) hasta los 2,900 msnm (correspondiente al Cerro Picacho).

2.1 Estado General de Las Principales Estaciones Meteorológicas

Según MIDA (2014), los estados generales de las principales Estaciones Meteorológicas se describen a continuación:

- **Estación Bajo Grande (102-009):** Se ubica en la parte alta de la cuenca del río Chiriquí Viejo a una elevación de 2,300 msnm. Es tomada como punto de referencia para la caracterización climatológica del área, ya que es la estación más cercana al área del proyecto y con menor diferencia de elevación con respecto a la elevación media de donde se ubica el proyecto. Esta estación es de tipo B y en vigencia desde 1971. Registra una precipitación promedio de 2,638.19 (mm).
- **Estación Cerro Punta (102-001):** Se ubica en la parte este de los bloques de riego a una elevación de 1,400 msnm, posee gran cantidad de años de registro. En este estudio se presenta un registro de 48 años (datos de lluvia que van desde 1963 hasta 2010) Su precipitación media anual asciende aproximadamente a 2,057.95 (mm).
- **Estación Nueva California (102-002):** La estación Nueva California se ubica hacia la parte Sur del proyecto de riego a una elevación de 1140 msnm. Posee pocos años de registro, ya que, a pesar de ser instalada en agosto de 1958 y suspender operaciones en 1994, solo es posible obtener información del periodo de 1979-1993. Su precipitación media anual asciende aproximadamente a 2,875.12 ((mm).
- **Estación Río Colorado (102-024):** La estación Río Colorado se ubica hacia la parte Oeste de los bloques de riego a una elevación de 1180 msnm. Esta es una de las estaciones cuya instalación es más reciente (año 1984),

Sin embargo, solo fue posible obtener los datos de precipitación para el periodo comprendido entre los años 2000 y 2010). Esta estación registra una precipitación media anual de aproximadamente a 3,702.98 (mm).

2.2 Método para calcular Evapotranspiración Potencial

2.2.1 Método FAO Penman Allen et al. (1998)

La ecuación de Penman, desarrollada en 1948, combinó el método del balance energético con el de transferencia de masa y obtuvo una nueva metodología para el cálculo de la evaporación de una superficie abierta en función de las horas de sol, temperatura, humedad atmosférica y velocidad del viento. La ecuación original fue posteriormente modificada por diversos autores e investigadores quienes incluyeron factores de resistencia aerodinámica y resistencia superficial.

2.2.2 Estimación de la Evapotranspiración Potencial (ETP) y Evapotranspiración Real (ETR) anual media.

Uno de los componentes más importantes y más difíciles de cuantificar en el balance hídrico lo representa la evaporación que corresponde en superficies húmedas y cuerpo de agua y la transpiración que ocurre a partir de la vegetación natural y los cultivos. Se denomina evapotranspiración (ETP) a la suma de la evaporación y la transpiración.

Existen diferentes métodos empíricos y semiempíricos para la determinación de la evapotranspiración, entre ellos podemos mencionar: Método de Thornthwaite, Método de Penman modificado, Método de Blaney-Criddle, Método de FAO Penman-Monteith, y Método de Hargreaves. En la actualidad el método más aceptado por la comunidad científica para la estimación de la evapotranspiración es el método de FAO Penman-Monteith.

En el estudio del balance hídrico superficial de Panamá para el periodo (1971-2002), se aplicó el método de FAO-PENMAN-MONTEITH, este método se fundamenta en el balance energético en la superficie del suelo y la transferencia de vapor de agua y calor entre la superficie y la atmósfera. El método introduce la noción de resistencia aerodinámica y superficial, considerando el efecto de la rugosidad de la superficie de evaporación.

2.2.3 Evapotranspiración real del cultivo o uso consuntivo (uc)

Según la FAO (1996), el cálculo de los requerimientos de agua de los cultivos (uso consuntivo), es relativamente simple. La ecuación básica para el cálculo es la siguiente:

$$ET \text{ cultivo} = Kc \times ETo$$

Dónde:

ET cultivo= Es el (Uso Consuntivo), requerimiento de agua de un cultivo dado en mm por unidad de tiempo (mm/día, mm/mes o mm/estación).

Kc= Factor del cultivo. (Depende la etapa de crecimiento de la planta y la especie).

ETo= Evapotranspiración del cultivo de referencia en milímetro (mm) por unidad de tiempo.

Por la siguiente fórmula:

$$f = (0.457 T^0 + 8.13) p$$

Dónde:

f = factor de uso consuntivo mensual en (mm).

T^0 = temperatura media mensual en grados centígrados

P = porcentaje mensual de horas de sol con respecto al total anual.

2.2.3.1 Parámetros requeridos para la aplicación del método FAO Penman-Monteith son:

- Latitud geográfica (radianes).
- Mes y día, para el cálculo mensual se asume el día 15 de cada mes.
- Elevación (metros)
- Temperatura máxima y mínima (°C)
- Insolación (horas de sol al día)
- Humedad relativa (decimal)
- Velocidad del viento registrada a dos metros de altura (m/s).

Para la aplicación del método FAO-PENMAN-MONTEITH se utilizaron como data el registro de las estaciones con por lo menos 5 años o más de registro completo.

En este estudio se utilizó la ecuación de evapotranspiración para la vertiente del Pacífico, para esto fue necesario utilizar las curvas de nivel ubicadas sobre la cuenca donde se ubica el sitio de toma. En la (figura 39), se muestra el mapa de ETP generado por el método de FAO-PENMAN-MONTEITH.

2.2.4 Coeficiente del cultivo

Este método considera estimar el KC, utilizando la tabla de la FAO en los cultivos de zanahoria, lechuga, repollo, papa y cebolla. En función a las etapas de desarrollo del cultivo teniendo en cuenta que la Evapotranspiración inicial es igual a la evaporación. Para este método se debe establecer la fecha de siembra y el periodo vegetativo en días para cada estado de crecimiento del cultivo. (FAO, 1996)

2.2.5 Requerimiento de Riego en los cultivos

Es la lámina adicional de agua que se debe aplicar a un cultivo para que supla sus necesidades. Está expresada como la diferencia entre el uso consuntivo y la precipitación efectiva. (FAO, 1996). Se expresa en milímetro (mm) por la siguiente fórmula:

$$RR = Etc. \text{ correg} - p$$

Dónde:

RR= Requerimientos de riego, mm/día.

Pe= Precipitación efectiva, (mm).

ETc correg= Evapotranspiración del cultivo corregida, mm/día.

2.3 Estudio Agrológico del Proyecto de Riego Alto Bambito.

El estudio de suelos al nivel detallado del Proyecto de Riego de Alto Bambito, consta de una superficie aproximada 420.6 háas digitalizadas. El mismo se ubica en la Provincia de Chiriquí, Distrito de Bugaba. El clima es el Tropical Húmedo de montaña, según Köppen; según Holdridge, la región de interés, se ubica en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Premontano. (MIDA, 2014)

Consultado por el mismo autor. La distribución espacial del territorio, según el tipo de uso en lo siguiente: Fragmentos de bosques maduro, ocupan escasamente un 2.2%; fragmentos de bosques secundario y galería, un 18.3%; los cultivos temporales (principalmente papa, cebolla, zanahoria, remolacha, apio, lechuga, repollo, brócoli, coliflor, etc.) y tierras en descanso en un sistema de rotación constante, son los que mayormente ocupan el espacio en un 49.6% del total de las 445 háas.

Según MIDA (2014), la clasificación taxonómica de los suelos, siguiendo el sistema "Soil Taxonomy", se determinó la tasa de los suelos del proyecto de riego Alto Bambito. Los principales suelos analizados en el área de estudio, según su ordenamiento taxonómico, las tierras para fines de riego, se clasificaron mediante el sistema de clasificación U.S.B.R. de los Estados Unidos presenta que el suelo es de orden Andisol, suborden Vitrandis.

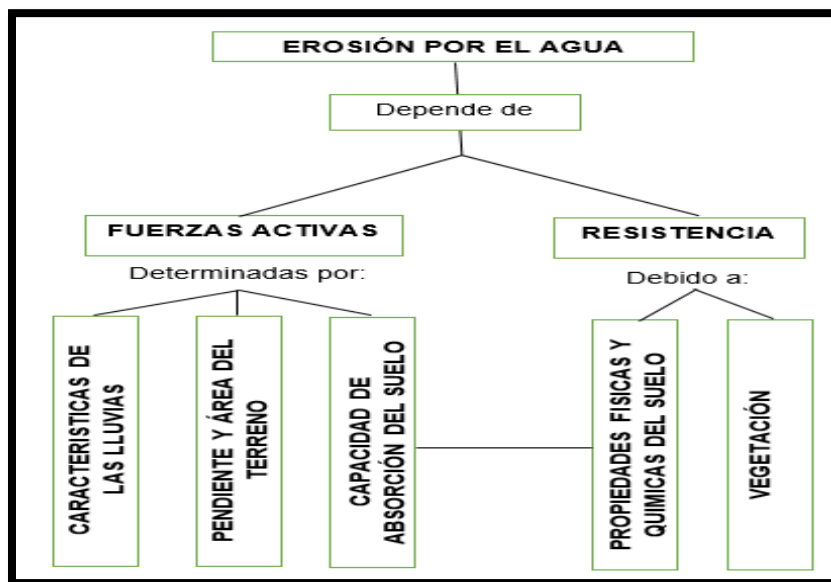
2.4 Tasa de erosión bajo sistema tradicional de cultivo

La pérdida de suelo que ocurre bajo diferentes condiciones climáticas predominantes en nuestro país, así también por la forma en que cultivamos, se estimó la cantidad de suelo que se está erosionando por ciclo de cultivo en la comunidad de Entre Ríos, corregimiento de Cerro Punta. La instalación de cinco parcelas de escorrentía rectangulares con el eje horizontal orientado hacia la pendiente, cumpliendo con todo el requisito establecido por la Organización Mundial para la Alimentación (FAO), los resultados demuestran que la parcela que mayor erosión produjo fue la parcela de suelo desnudo con 9.01 Ton/Ha por ciclo de cultivo, superando a las demás parcelas con cultivos, superando a las demás parcelas. Dentro de las parcelas con cultivos las mayores pérdidas de suelo ocurrieron en la parcela sembrada con zanahoria con 6.88 Ton/Ha en total por ciclo de cultivo las parcelas sembradas con papa, zanahoria y brócoli produjeron 9.22 Ton/Ha, la parcela de suelo desnudo suma 12.8 Ton/Ha. (Arauz, J y González, R. 2009)

2.4.1 Factores que Intervienen en la erosión y en la escorrentía

Según Suárez De Castro (1979), el agua de lluvia ejerce su acción erosiva sobre el suelo mediante el impacto de las gotas, las cuales caen con velocidad y energía variables según sea su diámetro, y mediante la escorrentía o agua de escurrimiento que se origina en la forma como se explicará más adelante.

El volumen y la velocidad de la escorrentía, los cuales controlan su capacidad de arrastre, dependen de la intensidad, duración y frecuencia del aguacero que la origina, llamando aguacero a la lluvia que cae en forma continua en un determinado lapso. Dependen también de la pendiente y el área del terreno, lo mismo que de la capacidad del suelo de absorber y dejar pasar agua a través del perfil. La resistencia que ejerce el suelo (factor pasivo) a la acción erosiva del agua, está determinada por diversas características o propiedades físicas y químicas del suelo, y por la naturaleza y cantidad de la vegetación que en él crece. (Suárez De Castro, 1979). Estos son los factores físicos de mayor significación que intervienen en la erosión de los suelos, los cuales se presentan en forma esquemática el siguiente diagrama:



Fuente: Suárez De Castro, (1979)

FIGURA 1. Factores que afectan la erosión causada por el agua.

Según Ortiz (2002), manifiesta que el rápido crecimiento de la población en la región provoca demandas sobre los recursos naturales que como el suelo sufren del mal manejo y sobreexplotación. El avance de la deforestación es variable y se intensifica en América Central.

2.4.2 Factores sociales y económicos que influyen sobre la erosión

La erosión no es solamente un fenómeno social y económico. Hay diversas circunstancias, tales como la distribución de la población y de los terrenos agrícolas, la abundancia de capital, la estabilidad de los precios de los productos agrícolas, el grado de educación del campesino, las vías de comunicación, etc.

Según Suárez De Castro (1979), citaremos los principales factores sociales y económicos que influyen sobre la erosión de los suelos.

2.4.2.1 El exceso de población

El primer factor que rompe ese equilibrio es el exceso de población agrícola. Cada porción de terreno tiene una capacidad de producción máxima estable, la cual se alcanza al aplicarse los mejores sistemas agrícolas conocidos. Cuando un número excesivo de personas tiene que extraer su sustento de cada hectárea de terreno, se ejerce una gran presión de uso que da origen a prácticas y sistemas inconvenientes. Se destruyen entonces los bosques para sembrar cosechas alimenticias y se ponen bajo cultivo laderas con pendientes excesivas.

2.4.2.2 Tamaño de las fincas y distribución de la propiedad rural

En muchos países latinoamericanos, la mala distribución de la propiedad es factor económico y social preponderante de erosión. Los grandes terratenientes monopolizan los valles, en tanto que los campesinos pobres se ven obligados a localizarse en terrenos empinados en donde tienen que sembrar cultivos limpios para poder subsistir, originando las más graves situaciones en cuanto a la erosión del suelo. En la práctica, esto equivale a un exceso de población, pues los terrenos en pendiente son los que vienen a soportar la mayor presión.

2.4.2.3 Precios en los mercados

Los malos precios en los mercados de los productos agrícolas son otras circunstancias que inciden directamente sobre la explotación excesiva de los terrenos. Con muchas frecuencias, en zonas con malas vías de comunicación y población rural individualista e ignorante, se establece una larga cadena de intermediarios entre la finca y el mercado urbano, los cuales someten a los campesinos a los precios que quieran ellos pagar por los productos, máxime si dichos productos no son susceptibles de almacenarse sin mayores cuidados por un tiempo largo. Un suelo empobrecido por la erosión no retribuye adecuadamente los esfuerzos del campesino. (Suárez De Castro, 1979).

2.4.2.4 Las Tradiciones y costumbres

Las tradiciones y costumbres del pueblo son también en muchas circunstancias fuerzas poderosas que los impelen a destruir suelos agrícolas. Por ejemplo, no hay forma de convencer a un indígena que no siembre maíz o algún otro tipo de cultivo, aunque las pendientes de los terrenos utilizables sean las más abruptas. (Suarez De Castro, 1979).

2.4.2.5 La Ignorancia

La ignorancia de la gente es un factor preponderante de erosión. La ignorancia puede presentarse en varios niveles: En muchos casos los agricultores no se dan cuenta de los daños que la erosión les causa, mucho menos de los sistemas para defenderse de ellos. No es raro el caso que los agricultores atribuyan a misteriosas razones, a las cuales tienen necesariamente que someterse, las permanentes declinaciones en productividad de sus terrenos. (Suárez De Castro, 1979).

2.4.2.6 Falta de capacitaciones

En un nivel más bajo también existe la ignorancia de los profesionales, de los mismos encargados directamente de fomentar la agricultura en los países, quienes, generalmente salen de la facultad con ideas bastante incoherentes sobre esta materia. Hay facultades de agronomía que no incluyen cursos de

conservación de suelos en sus programas. En cambio, aquellos que, si indican dichos cursos, imparten una enseñanza casi siempre técnica y agronómicas que se deben hacer en sus terrenos, pero no enseñan la necesidad y la forma de investigar los factores sociales y económicos que están destacados en el papel que juega la erosión. Esta misma ignorancia de los técnicos y dirigentes administrativos, hace que falten toda clase de datos regiones de carácter experimental de la conservación de suelos. (Suarez De Castro, 1979).

2.4.3 Pérdida de nutrientes y/o materia orgánica

Según Arias (2011), esto ocurre en suelos de vocación forestal que han sido deforestados y se practica una agricultura no conservacionista. En pocos años, los suelos se vuelven improductivos y muy ácidos, se tornan poco estables, pierden la estructura y la capacidad de retención del agua.

2.4.3.1 Manejo inadecuado del suelo

El mal manejo del suelo conlleva importantes efectos negativos sobre el ambiente. La deforestación deja el suelo desnudo y expuesto al impacto de las gotas de lluvia que aunado a la labranza intensiva provocan la compactación, disminuyendo la capacidad de infiltración y retención del agua. Al haber menos infiltración, el agua se desplaza superficialmente en forma de

escorrentía llevando consigo los nutrientes del suelo y mermando la productividad, entre otras consecuencias. Prácticas frecuentes como el sobrepastoreo, deforestación y agricultura nómada, quemas, cultivo en laderas, labranza intensiva, uso irracional de químicos y cultivos inundados abren paso a la pronta degradación de los suelos. (Arias Jiménez, 2001).

2.4.3.2 El uso de la tierra

Según la FAO (2015), América Latina y el Caribe tienen las reservas de tierra cultivable más grandes del mundo. Cerca del 47% del suelo se encuentra aún cubierto por bosques, pero esta cifra se está reduciendo rápidamente producto de la expansión del territorio agrícola. Durante los últimos 50 años (1961 - 2011), la superficie agrícola en la región aumentó notablemente, pasando de 561 a 741 millones de hectáreas, con la mayor expansión en América del Sur: de 441 a 607 millones de hectáreas.

2.4.3.3 Degradación y contaminación del suelo

Según FAO (2015), la degradación también está asociada con la pobreza y la falta de acceso a los recursos de tierras y aguas. Los agricultores pobres tienen un menor acceso a la tierra y al agua, trabajando suelos de mala calidad y con una alta vulnerabilidad a la degradación. Un 40% de las tierras más degradadas del mundo están en zonas con elevadas tasas de pobreza.

2.5 Conservación del suelo

El suelo es la capa superficial de la tierra, delgada y vulnerable. Está compuesto por partículas minerales, materia orgánica, microorganismos, agua y aire. Los procesos formadores del suelo son muy lentos y requieren largos períodos de tiempo. En las praderas de climas templados, se necesitan 100 años para formar 1 a 2 cm de suelo. Como su regeneración es muy lenta, el suelo debe considerarse como un recurso no renovable. (FAO, 2015)

2.5.1 Las prácticas agronómicas de conservación del suelo:

Según Arias (2011), indica las siguientes prácticas:

- ❖ **Práctica agroconservacionista:** prácticas en contorno, alta densidad de siembra, cultivos múltiples (asociados o intercalados), cultivos de cobertura, barreras vivas, cobertura muerta del suelo, labranza mínima, rompevientos, cercas vivas, reforestación.
- ❖ **Medidas de manejo de suelo:** labranza profunda, roturación profunda, labranzas reducidas o superficiales, uso de estiércoles y abonos orgánicos, abonos verdes, barbechos, uso de fertilizantes y enmiendas minerales, rotación de cultivos, conservación de la humedad del suelo.
- ❖ **Integración de medidas de conservación con sistema de cultivo:** sistema de cultivos anuales en laderas, agroforestería, manejo de praderas en pendientes.

2.6 Capacidad de Uso del Suelo

Jiménez Zúñiga (s.f.), define la capacidad de uso del suelo como “el grado óptimo de aprovechamiento que posee un área de terrenos determinada, con base en la calificación de sus limitantes, para realizar las diferentes actividades agropecuarias en forma sostenida y por períodos prolongados. Es decir, “se refiere solo a un nivel máximo de aplicaciones del recurso suelo, sin que este se deteriore, con una tasa de su formación”.

Según Richters (1995), la clasificación de los suelos según su capacidad de uso permite conocer información básica que muestra la problemática de los suelos, las necesidades y prácticas de manejo que requieren y también suministra elementos de juicio necesario para proponer y programar planes integrales de desarrollo agrícola.

2.6.1 La Metodología utilizada por Costa Rica

La metodología utilizada por Costa Rica es una variación del sistema de clasificación de tierras los Estados Unidos. La misma consiste en tres niveles: clase, subclases y unidades de manejo (MAG; MIRENEM, 1994).

La agrupación de los suelos en unidades de capacidad, subclases y las clases, se hace principalmente sobre la base de su capacidad para producir cultivos comunes y esto sin que este se deteriore en el tiempo. (Klingebiel y Montgomery, 1961)

2.6.2 Unidades de manejo

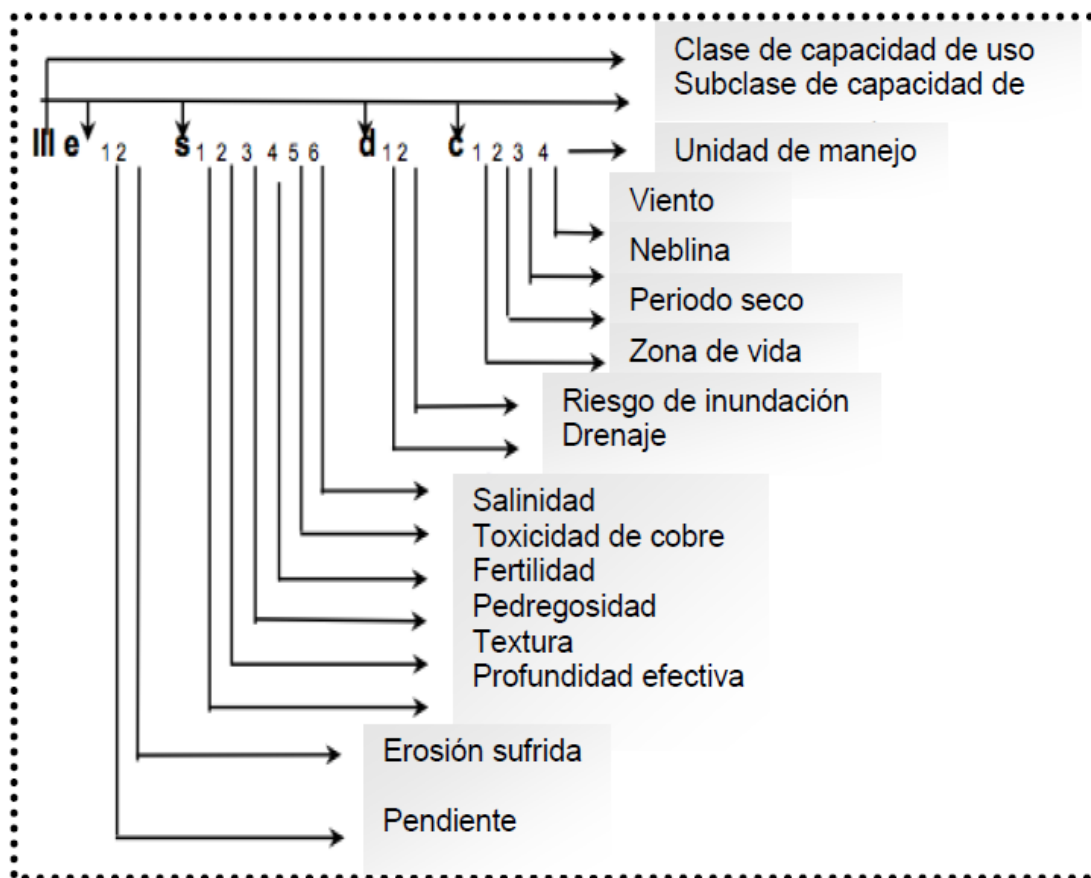
Constituyen una subdivisión de las subclases de capacidad de uso, que indican el o los factores específicos que limitan su utilización en actividades agropecuarios y forestales.

2.6.2.1 Parámetros que definen la unidad de manejo:

- ❖ **De erosión (e):** pendiente (e1), erosión sufrida (e2)
- ❖ **De suelo (s):** Profundidad efectiva (s1), textura del suelo (s2), pedregosidad y/o rocosidad (s3), fertilidad (s4), toxicidad por cobre (s5), salinidad (s6).
- ❖ **De drenaje (d):** drenaje (d1), riesgo de anegamiento o inundación (d2).
- ❖ **De clima (c):** zona de vida (c1), período seco (c2), neblina (c3), viento (c4).

Para efecto de la clasificación de capacidad de uso del suelo, simbólicamente se representa por un número romano que indica la clase de capacidad, una o más letras minúsculas que indican la subclase de capacidad y uno o más números arábigos como subíndice a las subclases que indican el o los factores específicos y que corresponden a la unidad de manejo (figura 2).

Para las clases III a VII, el factor de mayor limitación que diferencia a una clase con la anterior, se debe indicar con sub índice subrayado. Esto ayuda a definir cuál es el factor restrictivo para el uso de la tierra.



Fuente: Cubero Fernández, (2001)

FIGURA 2. Nomenclatura utilizada para la clasificación de uso de la tierra.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la ejecución de esta tesis se utilizaron los siguientes equipos.

3.1 Materiales y equipos

Para la realización del presente estudio, se utilizarán los siguientes materiales y equipos:

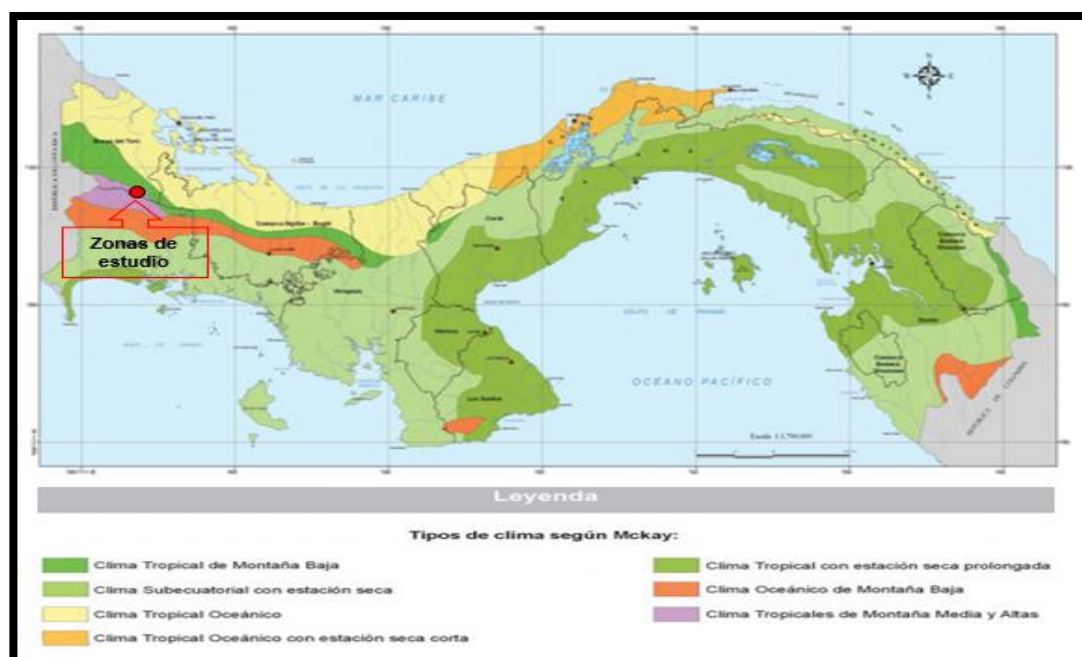
- Registros pluviométricos, (Dirección de Hidrometeorología, ETESA).
- Computadora
- Calculadora científica.
- Software informático, Microsoft Office 2016 (Excel, Word y Power point) y ArGis 10.41.
- Papelería, bolígrafos y lápices.
- Molinete tipo Price AA (eje vertical)
- Barreno tipo Edelman
- Hojas topográficas en Las Nubes, escala en 1:15000 de INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo).
- Nivel de mano Abney.

3.2 METODOLOGÍA

3.2.1 Ubicación y descripción del área de estudio

En el presente estudio se consideró la microcuenca del Río Chiriquí viejo, asignada de acuerdo a la numeración de las principales cuencas hidrográficas del país como la N° 102. Esta red de drenaje se encuentra al occidente de

Panamá que posee abastecimiento por la quebrada Las Nubes, corregimiento de Cerro Punta, nombrada como zona de alta producción de hortalizas que abastece el país, sus coordenadas geográficas son 98°30' latitud norte y 32°28' latitud este. La elaboración de este trabajo cubre un gran grupo de organizados de 178 productores en 5 bloques de riego llamados Las Nubes, La Garita, El Desierto, La Amenaza y Alto los Guerra; ubicadas entre las áreas de Cerro Punta y Bambito, Distrito de Bugaba, provincia de Chiriquí.



Fuente: Anam, Bid (2011).

FIGURA 3. Ubicación de la zona de estudio en el mapa climático de Panamá

Según MIDA (2014), la región es de topografía muy difícil, se definieron como suelos con capacidad de uso Clase III, con limitaciones por pendiente inclinada y moderada fertilidad, cerca el 25 % del área correspondiente al estudio detallado.

El 35.7%, por pendiente moderadamente escarpada, como de Clase IV; alrededor del 6%, por riesgo moderado a severo por erosión acelerada y el resto del área, con riesgo severo a muy severo por erosión, como producto del accionar del hombre en dicho territorio.

Según MIDA (2014), este territorio según el tipo de uso en lo siguiente: Fragmentos de bosques maduro, ocupan escasamente un 2.2 %; fragmentos de bosques secundario y galería, un 18.3%; los cultivos temporales (principalmente papa, cebolla, zanahoria, remolacha, apio, lechuga, repollo, brócoli, coliflor, etc.) y tierras en descanso en un sistema de rotación constante, son los que mayormente ocupan el espacio en un 49.6% del total de las 420.6 ha. En estudio; un 4.6% de ocupación por frutales; por último, la ocupación del territorio residencial/comercial en un 0.5% y 1.7% por fuentes vivas. Algunos terrenos cultivados es imposible mecanizarlos, aun con tracción animal, situado arriba de los 2300 m.s.n.m, con una Temperatura media de 14.7 °C y una Humedad relativa media de 91.1%. Donde se desea realizar el proyecto de sistema de riego para abastecimiento de la producción hortícola por medio de instalaciones parcelarias de cada asociado en las zonas.

El clima es el Tropical Húmedo de montaña, según Köppen; según Holdridge, la región de interés, se ubica en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Premontano. Con cuatro meses secos desde diciembre hasta marzo, donde el total de lluvia anual es de 2115 mm/año. (ETESA, 2016).

Durante la ejecución de esta tesis se siguió la siguiente metodología que detallaremos a continuación:

3.2.2 Procedimiento para levantar la información para el estudio

- Para levantar la información se realizó visitas a campo en las 3 quebradas localizadas en Las Nubes, corregimiento de Cerro Punta.
- Se levantaron los perfiles de cada una de las quebradas, para así realizar los cálculos de aforo y conocer la cantidad de agua que pasa por el cauce natural, realizando el perfil en una sección transversal con flujo uniforme para ejecutar el método de aforo por vadeo.
- Se realizó una comparación de los resultados del MIDA en los aforos, luego de haber realizado 3 visitas a campo para tener datos confiables de los caudales en cada quebrada, midiendo la disponibilidad de agua que ofrecen en época seca.
- Se recopiló información literaria para el cálculo de la oferta y demanda de agua utilizando el método de (ETP) que más se ajustara a zonas elevadas con topografía accidental y de temperaturas bajas.
- Se hizo una recopilación para las zonas de estudios con datos climáticos de las estaciones hidrometeorológicas de Cerro Punta y Bajo grande, para obtener los datos de temperatura media mensual, humedad relativa, horas brillo solar y la precipitación pluvial. Además, se recopilaron los datos de la estación Nueva California, Cerró Totuma y Cotito, en la Página web de ETESA.

3.2.3 Cálculo para el balance hídrico climático

Se realizó dos balances hídricos climáticos con datos de la estación de Cerro Punta y Bajo Grande, con la finalidad de ilustrar la metodología de algunos datos necesarios para el balance hídrico como: La Precipitación media mensual (mm), Temperatura (mm), Humedad relativa (%) y valor de horas luz (hrs/día), que se recopilaron en la base hidrometeorológica de ETESA. Este procedimiento tuvo como resultado obtener los meses críticos conocidos como meses (secos), que indica la siguiente fórmula:

$$Mc = \text{ETP Penman (mm/mes)} - \text{Ppt efectiva mensual (mm)}$$

Dónde:

Mc= Meses críticos.

Etp= Evapotranspiración (mm/mes)

Ppt= Precipitación media mensual (mm/mes).

Al terminar de procesar las fórmulas, se colocó los valores + (positivos) como datos de deficiencias y – (negativo) como datos de exceso. Esto se agrupa de esta manera debido a que los datos positivos representan la cantidad de agua que se necesita para suplir la demanda de los cultivos, definidos como los meses críticos de la región. En cambio, al tener datos negativos, esto representa el excedente de agua, debido a que la precipitación es mayor que la evapotranspiración en la zona.

3.2.4 Método de isoyetas para calcular la precipitación media

Es el método más preciso, pues permite la consideración de los efectos orográficos en el cálculo de la lluvia media sobre la cuenca en estudio. Este método se basa en el trazado de curvas de igual precipitación de la misma forma que se hace para estimar las curvas de nivel de un levantamiento topográfico.

- **Primero:** Se utilizó un mapa base topográfico número 3642-I y 3642-II de la cuenca alta del Río Chiriquí Viejo, provincia de Chiriquí, a escala 1: 50 000 elaborados por el Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia”, (1965).
- **Segundo:** Se marcó las estaciones en el mapa topográfico utilizando las coordenadas geográficas latitud (NS) y longitud (EW) en las estaciones (Cotito, Nueva California, Cerro Totuma, Bajo Grande y Cerro Punta), teniendo claro que son los sitios donde se tomó la Precipitación registrada por uno de los pluviómetros en la estación hidroclimática (ETESA).
- **Tercero:** Se remarcó el perímetro de la Cuenca alta del Río Chiriquí viejo, para proceder sobre la base de los valores puntuales de precipitación en cada estación dentro de la cuenca, se construyen, por interpolación, líneas de precipitación en curvas de nivel estimadas para tener como resultado la precipitación media y tener datos más exactos para el balance hídrico.

3.2.4.1 Determinación de la precipitación efectiva mensual (mm)

Bajo dicho entendimiento y dado que la precipitación es un factor muy variable, resulta conveniente conocer su valor probablemente el análisis estadístico para estimar la precipitación que realmente contribuye al uso consuntivo de la planta.

El método Blanney-Criddle (1962), consiste en identificar la precipitación efectiva mensual (mm) acumulada, utilizando los resultados de la precipitación mensual (mm) obtenida por el método de isoyetas anteriormente.

CUADRO I. DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA MENSUAL (MM).

| Precipitación mensual | | Precipitación efectiva mensual | |
|-----------------------|------|--------------------------------|-----------|
| Coeficiente | | Incremento | Acumulado |
| mm | | mm | mm |
| 25 | 0.95 | 24 | 24 |
| 50 | 0.9 | 22 | 46 |
| 75 | 0.82 | 20 | 66 |
| 100 | 0.65 | 16 | 82 |
| 125 | 0.45 | 11 | 93 |
| 150 | 0.25 | 6 | 99 |
| 175 | 0.05 | 1 | 0 |

Fuente: IICA, (1985).

Luego de haber definido la precipitación efectiva por diferentes métodos se ha seleccionado el método de Blanney Criddle debido a que los resultados son

los más aceptables y útiles relacionados a las zonas de la región de Cerro Punta, conociendo así el aporte de las lluvias para realizar el balance hídrico.

3.2.5 Cálculo de la evaporación potencial

Israelsen y Hansen citado por (Figuroa, I. 1987). La definen como la suma de la evaporación del agua y la transpiración de las plantas, además señala que el volumen del agua transpirado por las plantas depende de la cantidad que se dispongan de temperatura, humedad del aire, régimen de vientos, intensidad luminosa del sol, el estado de desarrollo de las plantas, de su follaje y de la naturaleza de las hojas. La evapotranspiración potencial sucede con una vegetación de escasa altura y activo crecimiento que cubre totalmente el terreno y que no tiene restricciones edáficas, además depende de las condiciones climáticas existentes, las cuales son dadas por las características variables de la cobertura vegetal natural o cultivada, de las condiciones edáficas y de los niveles de humedad del suelo.

3.2.5.1 La evaporación real

Es igual a la potencia afectada por un factor “k” que se toma en cuenta el efecto de la relación agua-planta –suelo. Este coeficiente “k” varía a lo largo del ciclo y es una expresión morfológica y fisiológica del cultivo y de la incidencia del ambiente edáfico. Israelsen y Hansen citado por (Figuroa, I. 1987).

3.2.5.2 Métodos para calcular la evapotranspiración potencial

Para calcular la evaporación potencial se utiliza diferentes ecuaciones desarrolladas por autores que utilizan básicamente datos meteorológicos; para ejecutar esta investigación utilice el método Penman para calcular la evapotranspiración.

3.2.5.3 Método Penman allen et al.

Método propuesto por la FAO (Allen et al., 1998). Se utilizaron las variables en esta fórmula las cuales son radiación neta, humedad relativa, temperatura media, velocidad del viento a 2 m, presión de saturación de vapor y presión actual de vapor.

$$ET = (\Delta/\infty R_n + E_a) / (\Delta/\infty + 1)$$

Donde:

ET = evapotranspiración en mm/día

Δ/α = pendiente de la curva de presión de saturación del vapor. (anexo 4)

Variables por métodos

R_n = flujo de radiación neta en mm/día de evaporación equivalente.

$$R_n = R_g (1 - \infty) + R I$$

Dónde:

Rg = radiación global que llega a la superficie terrestre, medida en la estación meteorológica y expresada en evaporación equivalente en mm/día.

α = albedo o coeficiente de reflexión según la superficie o cobertura vegetal.

Variables por métodos.

R I = radiación terrestre o de onda larga de salida, en mm/día y se obtiene partir de la siguiente ecuación:

$$R I = (1.35 Rg/Ra - 0.35) RLO$$

Donde:

Ra = radiación extraterrestre. (anexo 4).

Variables por métodos

$$RLO = - [0.98 - (0.67 + 0.051 \sqrt{e})] [11.71 \times 10^{-8} (T^{\circ})^4]$$

Donde:

T^o = temperatura del aire en grados kelvin.

e = presión real de vapor en la atmósfera en mm de Hg

e = es HR

Es = presión de saturación de vapor en función de la temperatura (anexo 3).

HR = es la humedad relativa

Ea = componente aerodinámico de acuerdo a la velocidad del viento y el déficit de presión de saturación del aire.

Para una superficie libre de agua la ecuación es la siguiente:

$$E_a = [0.35 (e_s - e) (0.5 + 5/800 v)]$$

Mientras que para una superficie con vegetación la ecuación es como sigue:

$$E_a = [0.35 (e_s - e) (1.0 + 5/800 v)]$$

Donde:

E_a = evaporación del agua en mm/día

e, e_s = presión real y presión de saturación de vapor

v = velocidad del viento en km/día medido a 2 m de altura.

3.2.5.4 Demanda de agua para riego

Se calculó la demanda de agua de los diferentes usuarios, utilizando la página de calculo de Microsoft Excel 2016, para procesar los datos correspondientes de cada cultivo que daremos a continuación:

- Número de días/mes cultivos.
- Evaporación potencial mm/día.
- Coeficiente del cultivo. (anexo 1)
- Evaporación del cultivo.
- Precipitación efectiva.
- Eficiencia del riego.
- Horas de riego.
- Hectáreas a regar.

CUADRO II. SUPERFICIE TOTAL DE CADA RUBRO EN LOS 5 BLOQUES DEL PROYECTO DE RIEGO ALTO BAMBITO.

| Sitios | Bloques | Papa | Cebolla | Lechuga | Zanahoria | Repollo | Apio | Total |
|--------------------|----------|---------------|---------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| Altos de la guerra | Bloque 1 | 30,29 | 25,25 | 15,36 | 14,13 | 8,08 | 7,85 | 100,96 |
| La Amenaza | Bloque 2 | 20,43 | 17,03 | 10,36 | 6,87 | 9,73 | 3,69 | 68,11 |
| El Desierto | Bloque 3 | 20,65 | 17,21 | 10,47 | 9,63 | 5,51 | 5,36 | 68,83 |
| La Garita | Bloque 4 | 38,46 | 32,06 | 24,54 | 12,91 | 10,26 | 9,97 | 128,2 |
| Las Nubes | Bloque 5 | 23,84 | 21,56 | 13,88 | 10,66 | 6,36 | 3,16 | 79,46 |
| Total (hás) | | 133,67 | 113,11 | 74,61 | 54,2 | 39,94 | 30,03 | 445,56 |

Según MIDA, 2011.

3.2.5.5 Uso consuntivo

Se calculó el uso consuntivo y módulo de riego en los cultivos de papa, cebolla, zanahoria, lechuga, repollo y apio en el sector de La Garita, Altos Los Guerra, La Amenaza, Las Nubes y El Desierto; para calcular la evapotranspiración del cultivo y la eficiencia de riego para cada rubro, los litros/ség/ha para cada bloque.

Utilizando las siguientes fórmulas:

$$UC = ETP \times K$$

Dónde:

K= Coeficiente del cultivo. (anexo 1)

UC= Uso consuntivo.

ETP= Evaporación potencial en mm/día.

La siguiente fórmula:

$$MR = \frac{UC}{\text{Eficiencia de riego}} \times \frac{10000 \text{ m}^2}{\text{ha}} \times \frac{1 \text{ día}}{86400 \text{ seg/día}}$$

Dónde:

Mr = Modulo de Riego en l/s/ha

HR= Horas de riego.

HR= Horas de riego.

UC = Uso consuntivo.

A= Área de riego en hectáreas.

Ef = Eficiencia del riego en decimal.

La siguiente fórmula:

$$Q= MR \times A \times 24/HR$$

Dónde

Q= Caudal requerido para riego en l/s

MR= Módulo de riego en l/s * ha.

3.2.6 Procedimiento para la selección de prácticas de conservación de suelos a nivel de finca

Al cumplir los objetivos del estudio se procedió con seleccionar las prácticas de conservación de suelos basado en un análisis de algunas de las condiciones más importantes a nivel de la finca. Incorporando características básicas, fácilmente determinadas en el terreno, como guía al técnico de campo o al

productor en la selección del sistema de prácticas de conservación más apropiadas para las condiciones actuales en cada parcela.

En el estudio se evaluaron cinco zonas agrícolas, escogiendo en cada bloque una finca modelo en las comunidades de Las Nubes, La Garita, El Desierto, La Amenaza, y Alto los Guerra; ubicados en Cerro Punta y Alto Bambito. Además, se logró conocer el grado de conocimiento de los productores en esta disciplina siendo necesario y de gran importancia que conozcan con claridad el procedimiento y la función que ejerce las buenas prácticas agrícolas amigables al ambiente.

3.2.6.1 Entrevista con el agricultor. (paso I)

La mejor forma de recoger la información básica sobre el terreno fue hablar con el productor que trabaja el terreno. Él dispone de mucha información que sería difícil recolectar en el poco tiempo disponible al técnico o cada productor a nivel de campo. La información básica que se recolecto a través de la entrevista con el productor y la interpretación de la respuesta incluía:

- Años que tienen trabajando el suelo
- Sistema de producción que utiliza
- Nivel de tecnología (Tradicional, semitecnificada o tecnificada)
- Rendimiento por cultivo
- Recursos con que dispone
- Problemas en el sistema de producción.

3.2.6.2 Reconocimiento en el terreno. (paso II)

El paso inicial del proceso de la conservación de un terreno fue el reconocimiento de las condiciones físicas y el sistema de producción que utiliza el productor. En este proceso se tomó en cuenta 4 pautas para el reconocimiento en el terreno. Una vez fueron recopilados los antecedentes del terreno, fue necesario reconocer las condiciones actuales en que se encuentra. Se realizó un recorrido por todo el terreno.

3.2.6.3 Mapa de situación actual de la finca. (paso III)

El primer instrumento técnico que fue necesario para proceder en este paso es el manejo de la finca o área que será objeto de planificación por medio de la elaboración de un mapa base levantado en campo, por medio de un dibujo o un croquis aproximado de los terrenos de la finca.

La escala adecuada que se realizó el mapa base fue de 1:1000 considerando la metodología para fincas no mayor de 20 hectáreas que depende del grado de detalle requerido.

Al realizar el recorrido junto con el productor por los terrenos se transfirieron en el mapa base toda la información relacionada con los recursos físicos existentes utilizando la simbología de mapeo estándar. De esta manera se finalizó el mapa de la situación actual con el objetivo de visualizar el estado actual de la finca.

En su elaboración el mapa se estableció en forma clara y comprensible toda la información sobre:

- ❖ **Recurso de agua:** Curso de agua permanente y temporánea salidas naturales de drenaje, lagunas, áreas de mal drenaje manantiales y otros.
- ❖ **Recurso de tierra:** Topografía (cotas de referencia, depresiones, cumbres, líneas divisorias de agua), zonas erosionadas, pendiente, drenajes naturales y su condición, posición del terreno en la ladera, vegetación actual, pedregosidad superficial y capacidad de uso.
- ❖ **Recurso de biomasa:** Uso actual de la tierra y zona de protección.
- ❖ **Infraestructura:** (física existente y prevista) carreteras y caminos, construcciones, puentes, cercas, linderos, alcantarillas, canales, tuberías.

3.2.6.4 Medición de los parámetros para la evaluación de la capacidad de uso (paso IV)

- ❖ En base a la ubicación de los puntos de observación de la pendiente, se realizó la evaluación de los parámetros de capacidad de uso a saber: erosión sufrida, profundidad efectiva, pedregosidad y/o rocosidad, drenaje, neblina y riesgo de inundación.
- ❖ Atendiendo a la determinación de las variables salinidad, textura, fertilidad y toxicidad por cobre, se realizaron muestreos de suelo,

tomando en cuenta los rangos de pendiente. En el proceso se tomaron los datos de análisis de suelo brindado por el MIDA (Ministerio de desarrollo agropecuario) del proyecto de riego Alto Bambito.

- ❖ La evaluación de los parámetros se hizo utilizando las categorías proporcionadas en la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra de Costa Rica. (anexo 8)

3.2.6.4.1 Los parámetros para la evaluación de la capacidad de uso se mencionan a continuación:

❖ Erosión Sufrida

El grado de erosión se evaluó observando los indicadores: pedestales, raíces desnudas, la existencia de canaliculos, terracetas, surcos, cárcavas, deslizamientos, remoción de masas y la acumulación de sedimento en el pie de pendiente y vías de desagüe (anexo 8).

❖ Profundidad Efectiva

Para determinar este parámetro se hicieron agujeros de aproximadamente 30 a 60 cm, básicamente hasta la profundidad susceptible a ser penetrada por el sistema radicular de las plantas y limitadas por afloración del material parental o la roca madre, gravas, estrato compactados, etc. Esta tarea se realizó con la ayuda de un barreno y una cinta métrica. (anexo 8)

❖ **Pedregosidad y/o Rocosidad**

La evaluación de la pedregosidad se realizó demarcando un área cuadrada de cinco metros por cada lado, tomando como punto de referencia para su ubicación, el sitio de medición de la profundidad efectiva.

❖ **Drenaje:**

En cada punto de muestreo se evaluó el drenaje, observando la pendiente, la textura, presencia de áreas encharcadas o suelos muy saturados, la distancia al nivel freático y se complementó la información con entrevistas informales a personas conocedoras de la zona.

3.2.6.4.2 Etapa de gabinete

Esta etapa consistió en la recopilación de datos obtenidos en campo por el MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario) de los resultados oficiales en laboratorio, cuyos análisis proporcionados fueron: textura, fertilidad y la zona de vida.

❖ **Período secos**

Para este efecto el estudio determino los meses secos, utilizando el método de balance hídrico climático, correspondiente de los datos brindados por ETESA en la sección hidrometeorológicas de las estaciones más cercanas al sitio de estudio.

❖ **Determinación de la categoría del viento**

Para la categorización del viento se empleó la serie climática 1984-2012, suministrada por la estación hidrometeorológica ETESA.

3.2.6.4.3 Etapa de gabinete final

❖ **Tabulación y análisis de datos**

En la evaluación de la capacidad de uso, se procedió a determinar la clase, subclase y unidad de manejo para cada punto de observación. Esta tarea se logró comparando el respectivo dato del parámetro de cada uno de los puntos de observación con los valores permitidos en la clave. El o los factores restrictivos para el uso de la tierra, se subrayaron para su fácil identificación en el siguiente cuadro:

CUADRO III. CLAVE DE PARÁMETROS PARA EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA

| Erosión | | | Suelos | | | | | Drenaje | | Clima | | | | |
|---------|---------------|-----------------|----------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------------|------------|------------------------------|--------------------------|----------------------|------------------------------------|--------------|--------------------|--------------------|
| Clase | Pendiente (%) | Erosión Sufrida | Profundidad efectiva | Texturas | | Pedregosidad | Fertilidad | Toxicidad s5 Salinidad s6 | Drenaje | Riesgo de Inundación | Zona de Vida | Periodo seco | Neblina | Viento |
| | | | | Suelo 0.30cm | Subsuelo <30cm | | | | | | | | | |
| | e1 | e2 | s1 | | | s3 | s4 | | d1 | d2 | c1 | c2 | c3 | c4 |
| I | <3 | Nula | >120 | Media | Mod gruesas a mod finas | Sin piedra | Alta | Toxic leve Salin leve | Bueno | Nulo | bh-P bh-T bh-MP | Moderado | Ausente | Ausente |
| II | <8 | Nula o leve | >90 | Mod fina a mode gruesas | Finas a mod gruesas | Sin piedra a ligeramente pedregoso | Media alta | Toxic leve Salin leve | Mod. exces. a Mod. lento | Nulo a leve | Todas excepto pluviales y bmh | Cualquiera | Ausente o moderado | Ausente o moderado |
| III | <3 | Nula o leve | >90 | Finas a muy finas | Finas a muy finas | Sin piedra a ligeramente pedregoso | Alta | Toxic leve Salin leve | Mod. Lento a lento | Nulo a Moderado | bs-T bh-T bh-P | Fuerte | Ausente | Ausente o moderado |
| | <15 | Nula o moderada | >60 | Finas a mod gruesas | Finas a Mod gruesas | Sin piedra a ligeramente pedregoso | Media alta | Toxic mode Salin leve | Mod. exces. a Mod. lento | Nulo a Moderado | Todas excepto pluviales | Cualquiera | Ausente o moderado | Ausente o moderado |
| IV | <30 | Nula o moderada | >60 | Muy fina a mod gruesas | Muy fina a mod gruesas | Sin piedra a moderad pedregoso | Media alta | Toxic mode Salin leve | Mod. lent. a Mod. Exces | Nulo a Moderado | Todas excepto Páramo, bmh-M y bp-M | Cualquiera | Ausente o moderado | Ausente o moderado |
| V | <15 | Nula o moderada | >30 | Cualquiera | Cualquiera | Sin piedra a pedregoso | Cualquiera | Toxic fuerte Salin mode | Muy lento a exces. | Nulo a Severo | Todas excepto Páramo | Cualquiera | Ausente o fuerte | Ausente o fuerte |
| | <30 | Nula o moderada | >30 | Mod gruesa a fina | Cualquiera | Sin piedra a fuertemente pedregoso | Cualquiera | Toxic fuerte Salin mode | Muy lento a exces. | Nulo a severo | Todas excepto pluviales y bmh-T | Cualquiera | Ausente o fuerte | Ausente o fuerte |
| VI | <50 | Nula o severa | >60 | Cualquiera | Cualquiera excepto gruesas | Sin piedra a fuertemente pedregoso | Cualquiera | Toxic fuerte Salin mode | Mod. exces. a Mod. lento | Nulo a Moderado | Todas excepto Páramo | Cualquiera | Ausente o moderado | Ausente o moderado |
| VII | <75 | Nula o severa | >30 | Cualquiera | Cualquiera | Sin piedra a fuertemente pedregoso | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera | Todas excepto Páramo | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera |
| VIII | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera |

3.2.6.5 Mapa de plan de manejo conservacionista de finca (paso v)

En esta fase se analizó las informaciones recolectadas y se formuló las recomendaciones. Entre las opciones propuestas se seleccionó junto con el productor el conjunto de soluciones técnicas que contribuye el plan de la finca.

❖ Uso preferible de la tierra

El uso actual de cada lote de la finca debe ser comparado con su uso preferible que es el uso más apropiado de acuerdo con su características y limitaciones según la clase de capacidad.

| CLASE | USO PREFERIBLE | REQUERIMIENTO EN MEDIDAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS. |
|-------|--|---|
| I | Cultivos anuales continuos | No muy intensivas |
| II | Cultivos anuales continuos | No muy intensivas |
| III | Cultivos anuales continuos | Intensivas |
| IV | Cultivos anuales ocasionados | Muy intensivas |
| V | Pastoreo | No muy intensiva |
| VI | Cultivos permanentes | Intensiva |
| VII | Manejo de bosque natural primario y secundario | No muy intensiva |
| VIII | Protección | Ninguna |

De la comparación puede resultar que el uso actual de la tierra sea:

Adecuado (Ej. tierras de clase II bajo cultivo de maíz y maní tierras de clase VI en cafetal o frutales)

Inadecuados Por su uso (Ej. tierras de clase II bajo praderas extensivas) En los casos de uso inadecuado se anotó para cada lote en la hoja resumen que acompaña el mapa del plan de manejo el uso preferible de la tierra.

3.2.6.5.1 Selección de medidas y prácticas de manejo

Es importante involucrar siempre al productor para la selección de las prácticas de conservación en las fincas, antes de la ejecución. Para esta labor se inició con la fase de preselección, con el fin de ofrecer distintas medidas que el propietario de la finca deberá adaptarla a su terreno, por medio de su participación, facilitara al técnico en la toma de decisiones más adecuadas basadas en sus experiencias en el sistema, teniendo claro los parámetros evaluados y en las distintas actividades para el mantenimiento y conocimiento que abarcara resultados a largo plazo.

Al analizar las limitaciones de cada sub-clase de tierra de la finca se definió las medidas y prácticas de manejo con el productor, que deben ser aplicadas para superar el obstáculo representado por las limitaciones y crear entonces condiciones favorables para un uso rentable de cada clase de tierra.

Las recomendaciones finales de manejo fue un conjunto de distintas prácticas. La intensidad de aplicarlas, dependerá de las limitaciones en la de capacidad de uso de la tierra y en las distintas clases de terreno. (anexo 7)

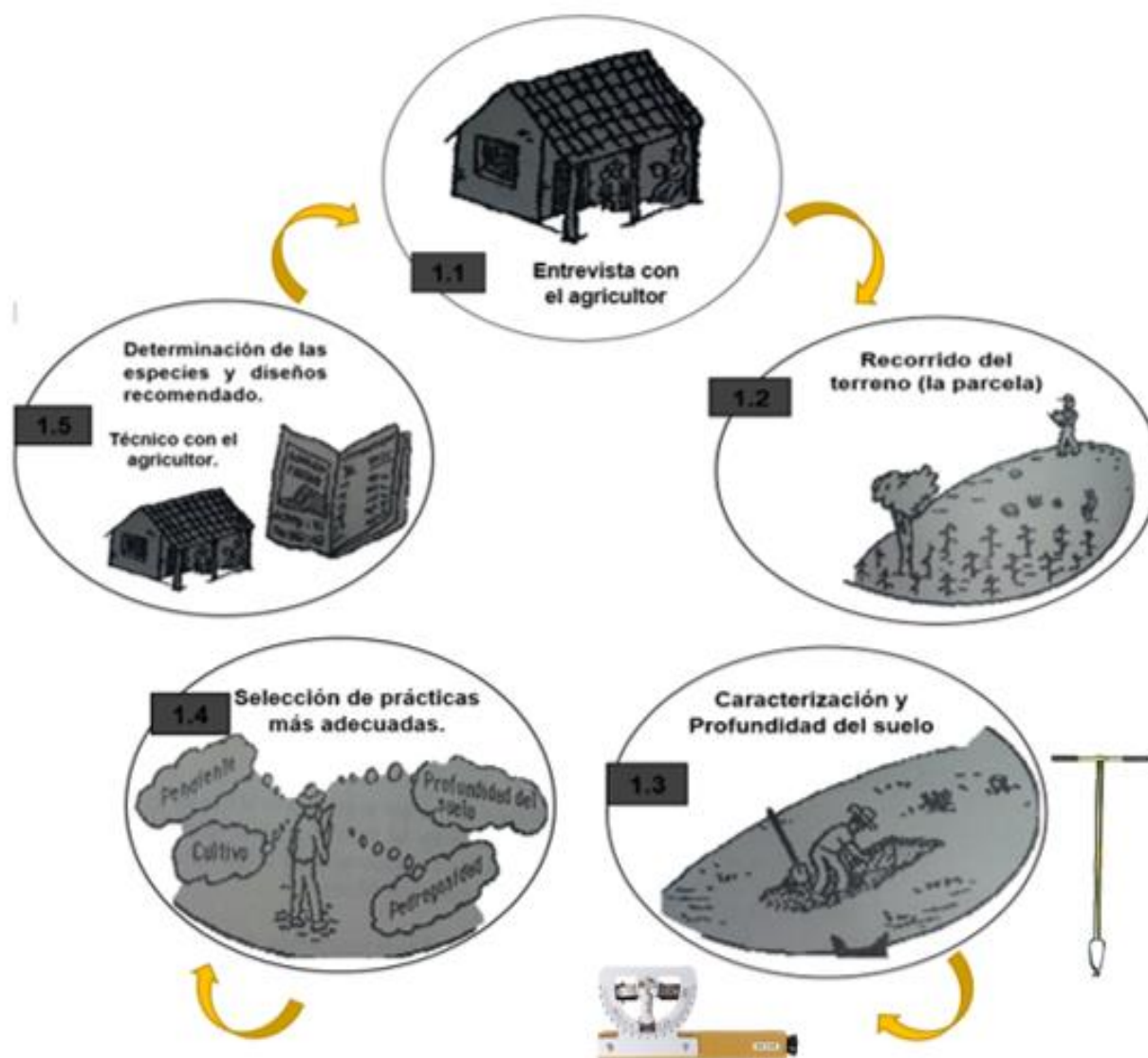
3.2.6.5.2 Proceso de elaboración del mapa de él plan de conservación de suelos

1. Aislar hidrológicamente la finca o sea interceptar y desviar hacia salidas seguras las aguas de escorrentía que entran en forma descontrolada desde tierras altas en la siguiente manera:

- ❖ Dibujar en el mapa el trazado propuesto de las obras necesarias y verificar que las tierras, aguas debajo de las salidas de drenaje no sufran efectos negativos.
 - ❖ Seleccionar dentro de la finca los sectores que deben recibir tratamiento específico de manejo conservacionista, se excluirán por lo tanto los sectores de clase I y VIII.
2. Seleccionar en los sectores a tratar los desagües naturales que se presten como colectores principales de escorrentía (vías de agua) dibujando en el mapa su trazado. En el caso de que no existan desagües naturales se ubicara un desagüe artificial y se dibujara su trazado en el mapa ubicando las prácticas de control de agua necesarias.
 3. Dibujar en el mapa el trazado aproximado de las practicas biológicas o de las obras mecánicas de conservación seleccionadas para cada unidad de manejo según espaciamiento adecuando a la condición física y a las especificaciones de diseño de cada obra.
 4. Dibujar en el mapa el trazado de las cercas de los límites de parcela, estos deben ser realizado lo más rápido, las divisorias de agua y las vías de agua o correr a lo largo del borde superior de las obras conservación de otras formas deben ser tazadas en contorno o directamente según la pendiente. No deben trazarse cerca cercas o limitantes de parcela en sentido diagonal a la pendiente del terreno.

3.2.6.5.3 Dibujar en el mapa las obras de conservación de suelos según los siguientes principios:

1. Ubicar los caminos secundarios en contorno y luego debajo de obras e control de escorrentía. Algunas de estas obras pueden ser también usadas directamente como vías de acceso (Ej. acequias de laderas, terrazas de desviación y terrazas de huerta) a condición que sea mantenidas cuidadosamente bajo cobertura vegetal permanente y densa.
2. Seleccionar para cada parcela en la finca las practicas agroconservacionista y de manejo de suelo necesarias según las limitaciones y adecuadas según el uso preferible de la tierra (Ej: compostaje, abonos verdes y labranza en contorno).



Fuente: CATIE, (1985)

FIGURA 4. Pautas para el reconocimiento del terreno y selección de prácticas de conservación

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se procedió a calcular la cantidad de agua necesaria que demanda los principales cultivos hortícolas en las zonas de producción de Alto Bambito y Cerro Punta. Se encontraron diferentes coeficientes de cultivos en la literatura de la FAO (Anexo I) En Panamá, no hay un coeficiente definido para cada cultivo lo cual se seleccionó el coeficiente más alto de cada cultivo en (MINAE, 2004), teniendo clara esta metodología.

El método del tanque evaporímetro tipo A y Penman para el cálculo de la evapotranspiración fueron las fórmulas empíricas más adaptadas al haber realizado una comparación y análisis en los demás métodos de evapotranspiración Penman Monteith. Es uno de los métodos más ampliamente usados y reportado por equipos de investigaciones (ASCE) debido a que produce resultados relativamente exactos y consistentes. Además, es el método más adaptado para zonas altas con climas áridos como húmedo. Por lo tanto, se ha seleccionado esta fórmula de Penman según, MIDA (Ministerio de desarrollo agropecuario), el cual aloja resultados comparativos similares y su uso es muy práctico a pesar de que igualmente una gran cantidad de variables y factores de corrección.

Los métodos basados en la evaporación del tanque reflejan las limitaciones de estimar la evapotranspiración del cultivo basándose en datos de evaporación libre de agua. Estos métodos son susceptibles a las condiciones microclimático

bajo las cuales los tanques están funcionando y al rigor de mantenimiento de la estación. Muchas veces su funcionamiento se ha presentado errático.

Los métodos basados en la radiación han demostrado buenos resultados en climas húmedos donde el termino aerodinámico es relativamente pequeño, estamos en una zona húmeda relativa de más del 90% de promedio lo que favorece la selección de cualquier de estos métodos. (MIDA, 2012)

Se utilizaron los datos climáticos de la estación climática más cercana a la zona de estudio, la cual fueron la estación meteorológica de Cerro Punta (102-001) en precipitación, con 55 años de registros y la estación Bajo Grande (102-009) con registros histórico de 46 años y conta con información completa. El porcentaje de eficiencia de riego se tomaron del (MINAE, 2004).

Según los métodos de aplicación de agua se seleccionó por aspersion para todos los bloques de producción debido a las condiciones que les favorecen en la zona y el terreno.

4.1 Demanda de agua para riego del proyecto

En el cuadro V, se realizó el balance hídrico climático para el Bloque N° 1 Las Nubes, utilizando los registros de precipitación mensual anual de la estación meteorológica de Cerro Punta y la utilización de los registros del tanque evaporímetro Tipo "A" con los datos de la estación meteorológica de Bajo Grande. Luego de realizar el balance hídrico climático de Las Nubes,

determinó los meses en lo que hay déficit de agua en el periodo seco, en los meses de enero hasta abril (señalados de color amarillo). Esto se da principalmente en la entrada de la estación seca, que aumenta la evapotranspiración potencial del suelo y cultivo; además la falta de precipitación efectiva que no se registra para estos meses que presenta déficit de humedad, teniendo una estrategia clara en la implementación de un sistema de riego para suplir la demanda hídrica.

De acuerdo con los valores en el balance hídrico climático se caracterizó por presentar una precipitación total anual de **2,008 (mm)**, evapotranspiración total anual de **984.9 (mm)**. La evapotranspiración para el año hidrológico climático equivale al **49.04 %** de la precipitación total anual, un excedente de 998 (mm) de abril a diciembre déficit de **88.9 (mm)** de enero a marzo.

CUADRO V. BALANCE HIDRICO CLIMÁTICO CON LA ESTACIÓN CERRO PUNTA (102-001)

SITIO: CERRO PUNTA

LAT: 8°52'00"

ESTACIÓN: 1830 m.s.n.m

PROVINCIA: CHIRIQUÍ

LONG: 82° 35'00"

| BALANCE HIDRICO CLIMATICO (LAS NUBES)- ETP (PENMAN) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | ENE | FEB | MAR | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | SEP | OCT | NOV | DIC | Total |
| Días del mes | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | |
| Evaporación (mm/día) | 2.23 | 2.51 | 2.92 | 2.60 | 1.92 | 1.88 | 1.97 | 1.83 | 1.90 | 1.70 | 1.68 | 1.78 | 24.92 |
| Temperatura °C | 13.6 | 13.7 | 14.1 | 14.8 | 15.3 | 15.4 | 15.2 | 15.2 | 15.1 | 14.9 | 14.6 | 13.9 | |
| Valor de P (horas luz) | 8.12 | 7.41 | 8.45 | 8.41 | 8.78 | 8.54 | 8.81 | 8.72 | 8.26 | 8.30 | 7.89 | 8.10 | |
| Humedad Relativa | 90.9 | 90.8 | 90.3 | 90.2 | 90.8 | 91.2 | 91.1 | 91 | 91.6 | 91.6 | 91.6 | 91.6 | |
| Coefficiente del tanque, (K) | 0.83 | 0.83 | 0.836 | 0.835 | 0.836 | 0.837 | 0.837 | 0.837 | 0.838 | 0.838 | 0.838 | 0.838 | |
| Evapotranspiración potencial mm/mes (Tanque) | 57.7 | 58.8 | 75.7 | 65.0 | 49.8 | 47.3 | 51.2 | 47.4 | 47.8 | 44.1 | 42.2 | 46.3 | |
| Evapotranspiración potencial mm/mes (Penman) | 83.7 | 86.2 | 101.0 | 92.3 | 84.5 | 77.4 | 81.3 | 84.1 | 80.9 | 78.9 | 72.5 | 62.1 | 984.9 |
| Precipitación media (mm/mes) | 100 | 60 | 50 | 150 | 350 | 300 | 250 | 300 | 375 | 450 | 250 | 200 | 2835 |
| Precipitación efectiva mm/mes | 82 | 54 | 46 | 99 | 244 | 198 | 181 | 198 | 264 | 297 | 181 | 164 | 2008 |
| Deficiencia mm/mes | 2 | 32 | 55 | | | | | | | | | | 88.9 |
| Exceso mm/mes | | | | 7 | 160 | 121 | 100 | 114 | 183 | 218 | 108 | 102 | 998 |

Al culminar con la realización del balance hídrico climático mensual de la estación Cerro Punta (102-001); se pudo determinar mediante el Gráfico N°1 los meses con mayor intensidad de evapotranspiración potencial y de precipitación efectiva, generando un déficit de humedad por parte de la evapotranspiración potencial, el cual inicia en el mes de enero y culmina en abril. Esto se da principalmente a que el agua almacenada en el suelo al final del mes, ya agotado todas sus reservas principalmente a que en este periodo del año nos encontramos en estación seca y la radiación solar aumenta aún más la evapotranspiración potencial. Además, en el mes de enero, posteriormente a este proceso se da lo ya mencionado, el déficit de humedad en el suelo.

A finales del mes de abril en adelante empieza el suelo a recuperarse, llegando al punto de saturación en los espacios poros del suelo debido a la intensidad que presenta la precipitación efectiva. Esto se da principalmente a la entrada de la temporada lluviosa generando un sobrante del agua desde el mes de mayo hasta culminar diciembre de manera esporádica el suelo llega en esta época a su capacidad máxima de almacenamiento de agua y la evapotranspiración muchas veces disminuye, debido a que la radiación solar empieza a tener menos horas de luz y la intensidad de ráfaga no es la misma sobre el suelo.

En el gráfico se puede claramente observar que al inicio del año en el mes de enero hasta culminar abril la línea (color naranja) que representa la evapotranspiración potencial se encuentra ubicada sobre la precipitación efectiva, siendo la línea (color azul).

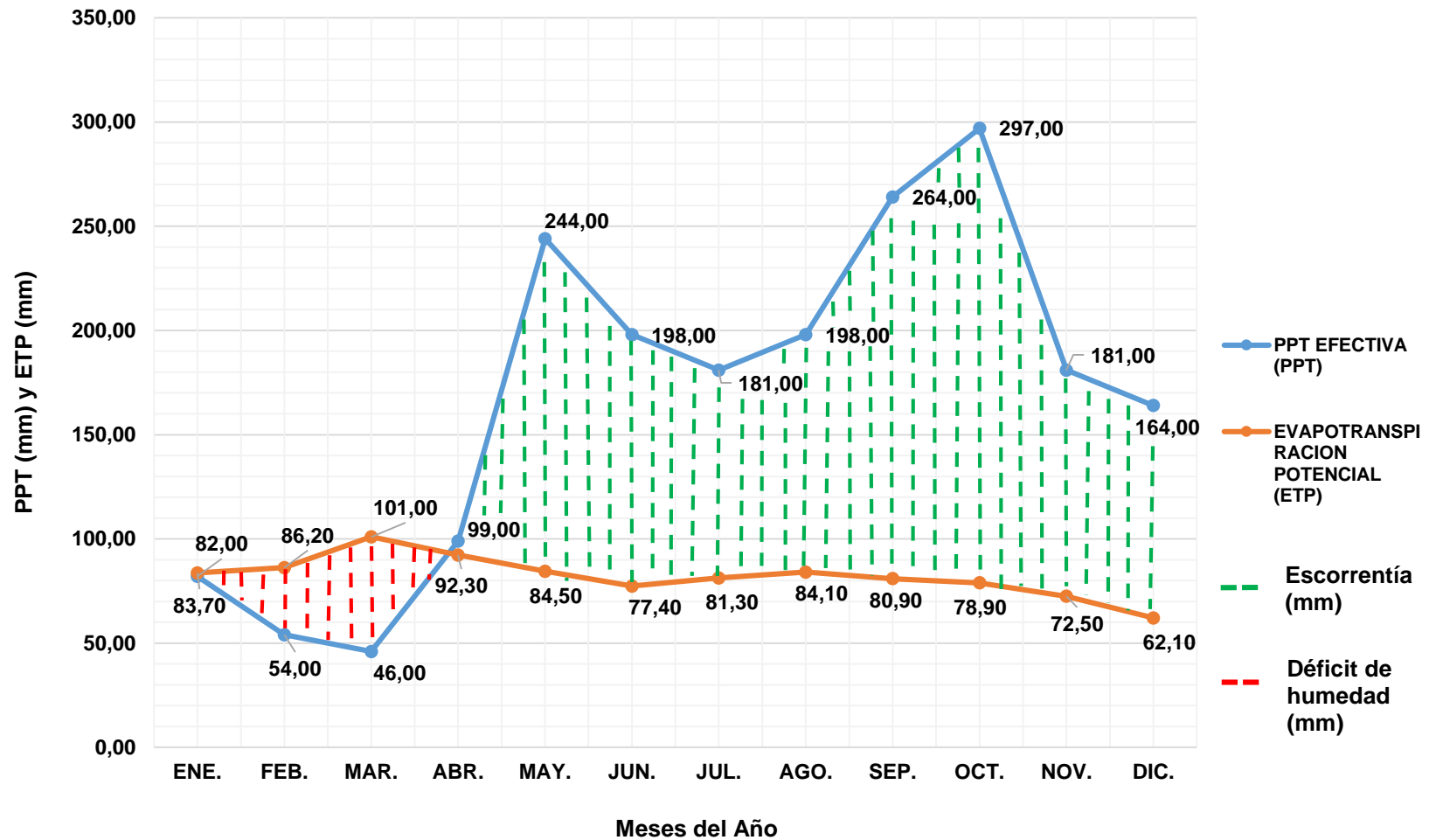


FIGURA 5. Gráfico de balance hídrico mensual climático de Cerro Punta (102-001)

CUADRO V. DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO EN EL ÁREA DE LAS NUBES UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE ETP PENMAN.

| | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | DIC | ENE | FEB | MAR |
|---|-------------|-------|-------|--------|-------|-------------|-------|-------|--------|-------|------------|-------|-------|--------|
| | ZANAHORIA | | | | | CEBOLLA | | | | | REPOLLO | | | |
| Número de días/mes del cultivo | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 31 | 28 | 31 |
| Evapotranspiración potencial mm/día | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 |
| Coefficiente del cultivo | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Evapotranspiración del cultivo mm/días | 2.12 | 2.86 | 3.26 | 3.45 | 3.26 | 2.06 | 2.78 | 3.17 | 3.36 | 3.17 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 |
| Evapotranspiración del cultivo mm/mes | 65.81 | 88.76 | 91.37 | 107.05 | 97.80 | 63.95 | 86.25 | 88.79 | 104.02 | 95.03 | 62.09 | 83.74 | 86.29 | 100.99 |
| Precipitación efectiva mm | 164 | 82 | 54 | 46 | 99.00 | 164 | 82 | 54 | 46 | 99 | 164 | 82 | 54 | 46 |
| Demanda neta mensual mm | -98.19 | 6.76 | 37.37 | 61.05 | -1.20 | 100.05 | 4.25 | 34.79 | 58.02 | -3.97 | 101.91 | 1.74 | 32.29 | 54.99 |
| Eficiencia de riego % | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Módulo de riego Lts/ seg/ Ha | (10.66 has) | | | | | (21.56 has) | | | | | (6.36 has) | | | |
| L/s/Total | 0.57 | | | | | 0.55 | | | | | 0.54 | | | |
| L/s/Total | 6.08 | | | | | 11.96 | | | | | 3.42 | | | |
| Demanda real o caudal de riego 8 horas (l/s) | 18.25 | | | | | 35.87 | | | | | 10.27 | | | |
| Demanda real o caudal de riego 12 horas (l/s) | 12.17 | | | | | 23.91 | | | | | 6.85 | | | |
| Demanda real o caudal de riego 24 horas (l/s) | 6.08 | | | | | 11.96 | | | | | 3.42 | | | |

Continuación...

CUADRO V. CONTINUACIÓN

| | DIC | ENE | FEB | MAR | DIC | ENE | FEB | MAR | ABRIL | DIC | ENE | FEB | MAR | ABRIL |
|---|--------------|--------|--------|--------|-------------|-------|--------|--------|-------|--------------|--------|--------|--------|--------|
| | LECHUGA | | | | APIO | | | | | PAPA | | | | |
| Numero de día/mes del cultivo | 31 | 31 | 28 | 31 | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 |
| Evapotranspiración potencial mm/día | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 |
| Coefficiente del cultivo | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Evapotranspiración del cultivo mm/día | 1.66 | 2.24 | 2.56 | 2.70 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 2.60 | 3.51 | 4.00 | 4.24 | 4.00 |
| Evapotranspiración del cultivo mm/mes | 51.53 | 69.50 | 71.55 | 83.82 | 62.09 | 83.74 | 86.20 | 100.99 | 92.26 | 80.71 | 108.86 | 112.06 | 131.29 | 119.94 |
| Precipitación efectiva mm | 164 | 82 | 54 | 46 | 164 | 82 | 54 | 46 | 99 | 164 | 82 | 54 | 46 | 99 |
| Demanda neta mensual mm | -112.47 | -12.50 | -17.55 | -37.82 | -101.91 | -1.74 | -32.20 | -54.99 | -6.74 | -83.29 | -26.86 | -58.06 | -85.29 | -20.94 |
| Eficiencia de riego % | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Módulo de riego lts/ seg/ Ha | (13.88 has) | | | | (3.16 has) | | | | | (23.84 has) | | | | |
| L/s/Total | 2.15 | | | | 0.54 | | | | | 0.70 | | | | |
| L/s/Total | 29.8 | | | | 1.70 | | | | | 16.69 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 8 horas (l/s) | 89.38 | | | | 5.10 | | | | | 50.06 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 12 horas (l/s) | 59.59 | | | | 3.40 | | | | | 33.38 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 24 horas (l/s) | 29.79 | | | | 1.70 | | | | | 16.69 | | | | |

En el cuadro VII, se realizó el balance hídrico climático para el Bloque N° 2 Altos los Guerra, Bloque N° 3 La Amenaza, Bloque N° 4 La Garita y Bloque N° 5 el Desierto. Utilizando los registros de precipitación mensual, radiación solar, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento con los registros mensuales de la estación Bajo Grande (102-009), siendo el más cercano y necesaria para correr la fórmula empírica ETP por el método Penman. Luego de realizar el balance hídrico climático, se determinó los meses que hay déficit de agua en época seca, siendo el mes de enero hasta culminar abril (señalados de color amarillo).

De acuerdo con los valores en el balance hídrico climático se caracterizó por presentar una precipitación total anual de **1,660 mm**, evapotranspiración total anual de **984.9 mm**. La evapotranspiración para el año hidrológico climático equivale al **59.33 %** de la precipitación total anual, un excedente de 710.5 mm de abril a diciembre déficit de **150.2 mm** de enero a marzo.

CUADRO VI. BALANCE HIDRICO CLIMÁTICO CON LA ESTACIÓN BAJO GRANDE (102-009)

SITIO: BAJO GRANDE

LAT: 8°51'00''

ESTACIÓN: 2300 m.s.n.m

PROVINCIA: CHIRIQUÍ

LONG: 82° 33'00''

| | Enero | Feb | Marzo | Abril | May | Junio | Julio | Agosto | Sept | Oct | Nov | Dic | Total |
|--|--------------|------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|---------------|-------------|------------|------------|------------|--------------|
| Días del mes | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | |
| Evaporación mm/día | 2.23 | 2.51 | 2.92 | 2.60 | 1.92 | 1.88 | 1.97 | 1.83 | 1.90 | 1.70 | 1.68 | 1.78 | 24.92 |
| Temperatura °C | 13.6 | 13.7 | 14.1 | 14.8 | 15.3 | 15.4 | 15.2 | 15.2 | 15.1 | 14.9 | 14.6 | 13.9 | |
| Valor de P (horas luz) | 8.12 | 7.41 | 8.45 | 8.41 | 8.78 | 8.54 | 8.81 | 8.72 | 8.26 | 8.30 | 7.89 | 8.10 | |
| Humedad Relativa | 90.9 | 90.8 | 90.3 | 90.2 | 90.8 | 91.2 | 91.1 | 91 | 91.6 | 91.6 | 91.6 | 91.6 | |
| Coeficiente del tanque, K | 0.836 | 0.836 | 0.836 | 0.835 | 0.836 | 0.837 | 0.837 | 0.837 | 0.838 | 0.838 | 0.838 | 0.838 | |
| Evapotranspiración potencial mm/mes (Tanque) | 57.7 | 58.8 | 75.7 | 65.0 | 49.8 | 47.3 | 51.2 | 47.4 | 47.8 | 44.1 | 42.2 | 46.3 | |
| Evapotranspiración potencial mm/mes (Penman) | 83.7 | 86.2 | 101.0 | 92.3 | 84.5 | 77.4 | 81.3 | 84.1 | 80.9 | 78.9 | 72.5 | 62.1 | 984.9 |
| Precipitación media (mm/mes) | 60 | 40 | 45 | 90 | 250 | 240 | 200 | 250 | 275 | 325 | 225 | 125 | 2125 |
| Precipitación efectiva (mm/mes) | 55 | 37 | 42 | 79 | 181 | 201 | 164 | 181 | 230 | 222 | 175 | 93 | 1660 |
| Deficiencia mm/mes | 28.7 | 49.2 | 59.0 | 13.3 | | | | | | | | | 150.2 |
| Exceso mm/mes | | | | | 96.5 | 123.6 | 82.7 | 96.9 | 149.1 | 143.1 | 102.3 | 30.9 | 710.5 |

Al culminar con la realización del balance hídrico climático mensual de la estación Bajo Grande (102-009), se pudo determinar mediante el Gráfico N° 2, los meses con mayor intensidad de evapotranspiración potencial y de precipitación efectiva, generando un déficit de humedad por parte de la evapotranspiración potencial, el cual inicia en el mes de enero y culmina en abril. Esto se da principalmente a que el agua almacenada en el suelo al final del mes, ya agotado todas sus reservas principalmente a que en este periodo del año nos encontramos en estación seca y la radiación solar aumenta aún más la evapotranspiración potencial. Además, en el mes de enero, posteriormente a este proceso se da lo ya mencionado, el déficit de humedad en el suelo.

A finales del mes de abril, en adelante empieza el suelo a recuperarse llegando al punto de saturación en los espacios poros del suelo debido a la intensidad que presenta la precipitación efectiva. Esto se da principalmente a la entrada de la temporada lluviosa generando un sobrante del agua desde el mes de mayo hasta culminar diciembre de manera esporádica el suelo llega en esta época a su capacidad máxima de almacenamiento de agua y la evapotranspiración muchas veces disminuye, debido a que la radiación solar empieza a tener menos horas de luz y la intensidad de ráfaga no es la misma sobre el suelo.

En el gráfico se observa que, al inicio del año en el mes de enero hasta culminar abril la línea (color naranja) que representa la evapotranspiración potencial se encuentra ubicada sobre la precipitación efectiva, siendo la línea (color azul).

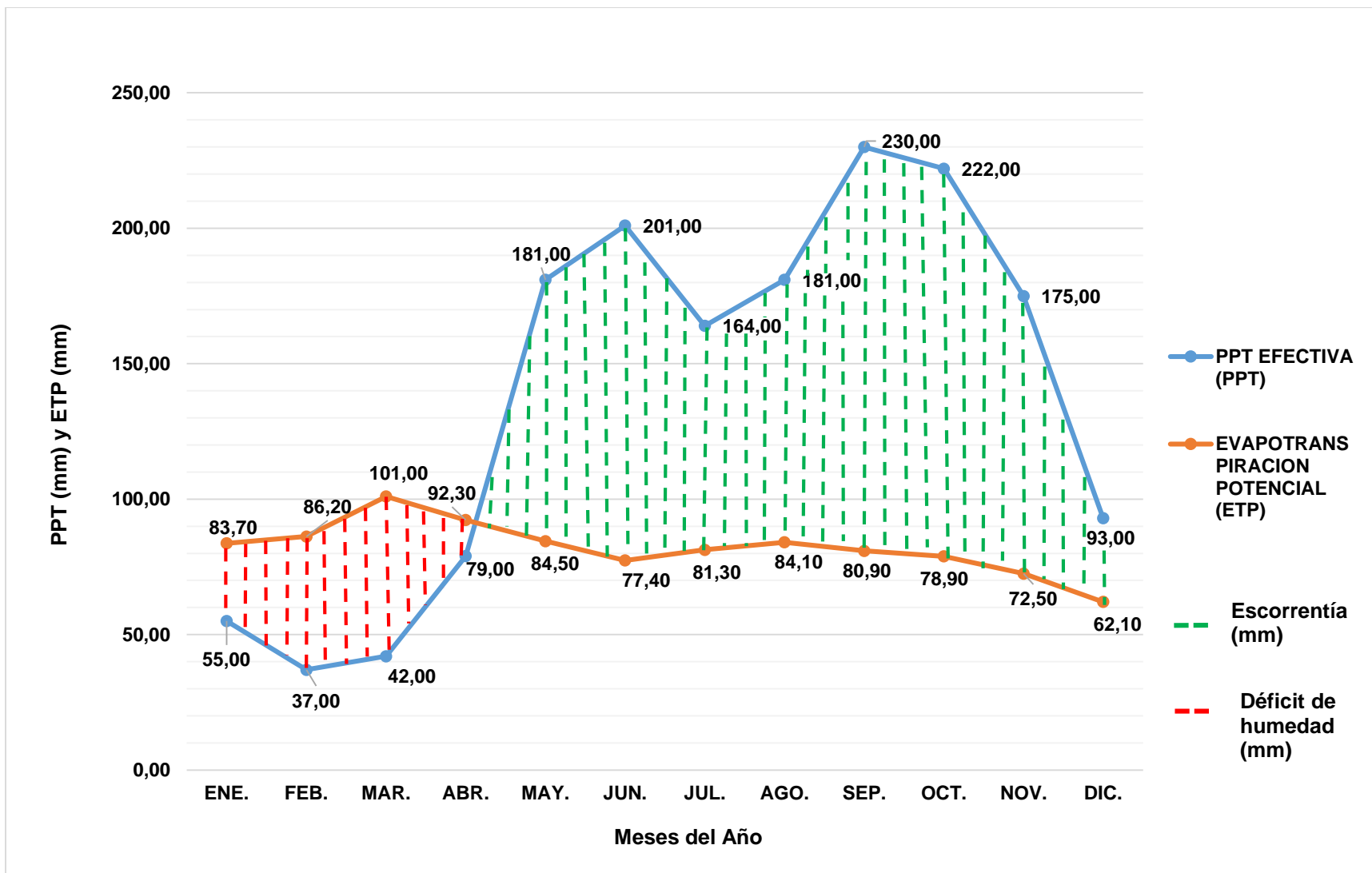


FIGURA 6. Gráfico de balance hídrico mensual climático de Bajo Grande (102-009)

CUADRO VII. DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO EN EL ÁREA DE ALTOS LOS GUERRA UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE ETP PENMAN.

| | DIC | ENE | FEB | MAR | ABRIL | DIC | ENE | FEB | MAR | ABRIL | DIC | ENE | FEB | MAR | ABRIL |
|---|--------------------|-------|-------|--------|-------|--------------------|-------|-------|--------|-------|-------------------|-------|-------|--------|-------|
| | ZANAHORIA | | | | | CEBOLLA | | | | | REPOLLO | | | | |
| Número de días/mes del cultivo | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 |
| Evapotranspiración potencial mm/día | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 |
| Coefficiente del cultivo | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Evapotranspiración del cultivo mm/día | 2.12 | 2.86 | 3.26 | 3.45 | 3.26 | 2.06 | 2.78 | 3.17 | 3.36 | 3.17 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 |
| Evapotranspiración del cultivo mm/mes | 65.81 | 88.76 | 91.37 | 107.05 | 97.80 | 63.95 | 86.25 | 88.79 | 104.02 | 95.03 | 62.09 | 83.74 | 86.29 | 100.99 | 92.26 |
| Precipitación efectiva mm | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 |
| Demanda neta mensual (mm) | -27.19 | 33.76 | 54.37 | 65.05 | 18.80 | -29.05 | 31.25 | 51.79 | 62.02 | 16.03 | 30.91 | 28.74 | 49.29 | 58.99 | 13.26 |
| Eficiencia de riego % | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Módulo de riego Lts/ seg/ Ha | (14.36 has) | | | | | (25.25 has) | | | | | (8.08 has) | | | | |
| L/s/Total | 0.57 | | | | | 0.55 | | | | | 0.54 | | | | |
| L/s/Total | 8.20 | | | | | 14.00 | | | | | 4.35 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 8 horas (l/s) | 24.59 | | | | | 42.01 | | | | | 13.05 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 12 horas (l/s) | 16.39 | | | | | 28.01 | | | | | 8.70 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 24 horas (l/s) | 8.20 | | | | | 14.00 | | | | | 4.35 | | | | |

Continuación...

CUADRO VII. CONTINUACIÓN

| | DIC | ENE | FEB | MAR | ABRIL | DIC | ENE | FEB | MAR | DIC | ENE | FEB | MAR | ABRIL | |
|---|-------------------|-------|-------|--------|-------|--------------------|-------|-------|-------|------------|--------------------|--------|--------|--------|--|
| | APIO | | | | | LECHUGA | | | | | PAPA | | | | |
| Número de día/mes del cultivo | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 31 | 28 | 31 | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 | |
| Evapotranspiración potencial (mm/día) | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | |
| Coefficiente del cultivo | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| Evapotranspiración del cultivo mm/día | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 1.66 | 2.24 | 2.56 | 2.70 | 2.60 | 3.51 | 4.00 | 4.24 | 4.00 | |
| Evapotranspiración del cultivo mm/mes | 62.09 | 83.74 | 86.20 | 100.99 | 92.26 | 51.53 | 69.50 | 71.55 | 83.82 | 80.71 | 108.86 | 112.06 | 131.29 | 119.94 | |
| Precipitación efectiva (mm) | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 | 93 | 55 | 37 | 42 | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 | |
| Demanda neta mensual (mm) | - 30.91 | 28.74 | 49.20 | 58.99 | 13.26 | - 41.47 | 14.50 | 34.55 | 41.82 | - 12.29 | 53.86 | 75.06 | 89.29 | 40.94 | |
| Eficiencia de riego (%) | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | |
| Módulo de riego Lts/ seg/ Ha | (7.85 has) | | | | | (15.36 has) | | | | | (30.29 has) | | | | |
| L/s/Total/ha | 0.54 | | | | | 2.15 | | | | | 0.70 | | | | |
| L/s/Total | 4.23 | | | | | 33.0 | | | | | 14.30 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 8 horas (l/s) | 12.68 | | | | | 98.91 | | | | | 42.90 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 12 horas (l/s) | 8.45 | | | | | 65.94 | | | | | 28.60 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 24 horas (l/s) | 4.23 | | | | | 32.97 | | | | | 14.30 | | | | |

CUADRO XI. DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO EN EL ÁREA DE LA AMENAZA UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE ETP PENMAN

| | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR |
|---|-------------------|-------|-------|--------|-------|--------------------|-------|-------|--------|-------|-------------------|-------|-------|--------|-------|
| | ZANAHORIA | | | | | CEBOLLA | | | | | REPOLLO | | | | |
| Número de día/mes del cultivo | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 |
| Evapotranspiración potencial mm/día | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 |
| Coefficiente del cultivar | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Evapotranspiración del cultivo mm/día | 2.12 | 2.86 | 3.26 | 3.45 | 3.26 | 2.06 | 2.78 | 3.17 | 3.36 | 3.17 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 |
| Evapotranspiración del cultivo mm/mes | 65.81 | 88.76 | 91.37 | 107.05 | 97.80 | 63.95 | 86.25 | 88.79 | 104.02 | 95.03 | 62.09 | 83.74 | 86.29 | 100.99 | 92.26 |
| Precipitación efectiva (mm) | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 |
| Demanda neta mensual (mm) | -27.19 | 33.76 | 54.37 | 65.05 | 18.80 | -29.05 | 31.25 | 51.79 | 62.02 | 16.03 | -30.91 | 28.74 | 49.29 | 58.99 | 13.26 |
| Eficiencia de riego (%) | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Módulo de riego Lts/seg/ Ha | (6.87 has) | | | | | (17.63 has) | | | | | (9.73 has) | | | | |
| L/s/Total/ha | 0.57 | | | | | 0.55 | | | | | 0.54 | | | | |
| L/s/Total | 3.92 | | | | | 9.78 | | | | | 5.24 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 8 horas (l/s) | 11.76 | | | | | 29.33 | | | | | 15.72 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 12 horas (l/s) | 7.84 | | | | | 19.56 | | | | | 10.48 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 24 horas (l/s) | 3.92 | | | | | 9.78 | | | | | 5.24 | | | | |

Continuación...

CUADRO XII. CONTINUACIÓN

| | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | DIC | ENE | FEB | MAR | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | |
|---|-------------------|-------|-------|--------|-------|--------------------|-------|-------|-------|--------|--------------------|--------|--------|--------|--|
| | APIO | | | | | LECHUGA | | | | | PAPA | | | | |
| Número de día/mes del cultivo | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 31 | 28 | 31 | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 | |
| Evapotranspiración potencial mm/día | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | |
| Coefficiente del cultivo | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| Evapotranspiración del cultivo mm/día | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 1.66 | 2.24 | 2.56 | 2.70 | 2.60 | 3.51 | 4.00 | 4.24 | 4.00 | |
| Evapotranspiración del cultivo mm/mes | 62.09 | 83.74 | 86.20 | 100.99 | 92.26 | 51.53 | 69.50 | 71.55 | 83.82 | 80.71 | 108.86 | 112.06 | 131.29 | 119.94 | |
| Precipitación efectiva mm | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 | 93 | 55 | 37 | 42 | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 | |
| Demanda neta mensual (mm) | -30.91 | 28.74 | 49.20 | 58.99 | 13.26 | -41.47 | 14.50 | 34.55 | 41.82 | -12.29 | 53.86 | 75.06 | 89.29 | 40.94 | |
| Eficiencia de riego (%) | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | |
| Módulo de riego Lts/seg/Ha | (3.69 has) | | | | | (10.36 has) | | | | | (20.43 has) | | | | |
| L/s/Total/ha | 0.54 | | | | | 2.15 | | | | | 0.70 | | | | |
| L/s/Total | 1.99 | | | | | 22.2 | | | | | 14.30 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 8 horas (l/s) | 5.96 | | | | | 66.71 | | | | | 42.90 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 12 horas (l/s) | 3.97 | | | | | 44.48 | | | | | 28.60 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 24 horas (l/s) | 1.99 | | | | | 22.24 | | | | | 14.30 | | | | |

CUADRO IX. DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO EN EL ÁREA DE LA GARITA UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE ETP PENMAN

| ESTACIÓN BAJO GRANDE (LA GARITA) | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY |
|---|--------------------|-------|-------|--------|-------|--------------------|-------|-------|--------|-------|--------------------|-------|-------|--------|-------|
| | ZANAHORIA | | | | | CEBOLLA | | | | | REPOLLO | | | | |
| Número de día/mes del cultivo | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 |
| Evapotranspiración potencial (mm/día) | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 |
| Coefficiente del cultivo | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Evapotranspiración del cultivo (mm/día) | 2.12 | 2.86 | 3.26 | 3.45 | 3.26 | 2.06 | 2.78 | 3.17 | 3.36 | 3.17 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 |
| Evapotranspiración del cultivo (mm/mes) | 65.81 | 88.76 | 91.37 | 107.05 | 97.80 | 63.95 | 86.25 | 88.79 | 104.02 | 95.03 | 62.09 | 83.74 | 86.29 | 100.99 | 92.26 |
| Precipitación efectiva (mm) | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 |
| Demanda neta mensual (mm) | - 27.19 | 33.76 | 54.37 | 65.05 | 18.80 | - 29.05 | 31.25 | 51.79 | 62.02 | 16.03 | - 30.91 | 28.74 | 49.29 | 58.99 | 13.26 |
| Eficiencia de riego % | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Módulo de riego Lts/ seg/ Ha | (12.91 has) | | | | | (32.06 has) | | | | | (10.26 has) | | | | |
| L/s/Total/ha | 0.57 | | | | | 0.55 | | | | | 0.54 | | | | |
| L/s/Total | 7.37 | | | | | 17.78 | | | | | 5.52 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 8 horas (l/s) | 22.11 | | | | | 53.34 | | | | | 16.57 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 12 horas (l/s) | 14.74 | | | | | 35.56 | | | | | 11.05 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 24 horas (l/s) | 7.37 | | | | | 17.78 | | | | | 5.52 | | | | |

CUADRO XIV. CONTINUACIÓN

| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | ENE | FEB | MAR | ABR | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY |
|---|-------------------|-------|-------|--------|-------|--------------------|-------|-------|-------|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| | APIO | | | | | LECHUGA | | | | PAPA | | | | |
| Número de días/mes del cultivo | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 31 | 28 | 31 | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 |
| Evapotranspiración potencial mm/día | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 |
| Coeficiente del cultivo | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Evapotranspiración del cultivo mm/día | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 1.66 | 2.24 | 2.56 | 2.70 | 2.60 | 3.51 | 4.00 | 4.24 | 4.00 |
| Evapotranspiración del cultivo mm/mes | 62.09 | 83.74 | 86.20 | 100.99 | 92.26 | 51.53 | 69.50 | 71.55 | 83.82 | 80.71 | 108.86 | 112.06 | 131.29 | 119.94 |
| Precipitación efectiva (mm) | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 | 93 | 55 | 37 | 42 | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 |
| Demanda neta mensual (mm) | -30.91 | 28.74 | 49.20 | 58.99 | 13.26 | -41.47 | 14.50 | 34.55 | 41.82 | -12.29 | 53.86 | 75.06 | 89.29 | 40.94 |
| Eficiencia de riego % | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Módulo de riego Lts/seg/ Ha | (9.97 has) | | | | | (24.56 has) | | | | (38.46 has) | | | | |
| L/s/Total/ha | 0.54 | | | | | 2.15 | | | | 0.70 | | | | |
| L/s/Total | 5.37 | | | | | 52.7 | | | | 26.92 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 8 horas (l/s) | 16.11 | | | | | 158.02 | | | | 80.77 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 12 horas (l/s) | 10.74 | | | | | 105.35 | | | | 53.84 | | | | |
| Demanda r o caudal de riego 24 horas (l/s) | 5.37 | | | | | 52.67 | | | | 26.92 | | | | |

Continuación...

CUADRO X. DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO EN EL ÁREA DEL DESIERTO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE ETP PENMAN.

| ESTACIÓN BAJO GRANDE (EL DESIERTO) | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY |
|---|-------------------|-------|-------|--------|-------|--------------------|-------|-------|--------|-------|-------------------|-------|-------|--------|-------|
| | ZANAHORIA | | | | | CEBOLLA | | | | | REPOLLO | | | | |
| Número de días/mes del cultivo | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 |
| Evapotranspiración potencial (mm/día) | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 |
| Coefficiente del cultivo | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Evapotranspiración del cultivo (mm/día) | 2.12 | 2.86 | 3.26 | 3.45 | 3.26 | 2.06 | 2.78 | 3.17 | 3.36 | 3.17 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 |
| Evapotranspiración del cultivo (mm/mes) | 65.81 | 88.76 | 91.37 | 107.05 | 97.80 | 63.95 | 86.25 | 88.79 | 104.02 | 95.03 | 62.09 | 83.74 | 86.29 | 100.99 | 92.26 |
| Precipitación efectiva (mm) | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 |
| Demanda neta mensual (mm) | - 27.19 | 33.76 | 54.37 | 65.05 | 18.80 | - 29.05 | 31.25 | 51.79 | 62.02 | 16.03 | - 30.91 | 28.74 | 49.29 | 58.99 | 13.26 |
| Eficiencia de riego % | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Módulo de riego Lts/ seg/ Ha | (9.36 has) | | | | | (17.21 has) | | | | | (5.51 has) | | | | |
| L/s/Total/ha | 0.57 | | | | | 0.55 | | | | | 0.54 | | | | |
| L/s/Total | 5.50 | | | | | 9.54 | | | | | 2.97 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 8 horas (l/s) | 16.49 | | | | | 28.63 | | | | | 8.90 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 12 horas (l/s) | 10.99 | | | | | 19.09 | | | | | 5.93 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 24 horas (l/s) | 5.50 | | | | | 9.54 | | | | | 2.97 | | | | |

CUADRO.XVI. CONTINUACIÓN

| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | ENE | FEB | MAR | ABR | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY |
|---|-------------------|-------|-------|--------|-------|--------------------|-------|-------|-------|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| | APIO | | | | | LECHUGA | | | | PAPA | | | | |
| Número de día/mes del cultivo | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 31 | 28 | 31 | 31 | 31 | 28 | 31 | 30 |
| Evapotranspiración potencial (mm/día) | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 |
| Coefficiente del cultivo | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Evapotranspiración del cultivo (mm/día) | 2.00 | 2.70 | 3.08 | 3.26 | 3.08 | 1.66 | 2.24 | 2.56 | 2.70 | 2.60 | 3.51 | 4.00 | 4.24 | 4.00 |
| Evapotranspiración del cultivo (mm/mes) | 62.09 | 83.74 | 86.20 | 100.99 | 92.26 | 51.53 | 69.50 | 71.55 | 83.82 | 80.71 | 108.86 | 112.06 | 131.29 | 119.94 |
| Precipitación efectiva (mm) | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 | 93 | 55 | 37 | 42 | 93 | 55 | 37 | 42 | 79 |
| Demanda neta mensual (mm) | -30.91 | 28.74 | 49.20 | 58.99 | 13.26 | -41.47 | 14.50 | 34.55 | 41.82 | -12.29 | 53.86 | 75.06 | 89.29 | 40.94 |
| Eficiencia de riego % | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Módulo de riego Lts/seg/Ha | (5.36 has) | | | | | (10.74 has) | | | | (20.65 has) | | | | |
| L/s/Total/ha | 0.54 | | | | | 2.15 | | | | 0.70 | | | | |
| L/s/Total | 2.89 | | | | | 22.5 | | | | 14.46 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 8 horas (l/s) | 8.66 | | | | | 67.42 | | | | 43.37 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 12 horas (l/s) | 5.77 | | | | | 44.95 | | | | 28.91 | | | | |
| Demanda real o caudal de riego 24 horas (l/s) | 2.89 | | | | | 22.47 | | | | 14.46 | | | | |

CUADRO XI. RESUMEN DE TRES PERIODO DE RIEGO PARA SUMPLIR LA DEMANDA DE AGUA EN SEIS CULTIVOS HORTICOLAS.

| SITIOS | ZANAHORIA | | | REPOLLO | | | LECHUGA | | | PAPA | | | APIO | | | CEBOLLA | | | TOTAL (L/S)/ ZONA |
|--------------------|-----------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|-------------------|
| | 8 Hrs | 12 Hrs | 24 Hrs | 8 Hrs | 12 Hrs | 24 Hrs | 8 Hrs | 12 Hrs | 24 Hrs | 8 Hrs | 12 Hrs | 24 Hrs | 8 Hrs | 12 Hrs | 24 Hrs | 8Hrs | 12 Hrs | 24 Hrs | |
| LAS NUBES | 18.3 | 12.2 | 6.08 | 35.9 | 23.9 | 11.96 | 89.4 | 59.6 | 29.8 | 50.1 | 33.4 | 16.7 | 5.10 | 3.40 | 1.70 | 35.87 | 23.91 | 11.96 | 469.1 |
| ALTOS DE LA GUERRA | 24.6 | 16.4 | 8.20 | 13.1 | 8.70 | 4.35 | 98.9 | 65.94 | 33 | 42.9 | 28.60 | 14.3 | 12.7 | 8.45 | 4.23 | 42.01 | 28.01 | 14 | 468.3 |
| EL DESIERTO | 16.5 | 11 | 5.5 | 8.90 | 5.93 | 2.97 | 67.42 | 45 | 22.5 | 43.37 | 28.9 | 14.5 | 8.66 | 5.77 | 2.89 | 28.63 | 19.09 | 9.54 | 346.9 |
| LA GARITA | 22.1 | 14.7 | 17.8 | 16.6 | 11.1 | 5.52 | 158 | 105 | 52.7 | 80.8 | 53.8 | 26.9 | 16.1 | 10.7 | 5.37 | 53.34 | 35.56 | 17.78 | 704.2 |
| LA AMENAZA | 11.8 | 7.84 | 3.92 | 15.7 | 10.5 | 5.24 | 66.7 | 44.5 | 22.2 | 42.9 | 28.6 | 14.3 | 5.96 | 3.97 | 1.99 | 29.33 | 19.56 | 9.78 | 344.8 |
| TOTAL (L/s) | 93.2 | 62.1 | 41.5 | 90.1 | 60.1 | 30.04 | 480 | 320 | 160 | 260 | 173 | 86.7 | 48.5 | 32.3 | 16.18 | 189.2 | 126.1 | 63.06 | 2333 |
| TOTAL (L/s) 8 Hrs | 1162.10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL (L/s) 12 Hrs | 774.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL (L/s) 24 Hrs | 397.64 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

El cuadro XVI se realizó los cálculos para determinar la demanda de agua para riego en los diferentes bloques de riego para Cerro Punta y Alto Bambito que comprenden el área de Las Nubes, Alto los Guerra, El Desierto, La Garita y La Amenaza

Se generalizaron los cálculos y resultados para determinar la demanda de agua real que necesitara los principales cultivos hortícolas para los meses que se refleja déficit de humedad, que dan inicio en el mes de enero a marzo.

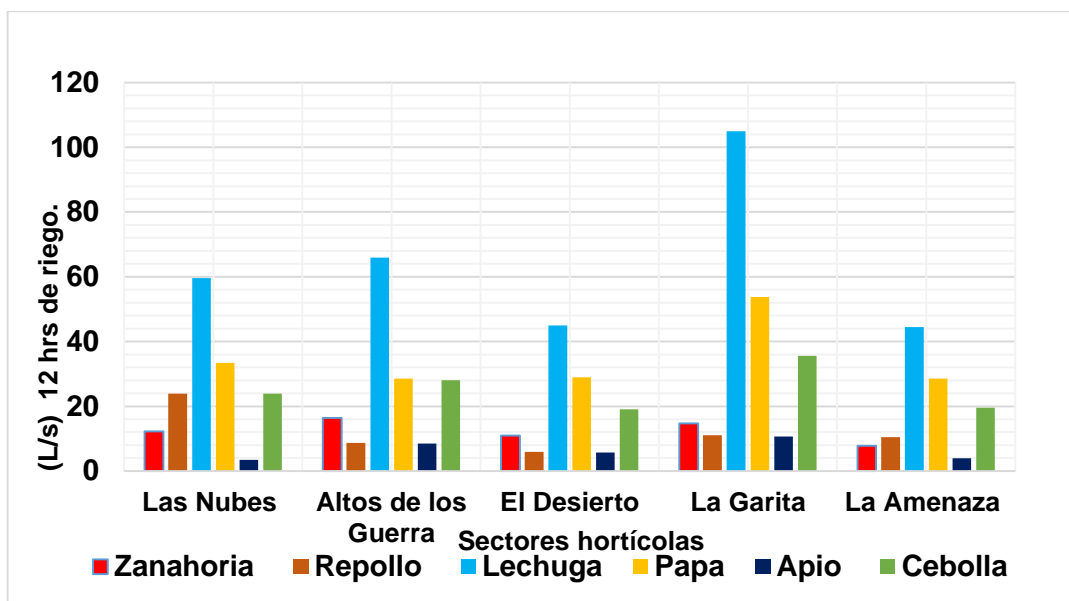


FIGURA 7. Gráfico de la demanda de agua para riego (l/s) para un periodo de 12 horas.

Por último se determinó la demanda real de agua en tres periodos de riego necesarios para suplir con los principales cultivos hortícolas para los 5 bloques de producción, con un total de **62.1 l/s** en 12 horas de riego para 54.2 has en el cultivo de Zanahoria, **60.1 l/s** para 39.94 has en el cultivo de Repollo, **320 l/s** para 74.61 has en el cultivo de lechuga, **173 l/s** para 133.67 has en el cultivo de papa, **32.3 l/s** en 30.03 has en el cultivo de apio y **126.1 l/s** en 113.11 has para el cultivo de cebolla. Teniendo así en 12 horas de riego de los 6 cultivos un total de 774.30 l/s en 445.56 has en los 5 bloques de la Región de Alto Bambito y Cerro Punta. Estos resultados se obtuvieron utilizando la metodología ETP Penman.

CUADRO XII. RESULTADOS EN DIFERENTES HORAS DE RIEGO EN LOS 5 BLOQUES DE PRODUCCIÓN.

| DEMANDA DE AGUA (L/S) EN 3 PERIODOS DE RIEGO | | |
|--|----------|----------|
| Las Nubes | | |
| 8 horas | 12 horas | 24 horas |
| 234.67 | 156.41 | 78.2 |
| Alto de los guerra | | |
| 8 horas | 12 horas | 24 horas |
| 234.21 | 156.10 | 78.08 |
| El Desierto | | |
| 8 horas | 12 horas | 24 horas |
| 173.88 | 115.69 | 57.9 |
| La Garita | | |
| 8 horas | 12 horas | 24 horas |
| 346.94 | 230.86 | 126.07 |
| La Amenaza | | |
| 8 horas | 12 horas | 24 horas |
| 172.39 | 114.97 | 57.43 |
| Total (L/s) | | |
| 8 horas | 12 horas | 24 horas |
| 1162.09 | 774.30 | 397.64 |

Para los distintos bloques de producción se refleja principalmente desde el mes de enero hasta marzo el déficit de humedad. Por lo tanto, se calculó la evapotranspiración para cada cultivo en mm/día y la demanda neta mensual. Por último, se determinó la demanda real de agua que necesita los 6 principales cultivos hortícolas en los diferentes bloques de producción, con un total de **156.41 l/s** en 12 horas para riego en **79.46 hás** para el bloque N° 1 en Las Nubes, **156.10 l/s** en **100.96 hás** para el bloque N° 2 en Alto los Guerra, **115.69 l/s** en **68.83 hás** para el bloque N° 3 en El Desierto, **230.86 l/s** en **128.20 hás** para el bloque N° 4 en la Garita, **114.97 l/s** en **68.11 hás** para el bloque N° 5 finalizando con La Amenaza. Teniendo así en 12 horas de riego en los 5 bloques un total de **774.30 l/s** en **445.56 hás** de los 6 principales cultivos hortícolas en la Región de Cerro Punta.

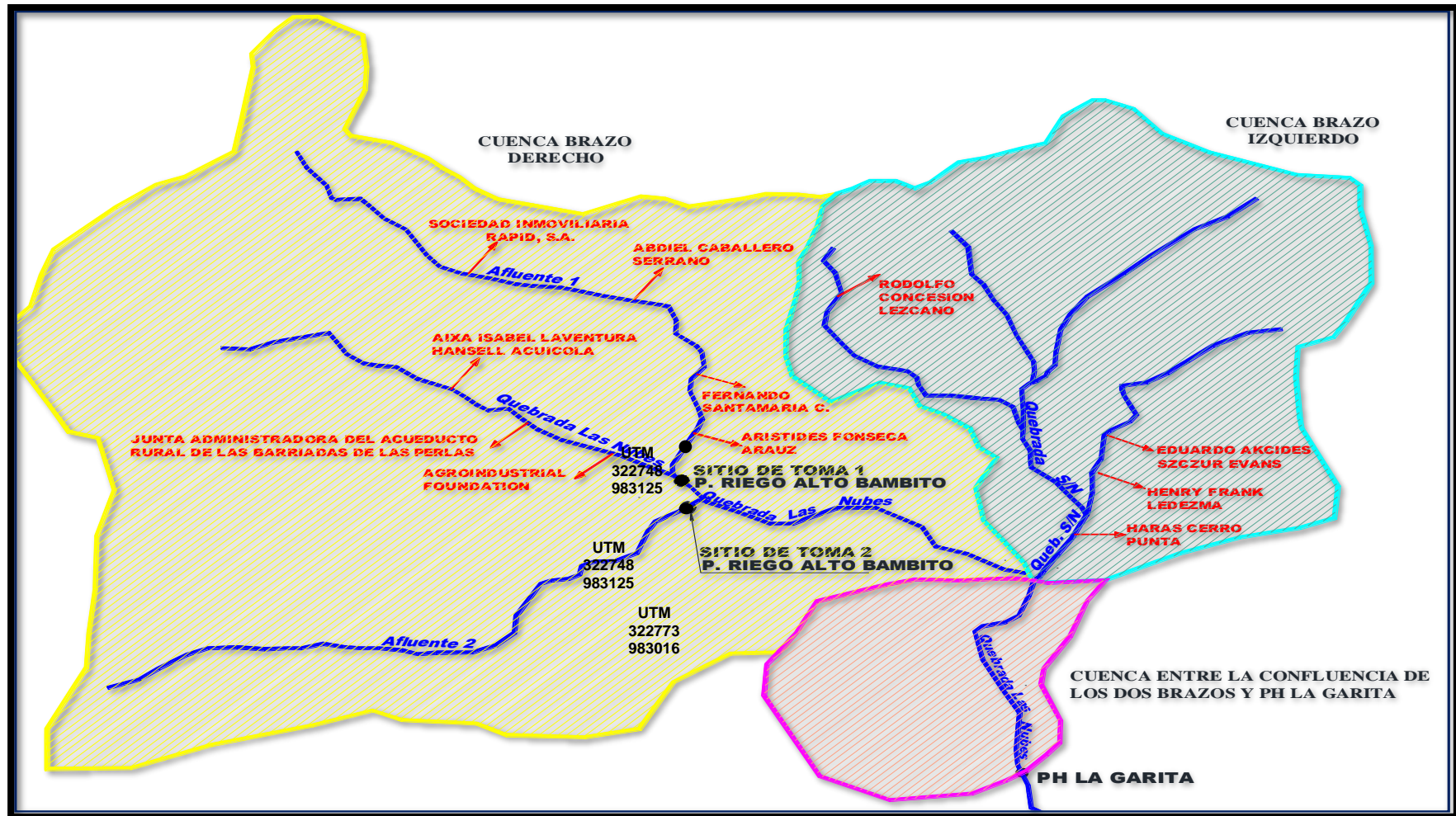
4.2 OFERTA DE AGUA EN LAS QUEBRADA LAS NUBES.

La disponibilidad de fuentes de agua para irrigación debe ser estimada considerando dos aspectos fundamentales: cantidad y calidad. La cantidad debe ser estimada con base en el análisis de registros de caudales mínimos de fuentes superficiales, en la época seca.

Sobre la base de las afirmaciones anteriores, se puede establecer la disponibilidad de agua para riego, en el área del proyecto, basado en los datos de caudales y precipitaciones del área y la evaluación de la calidad del agua en las fuentes superficiales identificadas como fuentes de abastecimiento para el proyecto de riego de Alto Bambito.

Según MIDA (2015), la quebrada, Las Nubes (afluente del río Chiriquí) sobre la cual se ubica la obra de toma del Proyecto de Riego de Alto Bambito, nace a una elevación de 2,600 msnm, con elevaciones que van desde 1,515 msnm (en el sitio de toma) hasta los 2,900 msnm (correspondiente al Cerro Picacho).

Como parte del programa se conoció el aporte de las 3 quebradas en las épocas seca. Durante la investigación se realizaron aforos por video instantáneos, seleccionando un área transversal de buen flujo del cauce natural para levantar el perfil de cada una de las quebradas y levantar los cálculos correspondientes dándonos como resultado lo siguiente: La Quebrada N° 1 (Finca privada) con un caudal **106.20 l/s – 0.106 m³**, Quebrada N° 2 (Puente arriba) con un caudal de **144.80 l/s - 0.144 m³** y la Quebrada N° 3 (Puente abajo) **65.47 l/s – 0.065 m³**.



Fuente: Mida, (2011)

FIGURA 8. Ubicación de los afloros y concesiones otorgadas por MiAmbiente

**CUADRO XIII. RESULTADO DEL AFOROS EN LA QUEBRADA N° 1, LAS NUBES
CERRO PUNTA.**

Río: Quebrada Las Nubes, Cerro Punta. N° de Cuenca: 102. Coordenadas UTM: LAT. 983125 N. LONG. 322748 E.

Fecha: 24 de abril 2016, Aforador: Noe Aguilar, Einar Gómez F Molinete N° Rickly Hidrological Co. USGS 6200AA

Radio hidráulico: 0.13 Ancho: 2.40 m Pendiente: 1.128 Caudal: 144.80 l/s – 0.144 m³ N° Secc: 8

| Estación: Quebrada Nª 1 Puente Arriba | | Método: Aforo por vadeo | | Molinete: modelo AA | Fecha: 21 mayo 2016 | Aforador: Einar Gómez |
|---|-------------|----------------------------|--------|------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| EST | Profundidad | Revolú- ciones | Tiempo | Ancho | Área en (m ²) | Perímetro mojado |
| 0.30 | 0.09 | 6 | 48.9 | 0.30 | 0.014 | 0.31 |
| 0.60 | 0.16 | 28 | 41.03 | 0.30 | 0.038 | 0.31 |
| 0.90 | 0.18 | 61 | 40.64 | 0.30 | 0.051 | 0.30 |
| 1.20 | 0.18 | 26 | 40.96 | 0.30 | 0.054 | 0.30 |
| 1.50 | 0.18 | 15 | 41.45 | 0.30 | 0.054 | 0.30 |
| 1.80 | 0.15 | 29 | 41.02 | 0.30 | 0.050 | 0.30 |
| 2.10 | 0.09 | 13 | 42.99 | 0.30 | 0.036 | 0.30 |
| 2.40 | 0.20 | 11 | 44.60 | 0.30 | 0.044 | 0.31 |
| | | | | | | 0.20 |

OBSERVACIONES: Sección transversal: Semipareja con piedras Flujo: Confinado, parejo y semirápido

Control: Despejado y con rocas aguas abajo Aspectos generales: Fresca y cristalina

**CUADRO XIV. RESULTADO DEL AFORO EN LA QUEBRADA N° 2, LAS NUBES
CERRO PUNTA.**

Río: Quebrada Las Nubes, Cerro Punta. N° de Cuenca: 102. Coordenadas UTM: LAT. 983233 N. LONG. 322833 E.

Fecha: 24 de abril 2016, Aforador: Noe Aguilar, Einar Gómez F Molinete N° Rickly Hidrological Co. USGS 6200AA

Radio hidráulico: 0.15 Ancho: 3.80 m Pendiente: 0.44 Caudal: 106.20 l/s – 0.106 m³ N° Secc: 13

| Estación: Quebrada Nª 2 Terreno privado | | Método: Aforo por vadeo | | Molinete: modelo AA | Fecha: 21 mayo 2016 | Aforador: Einar Gómez |
|---|-------------|----------------------------|--------|------------------------|------------------------|-----------------------------|
| EST | Profundidad | Revoluciones | Tiempo | Ancho | Área en (m²) | Perímetro mojado |
| 0.30 | 0.12 | | | 0.30 | 0.018 | 0.32 |
| 0.60 | 0.14 | 3 | 45.28 | 0.30 | 0.039 | 0.30 |
| 0.90 | 0.16 | 8 | 41.08 | 0.30 | 0.045 | 0.30 |
| 1.20 | 0.13 | 14 | 41.26 | 0.30 | 0.044 | 0.30 |
| 1.50 | 0.18 | 15 | 42.19 | 0.30 | 0.047 | 0.30 |
| 1.80 | 0.14 | 29 | 41.90 | 0.30 | 0.048 | 0.30 |
| 2.10 | 0.22 | 16 | 43.33 | 0.30 | 0.054 | 0.31 |
| 2.40 | 0.22 | 13 | 42.51 | 0.30 | 0.066 | 0.30 |
| 2.7 | 0.21 | 16 | 41.93 | 0.30 | 0.065 | 0.30 |
| 3.0 | 0.18 | 10 | 41.9 | 0.30 | 0.059 | 0.30 |
| 3.3 | 0.14 | 6 | 44.24 | 0.30 | 0.048 | 0.30 |
| 3.6 | 0.08 | | | 0.20 | 0.033 | 0.30 |
| 3.8 | 0.03 | | | | 0.011 | 0.20 |
| | | | | | | 0.30 |

OBSERVACIONES: Sección transversal: Semipareja con piedras Flujo: Confinado, parejo y semirápido

Control: Despejado y con rocas aguas abajo Aspectos generales: Fresca y cristalina

**CUADRO XV. RESULTADO DEL AFORO EN LA QUEBRADA N° 3, LAS NUBES
CERRO PUNTA.**

Río: Quebrada Las Nubes, Cerro Punta. N° de Cuenca: 102. Coordenadas UTM: LAT. 983016 N. LONG. 322773 E.

Fecha: 24 de abril 2016, Aforador: Noe Aguilar, Einar Gómez F Molinete N° Rickly Hidrological Co. USGS 6200AA

Radio hidráulico: 0.12 Ancho: 2.40 m Pendiente: 0.59 Caudal: 65.47 l/s – 0.0654 m³ N° Secc: 8

| Estación: Quebrada Nª 3 Bajo puente | | Método: Aforo por vadeo | | Molinete: modelo AA | Fecha: 21 mayo 2016 | Aforador: Einar Gómez |
|---|-------------|----------------------------|--------|---------------------|---------------------------|--------------------------|
| EST | Profundidad | Revoluciones | Tiempo | Ancho | Área en (m ²) | Perímetro mojado |
| 0.30 | 0.10 | 9 | 43.55 | 0.30 | 0.015 | 0.31 |
| 0.60 | 0.12 | 11 | 43.89 | 0.30 | 0.033 | 0.30 |
| 0.90 | 0.18 | 14 | 42.22 | 0.30 | 0.045 | 0.30 |
| 1.20 | 0.12 | 14 | 40.92 | 0.30 | 0.045 | 0.30 |
| 1.50 | 0.17 | 9 | 45.25 | 0.30 | 0.044 | 0.30 |
| 1.80 | 0.15 | 25 | 43.03 | 0.30 | 0.048 | 0.30 |
| 2.0 | 0.16 | 22 | 42.07 | 0.15 | 0.023 | 0.15 |
| 2.40 | 0.06 | 3 | 52.02 | 0.45 | 0.050 | 0.46 |
| | | | | | | 0.009 |

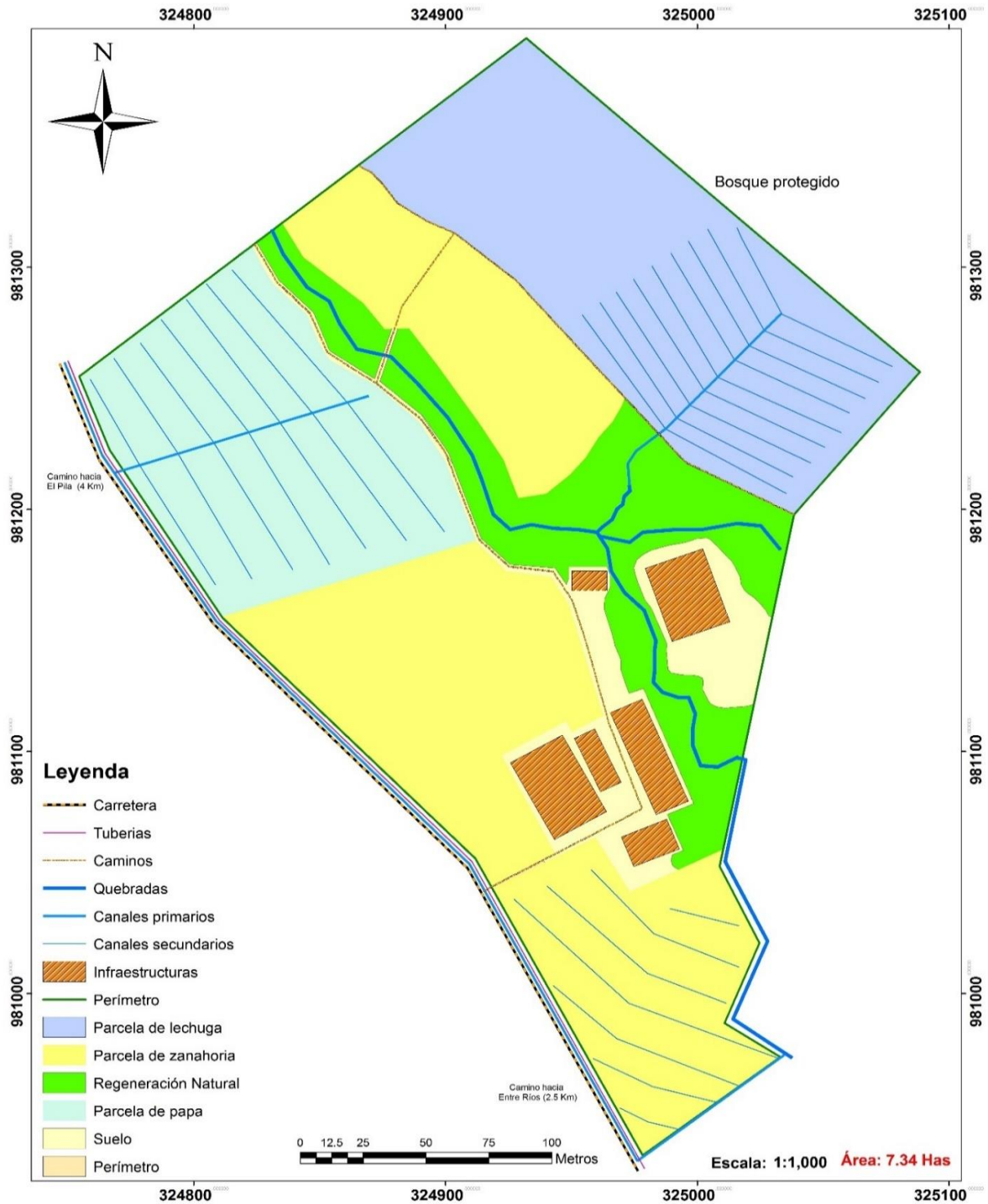
OBSERVACIONES: Sección transversal: Semipareja con piedras Flujo: Confinado, parejo y semirápido

Control: Despejado y con rocas aguas abajo Aspectos generales: Fresca y cristalina

4.3 PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS CONSIDERADAS PARA LOS 5 BLOQUES EN EL PROYECTO DE RIEGO.

4.3.1 MAPAS DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN FINCAS DEMOSTRATIVAS EN LA REGIÓN DE LAS NUBES, LA GARITA, EL DESIERTO, ALTO LOS GUERRA Y LA AMENAZA EN CERRO PUNTA PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.

MAPA DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA FINCA N° 1 "FAMILIA LEDEZMA"



Ubicación Regional

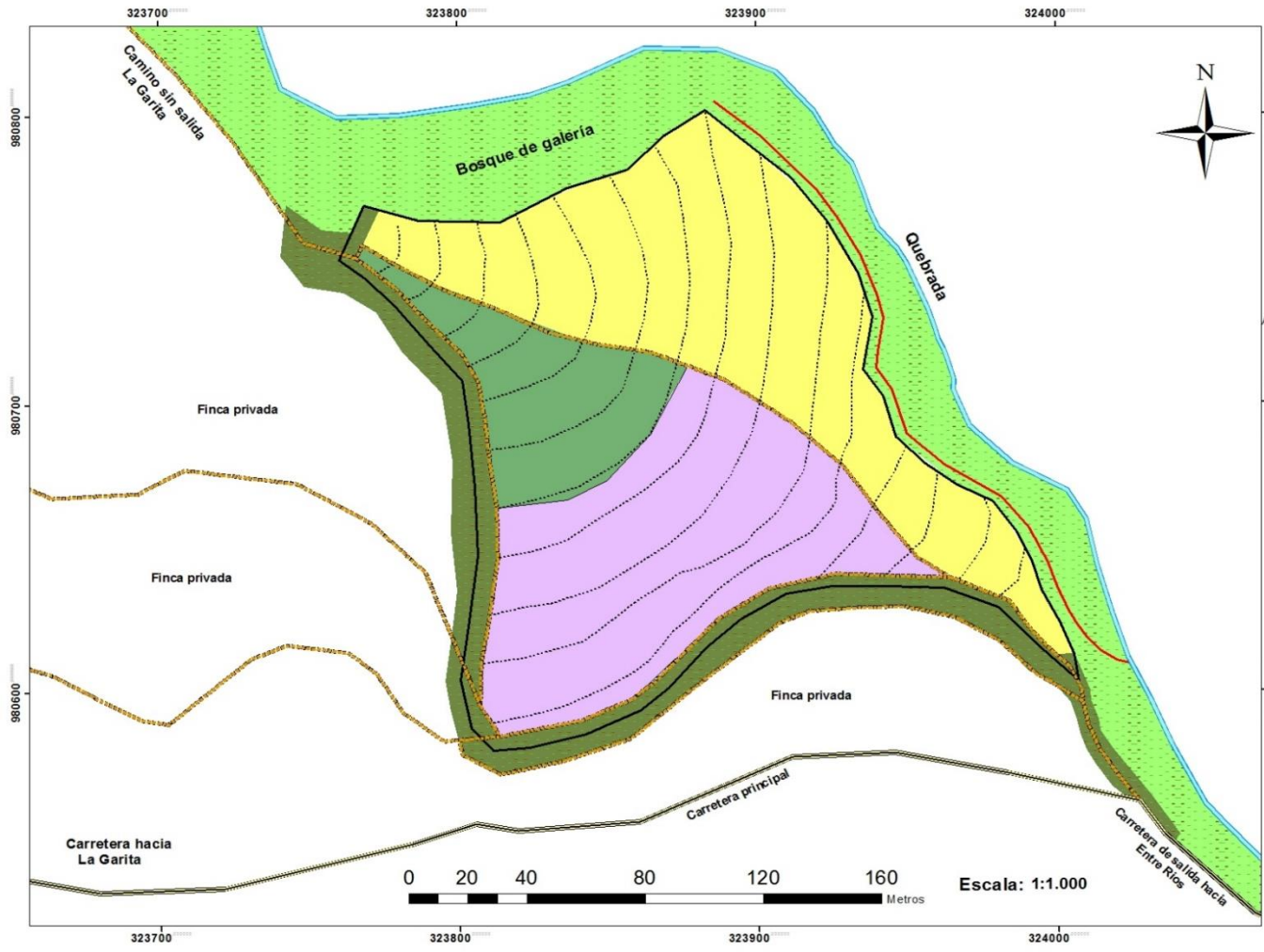
"ESTUDIO DE LA OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO Y SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO EN LA REGIÓN DE LAS NUBES Y ALTO BAMBITO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHIRIQUÍ VIEJO"

Datum WGS 1984 Zona 17 N UTM

Elaborado por: Einar Gómez



MAPA DEL ESTADO ACTUAL DE LA FINCA N^a 2 FAMILIA "CORTEZ"



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
 FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
 DEPARTAMENTO DE SUELOS Y AGUAS

"ESTUDIO DE LA OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PARA RIEGOS Y SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA REGIÓN DE LAS NUBES Y ALTO BAMBITO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHIRIQUÍ VIEJO"



Autor:

Ubicación Regional

Leyenda

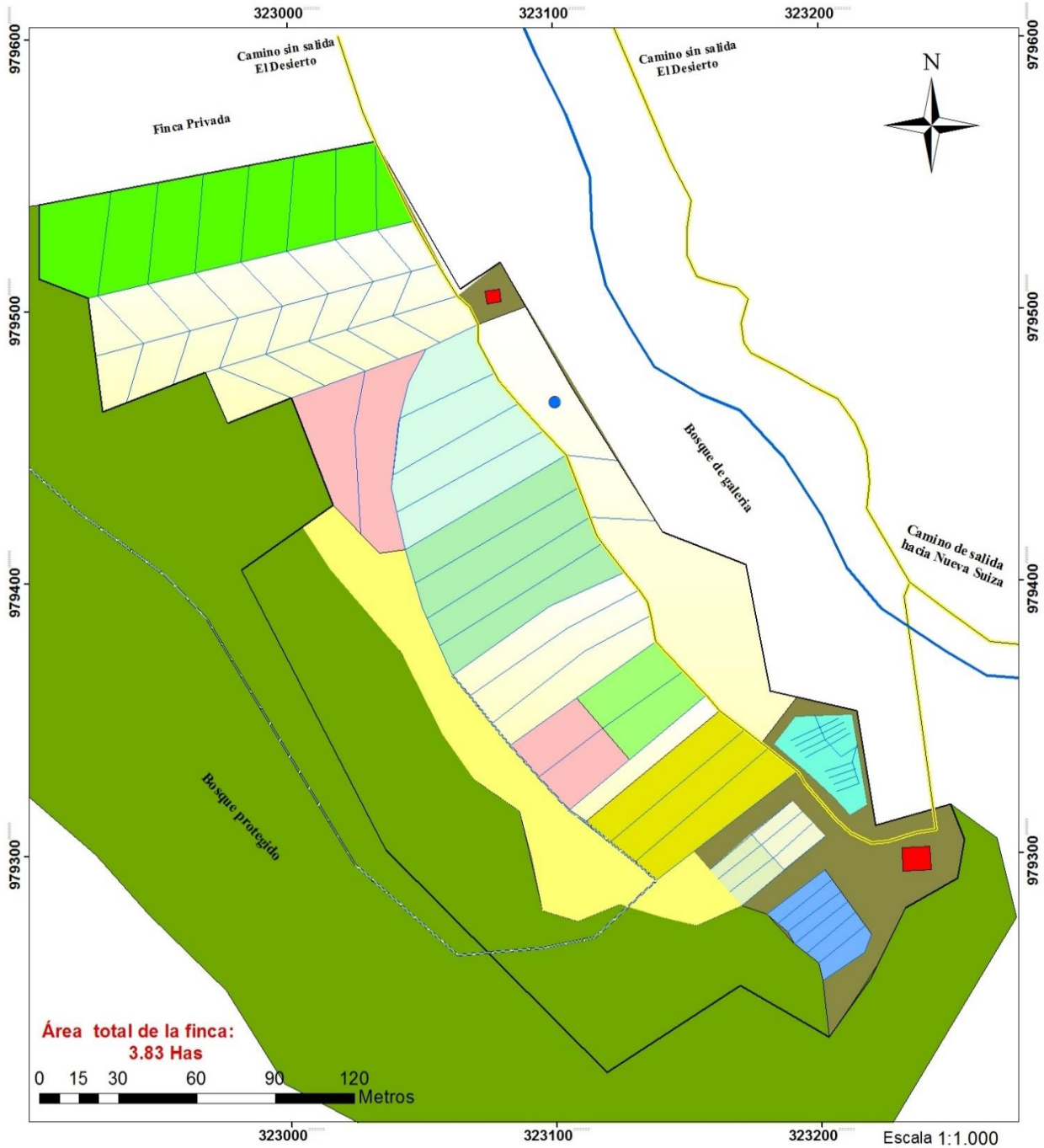
- Quebrada
- Canales
- Tubería
- Caminos
- Carretera
- Perímetro de la finca
- Regeneración natural
- Bosque de galería
- Parcela de repollo
- Parcela de lechuga
- Parcela de cebolla

Área total de la finca: 2.7 Has

Elaborado por: Einar Gómez

Datum WGS84 / UTM / Zona 17N

MAPA DEL ESTADO ACTUAL DE LA FINCA N°3 FAMILIA ROVIRA





UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE SUELOS Y AGUAS

"ESTUDIO DE LA OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PARA RIEGOS Y SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA REGIÓN DE LAS NUBES Y ALTO BAMBITO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHIRIQUÍ VIEJO"

Ubicación Regional

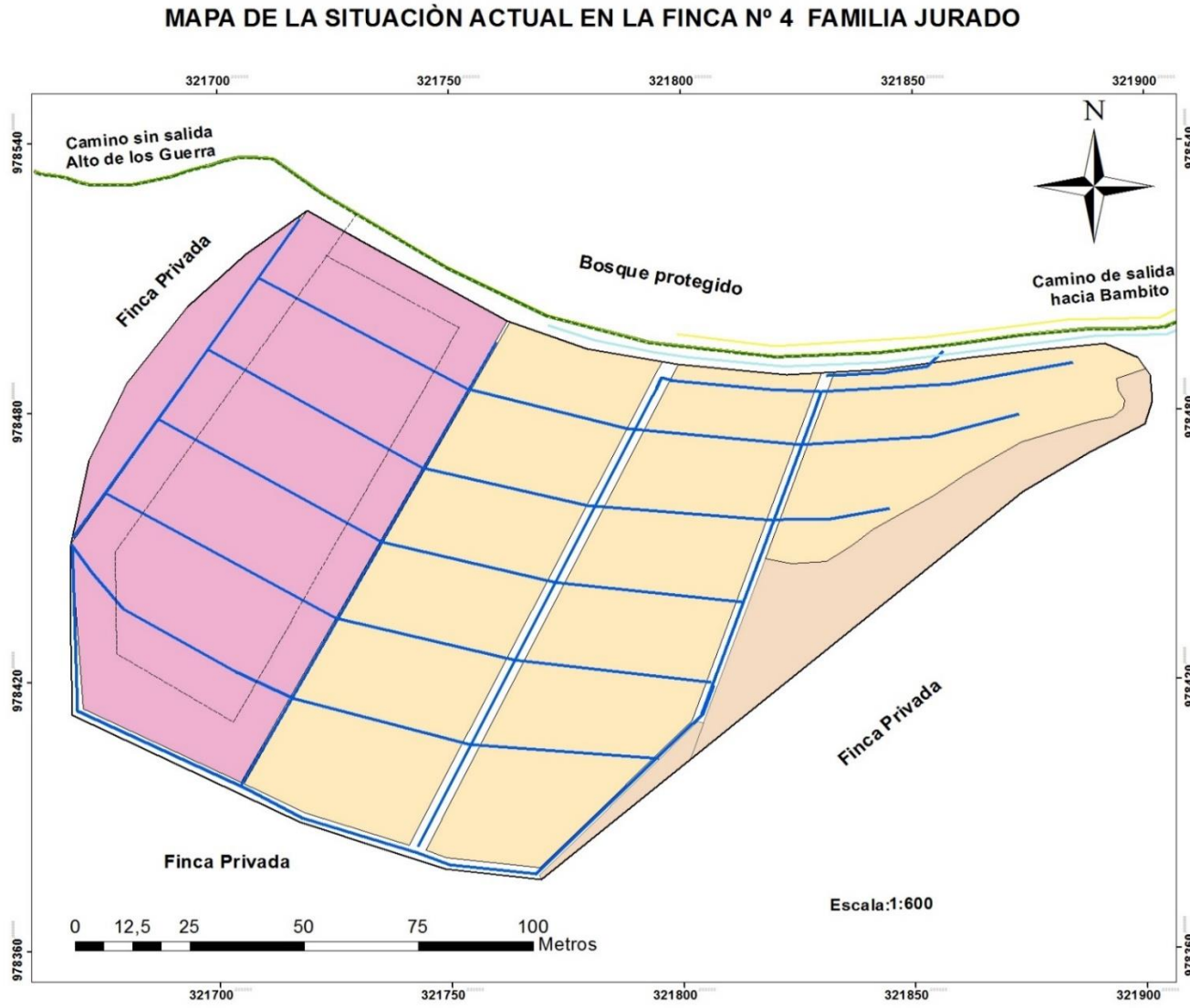


Datum WGS84 / UTM / Zona 17N

Elaborado por: Einar Gómez

Leyenda:

| | |
|----------------------|---------------------------|
| Tina de agua | Parcela de zanahoria |
| Quebrada | Parcela de tomate de palo |
| Caminos | Parcela de cebolla |
| Tuberías | Parcela de repollo chino |
| Perímetro | Parcela de papas |
| Canales | Parcela de apio |
| Parcelas en descanso | Parcela de lechuga |
| Parcela de rabano | Regeneración Natural |
| Parcela de remolacha | Bosque protegido |
| Parcela experimental | Infraestructura |





UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE SUELOS Y AGUAS

"ESTUDIO DE LA OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PARA RIEGOS Y SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA REGIÓN DE LAS NUBES Y ALTO BAMBITO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHIRIQUÍ VIEJO"

Bloque Nº 4 Alto de Los Guerra



Datum WGS84 / UTM / Zona 17N

Leyenda

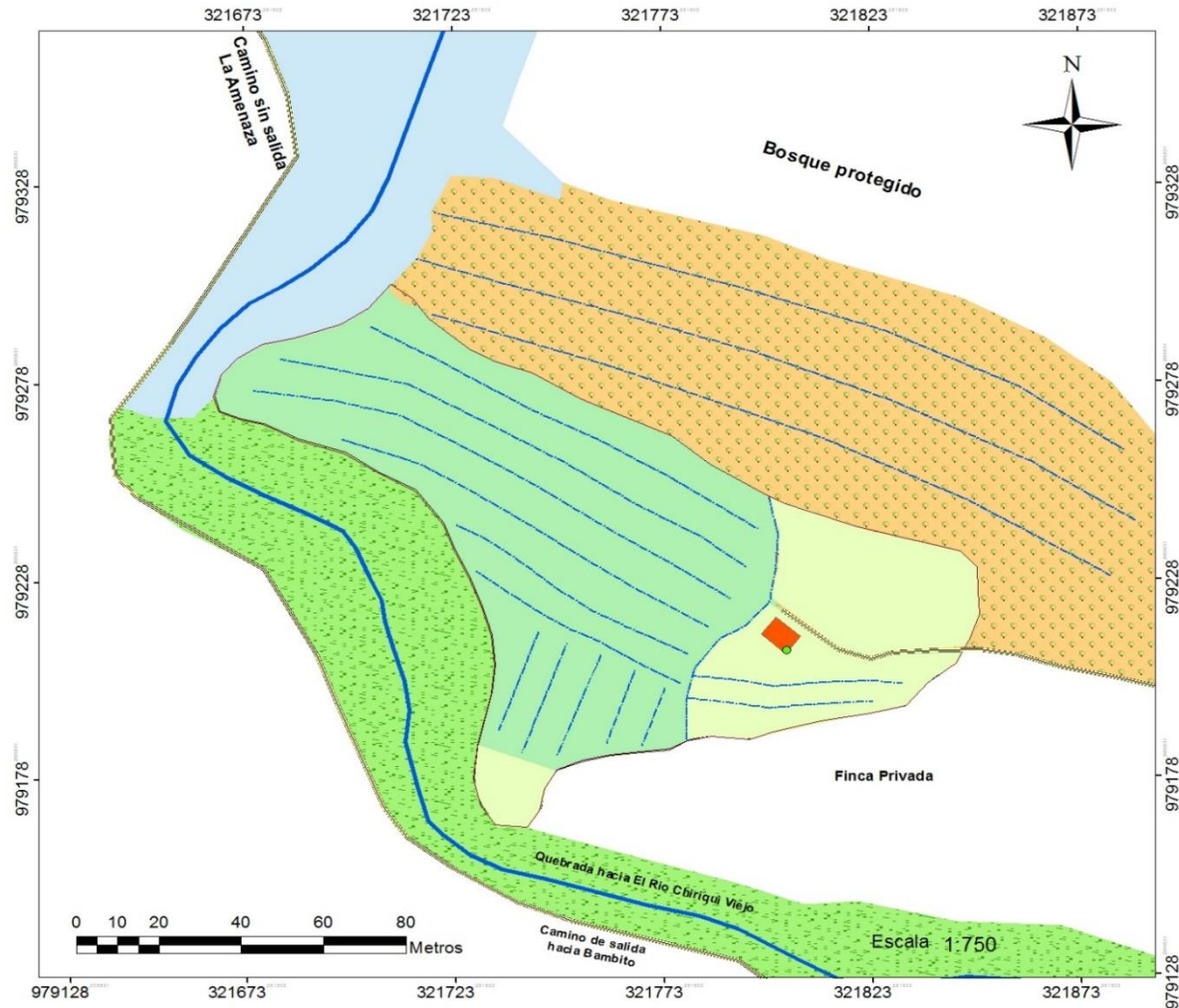
- Tubería de riego
- Cuneta
- - - Camino Interno
- Canales
- Perimetro
- Camino
- Parcela de papa
- Parcela de zanahoria
- Barbecho

Área total de la Finca: 1.94 Has

Elaborado por: Einar Gómez

Datum WGS84 / UTM / Zona 17N

MAPA DEL ESTADO ACTUAL DE LA FINCA N°5 FAMILIA SANTAMARÍA



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE SUELOS Y AGUAS

"ESTUDIO DE LA OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PARA RIEGOS Y SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA REGIÓN DE LAS NUBES Y ALTO BAMBITO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHIRIQUÍ VIEJO"



Ubicación Regional

Leyenda

- Quebrada
- Canales
- Camino
- Infraestructuras
- Área en descanso.
- Bosque de galería
- Bosque protegido.
- Barbecho
- Parcela de cebolla
- Regeneración natural

Área total de la finca: 1.97 Has

Elaborado por: Einar Gómez

Datum WGS84 / UTM / Zona 17N

5.4 SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS

La importancia de conocer y poner en práctica técnicas agronómicas que contribuyan a mejorar la condición de los suelos desde un punto de vista agrario. Según la FAO (2015). Indica que los beneficios de la agricultura de conservación pueden ser agrupados como:

- Beneficios económicos que mejoran la eficiencia de la producción.
- Beneficios agronómicos que mejoran la productividad del suelo.
- Beneficios medio ambientales y sociales que protegen al suelo y hacen que la agricultura sea más sostenible.

Al completar el diagnóstico y rectificación de los parámetros en campo en cada una de las fincas y con ayuda del productor se recomendó de manera general las siguientes prácticas de conservación de suelos:

CUADRO XVI. PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS CONSIDERADAS PARA LOS 5 BLOQUES DEL PROYECTO DE RIEGO.

| PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN (CÓDIGO) | UNIDAD |
|--|------------------|
| • Levantamiento topográfico. (0101) | Has |
| • Estudio de suelos. (0102) | Has |
| • Planificación agroconservacionista de fincas. (0103) | Has |
| • No labranza. (0401) | Has |
| • Cultivos intercalados. (0411) | Has |
| • Cultivos en fajas (0412) | Has |
| • Compost. (0409) | Mts ³ |
| • Abonos verdes. (0420) | Has |
| • Sistema de riego (0606) | Mts lineales |

5.4.1 FINCA L&L REGIÓN DE LAS NUBES CERRO PUNTA

- **Datos Generales:**

Propietario (s): Familia Ledezma

Superficie: 7.34 Has.

Coordenadas (UTM): 0324925 m E 0981041 m N. WGS84

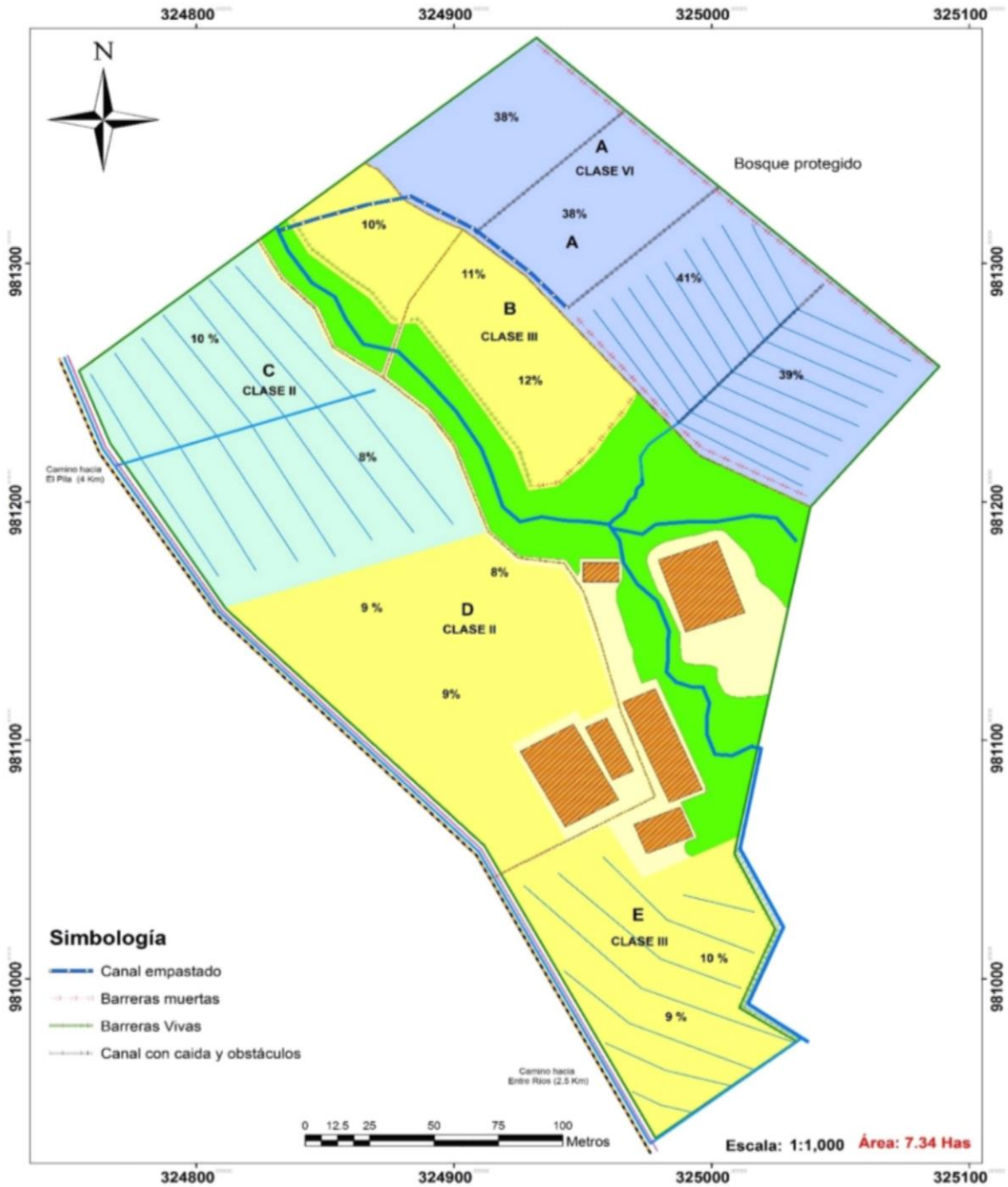
Cultivos: Lechuga, Zanahoria y Papa.

La Finca Ledezma localizada en la región de las Nubes, es una asociación familiar que inicio sus primeras actividades en el sector Agrícola para el año 1977 con la producción hortícola. El terreno consta con una microcuenca permanente que se dirige al Rio Chiriquí Viejo a unos 2.9 km de flujo desde la finca en Las Nubes. Los propietarios realizan arado o labranza mínima de manera tecnificada a curvas de nivel en las zonas planas y trabajos manuales de preparación de suelo en las zonas de topografía accidental, como estrategia para la conservación del suelo. Además, han utilizado por muchos años pesticidas de banda verde enfocado a la conservación del medio ambiente y velando por la seguridad alimenticia en sus productos. La empresa actualmente posee un contrato de enviar productos frescos y de calidad a la cadena de Supermercados Rey con toda la orientación y requisitos brindados.

CUADRO XVII. DETERMINACIÓN DE LA CLASE DE USO DE SUELO EN LA FINCA LEDEZMA EN LA REGIÓN DE LAS NUBES.

| Sector | Profundidad | Pendiente | Área | Rubro | Clase | Sub-clase | Unidad de Manejo |
|--------|-------------|-----------|----------|-----------|-------|-----------|------------------|
| A | 1.20 m | 40 % | 1.68 hás | Lechuga | VI | e1s3c2 | Vle1s3c2 |
| B | 0.92 m | 14% | 0.61 hás | Zanahoria | III | e1s3c2 | IIIe1s3c2 |
| C | 1.09 m | 8% | 1.26 hás | Papa | II | s3c2 | IIIs3c2 |
| D | 1.12 m | 8% | 1.23 hás | Zanahoria | II | c2 | IIc2 |
| E | 1.15 m | 10% | 0.80 hás | Zanahoria | III | c2 | IIIc2 |

MAPA DE PLAN DE CONSERVACIÓN EN LA FINCA N°1 "FAMILIA LEDEZMA"



Ubicación Regional

"ESTUDIO DE LA OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO Y SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO EN LA REGIÓN DE LAS NUBES Y ALTO BAMBITO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHIRIQUÍ VIEJO"

Datum WGS 1984 Zona 17 N UTM

Elaborado por: Einar Gómez



CUADRO XVIII. ZONIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS POR PARCELA EN LAS NUBES.

| Sector | Superficie | Clase | Uso preferible de la tierra | Prácticas de conservación De suelos (código) | Unidad |
|----------|------------|-------|---|---|--------------|
| A | 1.68 has | VI | Manejo de bosque natural primario y secundario. (Medida de conservación intensiva) | <ul style="list-style-type: none"> • Canales de desagüe con caída y obstáculos de piedras. • Canal empastado recubierto de material vegetativo "Pasto". • Barreras muertas de rastrojos. | Mts lineales |
| B | 0.61 has | III | Cultivos anuales continuos (Medida de conservación intensiva) | <ul style="list-style-type: none"> • Canal empastado recubierto de material vegetativo "pasto" • Barreras muertas de rastrojos. • Barreras vivas "Pasto" arbustivo | |
| E | 0.80 has | | Cultivos anuales continuos (Medida de conservación intensiva) | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras vivas "Pasto" arbustivo. | |

CUADRO XIX. ESPECIES RECOMENDADAS PARA LA SELECCIÓN DE PRÁCTICAS VEGETATIVAS EN LAS NUBES.

Las especies seleccionadas en coordinación con el productor para cada finca. (anexo 8)

| Sector | Práctica | Especie (N. Común) | N. Científico | Unidad |
|---------------|---|--|---|---|
| A | <ul style="list-style-type: none"> • Canal empastado recubierto de material vegetativo. | | | <ul style="list-style-type: none"> • 112 Mts lineales. |
| B | <ul style="list-style-type: none"> • Canal empastado recubierto de material vegetativo. • Barreras vivas. | <ul style="list-style-type: none"> • Valeriana, Vetiver | <ul style="list-style-type: none"> • Vativeria zizanioides | <ul style="list-style-type: none"> • 45 Mts lineales. • 215 Mts lineales. |
| E | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras vivas. | <ul style="list-style-type: none"> • Valeriana, Vetiver | <ul style="list-style-type: none"> • Vativeria zizanioides | <ul style="list-style-type: none"> • 117 Mts lineales. |

5.4.2 FINCA CORTEZ REGIÓN DE LA GARITA CERRO PUNTA

- **Datos Generales**

Propietario (s): Hernán Cortez

Superficie: 2.7 Has.

Coordenadas (UTM): 0323979 m E 090633 m N. WGS84

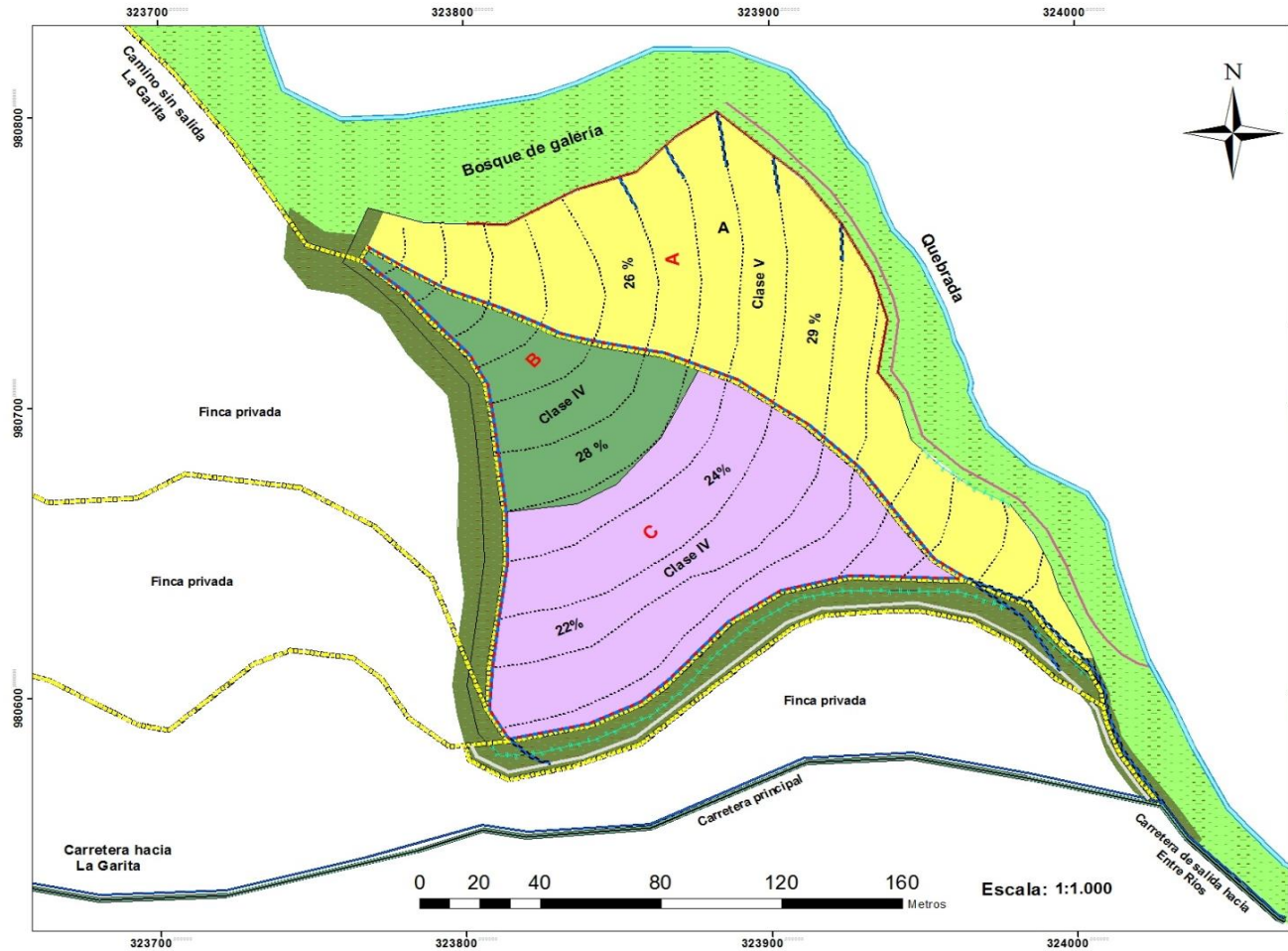
Cultivos: Repollo, Lechuga y Cebolla.

La Finca Cortez, localizada en la región de La Garita, inicio sus primeras actividades en el sector agrícola para el año 1963, con la producción hortícola. El terreno posee una quebrada a solo 50 metros de servidumbre desde la parcela en producción, la cual posee un flujo natural permanente que se dirige tan solo a 1.3 km hacia el Rio Chiriquí Viejo desde la Garita. En la finca realiza de manera manual la preparación del terreno con el fin de conservar el suelo.

CUADRO XX. DETERMINACIÓN DE LA CLASE DE USO DE SUELO EN LA FINCA CORTEZ EN LA GARITA.

| Sector | Profundidad | Pendiente | Área | Rubro | Clase | Sub-clase | Unidad de Manejo |
|----------|-------------|-----------|----------|---------|-------|-----------|------------------|
| A | 0.34 m | 30 % | 1.17 hás | Cebolla | V | e1e2s1c2 | Ve1e2s1c2 |
| B | 0.49 m | 24 % | 0.61 hás | Repollo | V | e1e2s1c2 | Ve1e2s1c2 |
| C | 0.45 m | 29 % | 1.26 hás | Lechuga | V | e1e2s1c2 | Ve1e2s1c2 |

MAPA DEL PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA FINCA N^a 2 FAMILIA "CORTEZ"



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
 FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
 DEPARTAMENTO DE SUELOS Y AGUAS

"ESTUDIO DE LA OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PARA RIEGOS Y SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA REGIÓN DE LAS NUBES Y ALTO BAMBITO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHIRIQUÍ VIEJO"



Ubicación Regional

Leyenda

- Barreras viva.
- Barreras muerta
- Canal con caídas y obstáculos
- Canal empastado
- Cunetas.
- Azequias o zanjas a desnivel

Área total de la finca: 2.7 Has

Elaborado por: Einar Gómez

Datum WGS84 / UTM / Zona 17N

CUADRO XXI. ZONIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS POR PARCELA EN LA GARITA.

| Sector | Superficie | Clase | Uso preferible de la tierra | Prácticas de conservación de suelos (código) | Unidad |
|--------|------------|-------|--|---|--------------|
| A | 1.17 hás | V | Pastoreo (Medida de conservación intensiva) | <ul style="list-style-type: none"> • Canal de desagüe con caída y obstáculos de piedras. • Acequias o zanjas a desnivel. • Barreras vivas • Barreras muertas de rastrojos. | Mts lineales |
| B | 0.61 hás | | | <ul style="list-style-type: none"> • Acequias o zanjas a desnivel. | |
| C | 1.26 hás | | | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras muertas de rastrojos. • Acequias o zanjas a desnivel. • Canal empastado recubierto de material vegetativo "pasto" • Canal de desagüe con caída y obstáculos de piedras. | |

CUADRO XXII. ESPECIES RECOMENDADAS PARA LA SELECCIÓN DE PRÁCTICAS VEGETATIVAS EN LA GARITA

| Sector | Prácticas | Especie (N. Común) | N. Científico | Unidad |
|--------|---|--|---|--|
| A | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras vivas | <ul style="list-style-type: none"> • Valeriana, Vetiver | <ul style="list-style-type: none"> • Vativeria zizanioides | <ul style="list-style-type: none"> • 302 Mts lineales |
| C | <ul style="list-style-type: none"> • Canal empastado recubierto de material vegetativo "pasto" | | | |

5.4.3 FINCA R. REGIÓN DE EL DESIERTO EN CERRO PUNTA

- **Datos Generales**

Propietario (s): Nicolás Rovira

Superficie: 2.72 Has.

Coordenadas (UTM): 0323250 m E 0979306 m N. WGS84

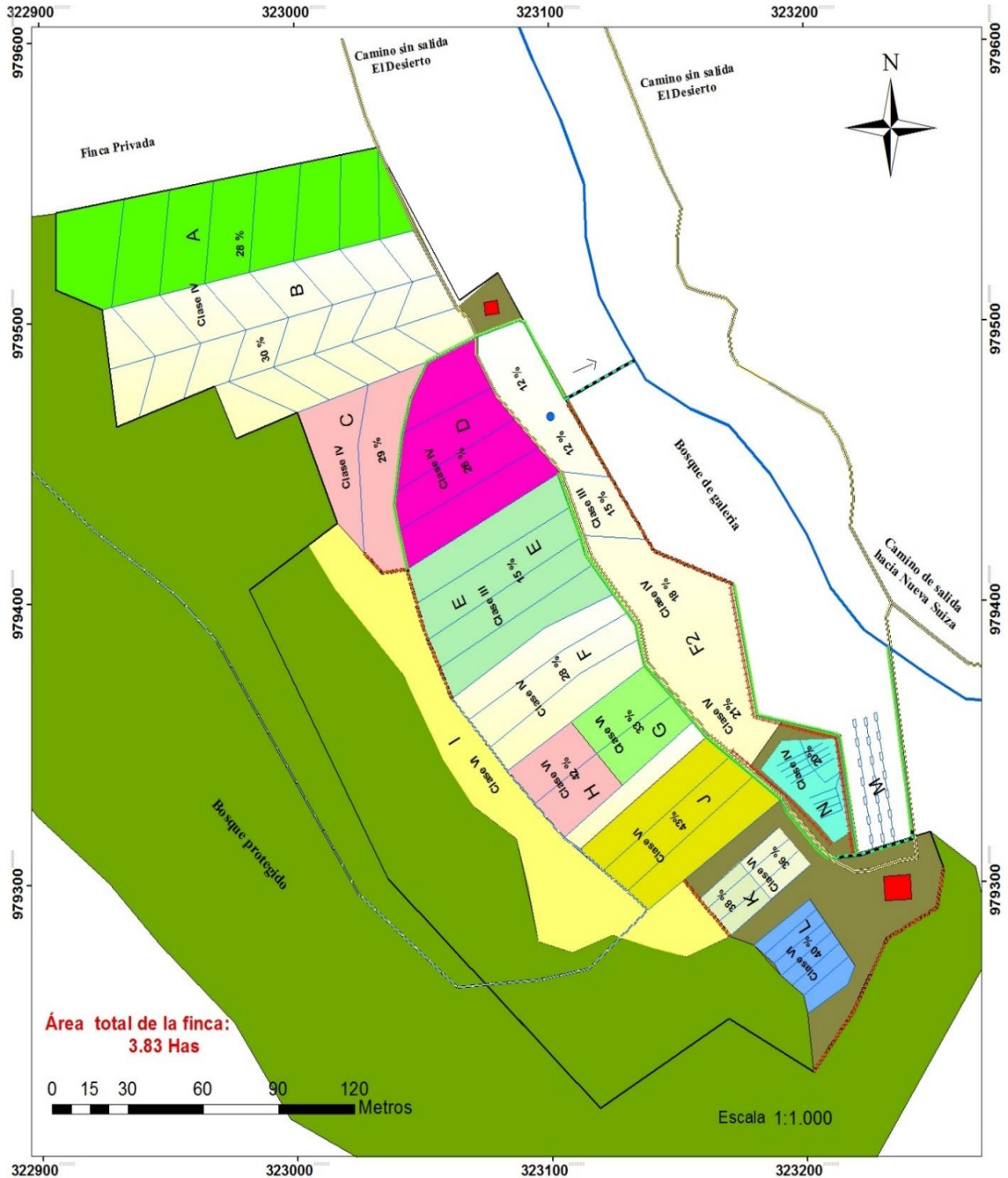
Cultivos: Repollo chino, Papa, Lechuga, Cebolla, Remolacha, Rábano, Zanahoria, Tomate de palo y Apio.

La Finca Rovira localizada en la región del Desierto, inicio sus primeras actividades en el sector agrícola en el año 1980, con la producción hortícola. Teniendo en cuenta que ha sido por muchos años un suelo orgánico muy productivo y fértil. Actualmente realiza un sistema de producción tradicional y muy diversificado. La propiedad consta con una microcuenca permanente a una distancia de 58 metros aproximadamente de servidumbre protegida desde el área cultivable, y que se dirige a solo 1.8 km a la cuenca (102) del Rio Chiriquí Viejo. En la finca se realiza la preparación del suelo de manera manual con la finalidad de conservar el suelo y también por el difícil acceso de máquinas de tracción para los trabajos de preparación por labranza, debido a la topografía accidental que impide la entrada a las parcelas.

CUADRO XXIII. DETERMINACIÓN DE LA CLASE DE USO DE SUELO EN LA FINCA ROVIRA EN EL DESIERTO

| Sector | Profundidad | Pendiente | Área | Rubro | Clase | Sub-clase | Unidad de Manejo |
|--------|-------------|-----------|----------|----------------------|-------|------------|------------------|
| A | 1.00 m | 28 % | 0.37 há | Lechuga | IV | e1s3c2 | IVe1s3c2 |
| B | 0.95 m | 30 % | 0.35 há | Parcela en descanso | IV | e1s3c2 | IVe1s3c2 |
| C | 0.81 m | 29 % | 0.20 há | Cebolla | IV | e1s1s3c2 | IVe1s1s3c2 |
| D | 0.70 m | 26% | 0.30 há | Apio | IV | e1s1s3c2 | IVe1s1s3c2 |
| E | 1.10 m | 15% | 0.21 há | Papa | III | e1c2 | IIIe1c2 |
| F I | 1.00 m | 28 % | 0.35 há | Parcela en descanso. | IV | e1c2 | IVe1c2 |
| F II | 1.10 m | 20% | 0.21 há | | IV | e1s3c2 | IVe1s3c2 |
| F III | 1.20 m | 12% | 0.19 há | | III | e1c2 | IIIe1c2 |
| G | 1.05 m | 33 % | 0.11 há | Repollo Chino | VI | e1c2 | Vle1c2 |
| H | 1.07 m | 42 % | 0.09 há | Cebolla | | e1s3c2 | Vle1s3c2 |
| I | 1.20 m | 45% | 0.70 há | Barbecho | VI | e1c2 | Vle1c2 |
| J | 1.00 m | 43% | 0.28 há | Zanahoria | VI | e1c2 | Vle1 |
| K | 1.10 m | 36% | 0.021 há | Remolacha | VI | e1s3c2 | Vle1s3c2 |
| | 1.15 m | 38% | 0.024 há | Rabano | | e1c2 | Vle1c2 |
| L | 0.85 m | 40% | 0.11 há | Tomate de palo | | e1s3c2 | Vle1s3c2 |
| M | 0.80 m | 20 % | 0.13 há | Huerto casero | IV | e1e2s1s3c2 | IVe1e2s1s3c2 |
| N | | | | | | | |

MAPA DEL PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA FINCA N° 3 FAMILIA ROVIRA



Área total de la finca:
3.83 Has

0 15 30 60 90 120 Metros

Escala 1:1.000



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE SUELOS Y AGUAS

"ESTUDIO DE LA OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PARA RIEGOS Y SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA REGIÓN DE LAS NUBES Y ALTO BAMBITO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHIRIQUÍ VIEJO"

Ubicación Regional



Datum WGS84 / UTM / Zona 17N

Elaborado por: Einar Gómez

Leyenda

- Canal empastado con caída y obstáculos
- Canal de desagüe
- Barreras muerta
- Barreras viva
- Quebrada.
- Caminos
- Perimetro

CUADRO XXIV. ZONIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS POR PARCELA EN EL DESIERTO.

| Sector | Superficie | Clase | Uso preferible de la tierra | Prácticas de conservación de suelos (código) | Unidad |
|----------------------|--------------------|-------|---|---|--------------|
| A B | 0.37+ 0.35 hás | IV | Cultivos anuales Ocasionales. (Medida de conservación muy intensivas) | <ul style="list-style-type: none"> • Canal de desagüe con obstáculos vegetados | Mts lineales |
| C D | 0.20 + 0.30 hás | V | Pastoreo. (Medida de conservación intensiva) | | |
| E | 0.20 hás | III | Cultivos anuales continuos. (Medida de conservación intensivas) | | |
| FI | 0.35 hás | IV | Cultivos anuales Ocasionales. (Medida de conservación muy intensivas.) | | |
| FII | 0.21 hás | | | | |

| | | | | | |
|-------------|-------------------|--|---|--|--------------|
| FIII | 0.19 hás | III | Cultivos anuales continuos. (Medida de conservación intensiva.) | <ul style="list-style-type: none"> • Canal de desagüe con obstáculos vegetados. • Barreras muertas de rastrojos. | Mts lineales |
| G | 0.11 + 0.09 | IV | Cultivos anuales ocasionales. (Medida de conservación muy intensivas.) | <ul style="list-style-type: none"> • Canal de desagüe con obstáculos vegetados. | |
| H | + 0.28 | | | | |
| J | hás | | | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras muertas de rastrojos. | |
| I | 0.70 hás | | | | |
| K | 0.021 + 0.024 hás | | | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras muertas de rastrojos. • Canal de desagüe con obstáculos vegetados. | |
| L | 0.11 hás | | | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras vivas de "Pasto" arbustivos. | |
| M | 0.13 hás | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras vivas. • Canal de desagüe con obstáculos vegetados. • Muro de contención con llantas. • Canal empastado con caída y obstáculos de piedras. | | | |
| N | | | | | |

CUADRO XXV. ESPECIES RECOMENDADAS PARA LA SELECCIÓN DE PRÁCTICAS VEGETATIVAS EN EL DESIERTO.

Las especies seleccionadas en coordinación con el productor para cada finca. (anexo 8)

| SECTOR | PRÁCTICA | ESPECIE (N. Común) | N. Científico | Unidad |
|-------------|---|---|---|--|
| A-FI | <ul style="list-style-type: none"> • Canal empastado recubierto de material vegetativo. | | | <ul style="list-style-type: none"> • 277 Mts lineales. |
| FII | <ul style="list-style-type: none"> • Canal empastado recubierto de material vegetativo. • Barreras vivas | <ul style="list-style-type: none"> • Valeriana, Vetiver • King grass | <ul style="list-style-type: none"> • Vativeria zizanioides | <ul style="list-style-type: none"> • 63 Mts lineales. • 58 Mts lineales. |
| E | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras vivas. | <ul style="list-style-type: none"> • Valeriana, Vetiver • King grass | <ul style="list-style-type: none"> • Vativeria zizanioides | <ul style="list-style-type: none"> • 117 Mts lineales. |
| G-J | <ul style="list-style-type: none"> • Canal empastado recubierto de material vegetativo. | | | <ul style="list-style-type: none"> • 65 Mts lineales |
| K | <ul style="list-style-type: none"> • Canal empastado recubierto de material vegetativo. | | | <ul style="list-style-type: none"> • 10 Mts lineales |
| L | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras vivas | <ul style="list-style-type: none"> • Valeriana, Vetiver • King grass | <ul style="list-style-type: none"> • Vativeria zizanioides | <ul style="list-style-type: none"> • 37 Mts lineales |
| M | <ul style="list-style-type: none"> • Canal empastado recubierto de material vegetativo. | | | <ul style="list-style-type: none"> • 21 Mts lineales |
| N | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras vivas. • Canal empastado recubierto de material vegetativo. | <ul style="list-style-type: none"> • Valeriana, Vetiver • King grasss | <ul style="list-style-type: none"> • Vativeria zizanioides | <ul style="list-style-type: none"> • 28 Mts lineales |

5.4.4 FINCA CJ REGIÓN ALTO LOS GUERRA EN CERRO PUNTA

- **Datos Generales**

Propietario (s): Carlos Jurado

Superficie: 1.97 Has.

Coordenadas (UTM): 0321723 m E 0978515 m N. WGS84

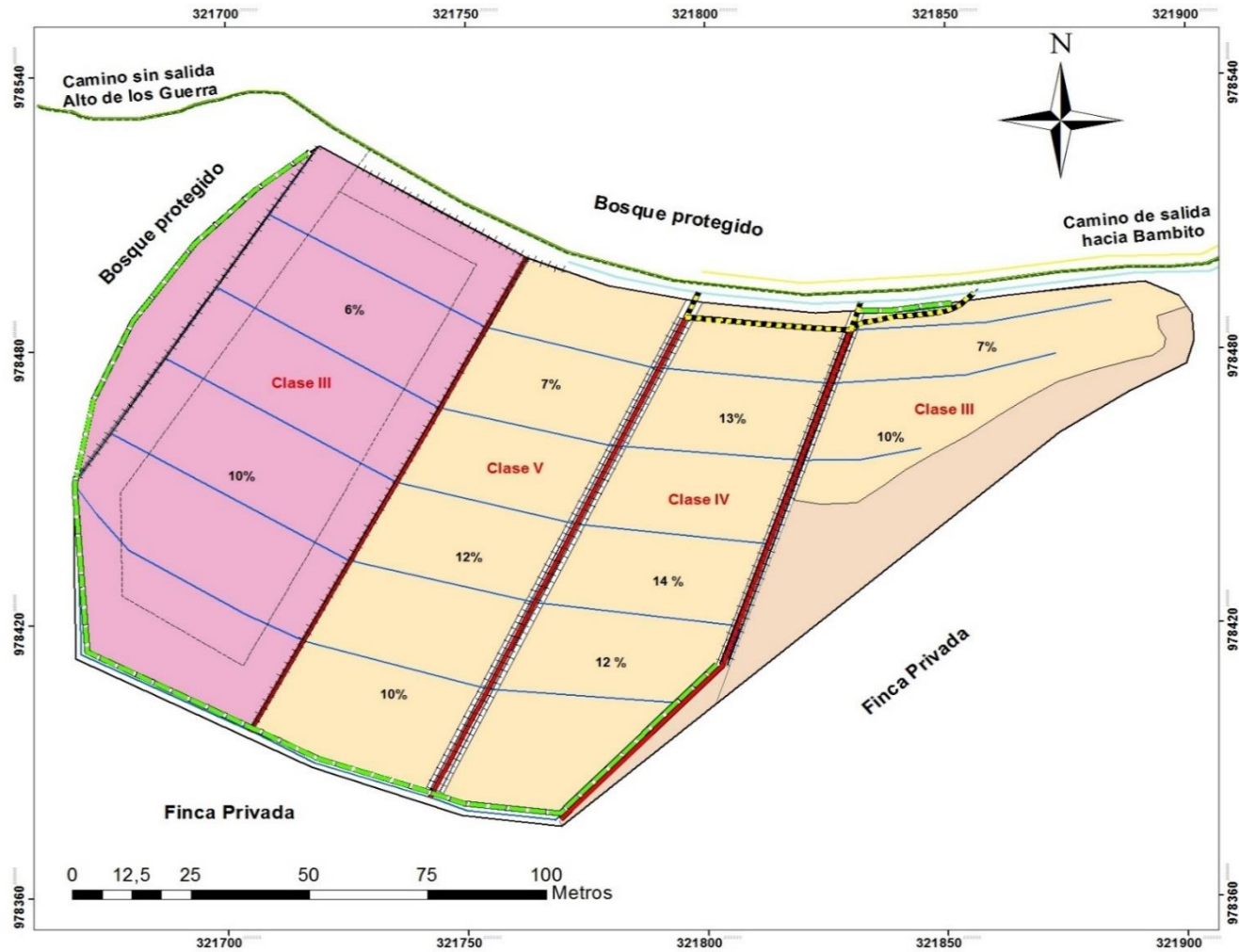
Cultivos: Zanahoria y papa.

En la Finca Jurado localizada en la región de Alto de los Guerra, inicio sus primeras actividades en el sector Agrícola para el año 1967 con la producción hortícola. El terreno consta con una microcuenca permanente que drena su flujo natural a 72 metros de las parcelas, está quebrada desemboca a unos 2.05 km al Rio Chiriquí Viejo desde la finca en Alto de Los Guerra. Los propietarios de la finca establecen un sistema semitécnificada para la preparación del suelo con tracción para labranza, debido que la topografía y el acceso a la propiedad lo permiten. En esta zona se observa la red de tuberías principales del proyecto de riego Alto bambito, que beneficiará a muchos de los productores de esta área en la época seca.

CUADRO XXVI. DETERMINACIÓN DE LA CLASE DE USO DE SUELO EN LA FINCA JURADOEN ALTO LOS GUERRA

| Sector | Profundidad | Pendiente | Área | Rubro | Clase | Sub-clase | Unidad de Manejo |
|----------|-------------|-----------|----------|-----------|-------|-----------|------------------|
| A | 0.80 m | 10 % | 0.59 hás | Zanahoria | III | e1s1c3 | IIIe1s1c3 |
| B | 0.48 m | 12 % | 0.40 hás | Papa | V | e1s1c3 | Ve1s1c3 |
| C | 0.85 m | 19 % | 0.31 hás | Papa | IV | e1s1c3 | IVe1s1c3 |
| D | 1.05 m | 10 % | 0.16 hás | Papa | III | e1s1c3 | IIIe1s1c3 |

MAPA DEL PLAN DE CONSERVACIÓN EN LA FINCA N° IV FAMILIA JURADO



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
 FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
 DEPARTAMENTO DE SUELOS Y AGUAS

"ESTUDIO DE LA OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PARA RIEGOS Y SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA REGIÓN DE LAS NUBES Y ALTO BAMBITO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHIRIQUÍ VIEJO"

Bloque N° 4 Alto de Los Guerra



Datum WGS84 / UTM / Zona 17N

Leyenda

- Canal con obstáculos y caídas
- Barreras muertas
- Cuneta
- Barreras vivas
- Canal empastados

Área total de la finca: 1.94 Has

Escala: 1:600

Datum WGS84 / UTM / Zona 17N

Elaborado por: Einar Gómez

CUADRO XXVII. ZONIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS POR PARCELA EN ALTO LOS GUERRA.

| Sector | Superficie | Clase | Uso preferible de la tierra | Prácticas de conservación De suelos (código) | Unidad |
|---------------|-------------------|--------------|--|--|---------------|
| A | 1.68 has | VI | Manejo de bosque natural primario y secundario. (Medida de conservación intensiva.) | <ul style="list-style-type: none"> • Canal empastado recubierto de material vegetativo "pasto" • Barreras muertas de rastrojos. • Barreras vivas. | Mts lineales |
| B | 0.61 has | III | Cultivos anuales continuos (Medida de conservación intensiva) | <ul style="list-style-type: none"> • Canal empastado recubierto de material vegetativo "pasto" • Barreras muertas de rastrojos. • Barreras vivas. | |
| D | 0.80 has | | | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras muertas. | |

CUADRO XXVIII. ESPECIES RECOMENDADAS PARA LA SELECCIÓN DE PRÁCTICAS VEGETATIVAS EN ALTO LOS GUERRA.

Las especies seleccionadas en coordinación con el productor para cada finca. (anexo 8)

| Sector | Práctica | Nombre común | Nombre Científico | Unidad |
|----------|---|--|---|--|
| A | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras vivas. • Canal empastado recubierto de material vegetativo "pasto". | | | <ul style="list-style-type: none"> • 147 Mts lineales. • 114 Mts lineales. |
| B | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras vivas. • Canal empastado recubierto de material vegetativo. | <ul style="list-style-type: none"> • Valeriana, Vetiver | <ul style="list-style-type: none"> • Vativeria zizanioides | <ul style="list-style-type: none"> • 3 Mts lineales. • 116 Mts lineales. |
| C | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras vivas. • Canal empastado recubierto de material vegetativo. | <ul style="list-style-type: none"> • Valeriana, Vetiver | <ul style="list-style-type: none"> • Vativeria zizanioides | <ul style="list-style-type: none"> • 117 Mts lineales. • 116. Mts lineales |
| D | <ul style="list-style-type: none"> • Canal con obstáculos y caídas. | | | <ul style="list-style-type: none"> • 34 Mts lineales |

FINCA SANTAMARÍA REGIÓN LA AMENAZA EN CERRO PUNTA

- **Datos General**

Propietario (s): René Santamaría

Superficie: 1.89 Has.

Coordenadas (UTM): 0321760 m E 0979236 m N. WGS84

Cultivos: Cebolla.

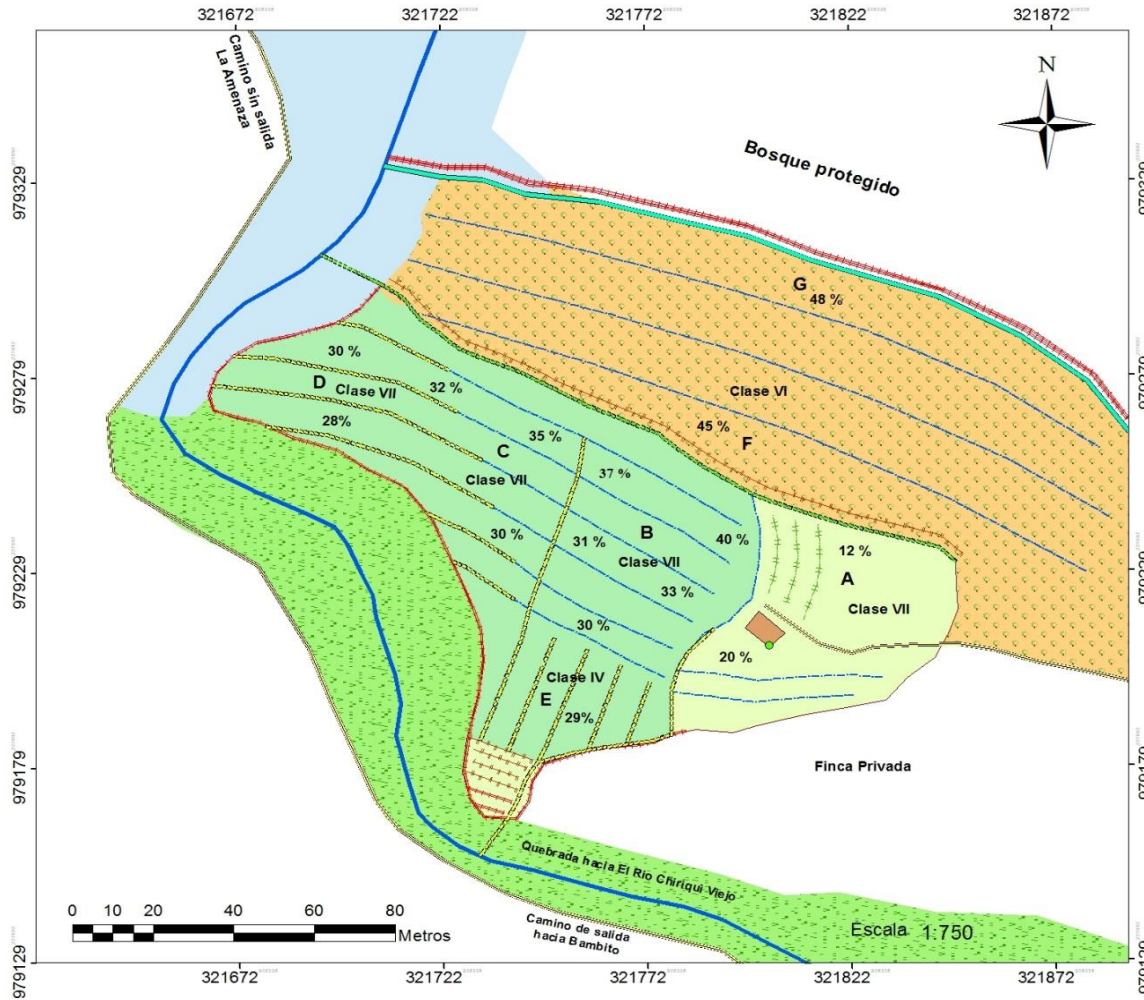
La Finca Santamaría localizada en la región de La Amenaza, inicio sus primeras actividades en el sector agrícola para el año 1967 con la producción hortícola. Actualmente se dedica a la producción de Cebolla, la cual consta con una quebrada temporal cuyo drenaje esta solo a 5 metros de la parcela y a 2.8 km del Rio Chiriquí Viejo, cuenca (102) desde la finca en el sector de La amenaza.

El terreno posee una topografía accidental la cual realizan labores de preparación de terreno con la entrada de maquinaria de disco para labranza. Además, poseen un sistema de producción semitécnica para facilitar las actividades de tratamiento y producción. Cabe recalcar que el suelo como recurso ha sido impactado a gran escala, a simple vista podemos observar poca vigorosidad de la planta y una degradación del terreno muy desarrollada.

CUADRO XXIX. DETERMINACIÓN DE LA CLASE DE USO DE SUELO EN LA FINCA SANTAMARÍA EN LA AMENAZA.

| Sector | Profundidad | Pendiente | Área | Rubro | Clase | Sub-clase | Unidad de Manejo |
|----------|-------------|-----------|----------|-------------|-------|------------|------------------|
| A | 0.80 m | 12 % | 0.20 has | En descanso | III | e1s1c2c4 | IIIe1s1c2c4 |
| B | 0.31 m | 40 % | 0.27 has | Cebolla | VII | e1e2s1c2c4 | VIIe1s1c2c4 |
| C | 0.65 m | 35 % | 0.31 has | | VI | e1e2s1c2c4 | VIe1e2s1c2c4 |
| D | 0.85 m | 32 % | 0.38 has | | VI | e1e2s1c2c4 | VIe1e2s1c2c4 |
| E | 0.90 m | 29 % | 0.06 has | | IV | e1e2s1c2 | IVe1e2s1c2 |
| F | 0.65 m | 45 % | 0.39 has | Barbecho | VI | e1e2s1c2 | VIe1e2s1c2 |
| G | 0.98 m | 48 % | 0.29 has | | VI | e1e2s1c2 | VIe1e2s1c2 |

MAPA DEL PLAN DE CONSERVACIÓN EN LA FINCA N°5 FAMILIA SANTAMARÍA



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE SUELOS Y AGUAS

"ESTUDIO DE LA OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PARA RIEGOS Y SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA REGIÓN DE LAS NUBES Y ALTO BAMBITO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHIRIQUÍ VIEJO"



Ubicación Regional

Leyenda

- Canal con caída y obstáculos
- Cortinas rompeviento
- Canal de desviación
- Canal empastado
- Barreras muerta en contorno
- Barreras vivas

Área total de la finca: 1.97 Has

Elaborado por: Einar Gómez

Datum WGS84 / UTM / Zona 17N

CUADRO XXX. ZONIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS POR PARCELA EN LA AMENAZA.

| Sector | Superficie | Clase | Uso preferible de la tierra | Prácticas de conservación de suelos (código) | Unidad |
|----------|------------|-------|---|--|--------------|
| A | 0.20 hás | III | Cultivos anuales continuos (Medida de conservación intensiva) | <ul style="list-style-type: none"> • Canal empastado recubierto de material vegetativo "Pasto". • Cortinas rompevientos | Mts lineales |
| B | 0.27 hás | VII | Cultivos anuales continuos (Medida de conservación intensiva) | <ul style="list-style-type: none"> • Canal empastado recubierto de material vegetativo "pasto" | |
| C | 0.31 hás | VI | Manejo de bosque natural primario y secundario. (Medida de conservación intensiva) | <ul style="list-style-type: none"> • Canal empastado recubierto de material vegetativo "pasto" • Canal de desagüe con caída y obstáculos de piedras. • Barreras vivas "Pasto" arbustivo. | |
| D | 0.38 hás | | | <ul style="list-style-type: none"> • Canal empastado recubierto de material vegetativo "pasto". • Canal de desagüe con caída y obstáculos de piedras. • Barreras vivas "Pasto" arbustivo. | |
| E | 0.06 hás | IV | Cultivos anuales ocasionales. | <ul style="list-style-type: none"> • Canal de desagüe con caída y obstáculos de piedras. | |

| | | | | | |
|----------|----------|----|---|--|--|
| | | | (Medida de conservación muy intensivas.) | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras muertas en contorno de ras • Barreras vivas "Pasto" arbustivo. | |
| F | 0.39 hás | VI | Manejo de bosque natural primario y secundario. (Medida de conservación intensiva) | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras muertas en contorno de ras • Canal empastado recubierto de material vegetativo "pasto" | |
| G | 0.29 hás | | | <ul style="list-style-type: none"> • Canal de desviación • Barreras vivas "Pasto" arbustivo. | |

CUADRO XXXI. ESPECIES RECOMENDADAS PARA LA SELECCIÓN DE PRÁCTICAS VEGETATIVAS EN LA AMENAZA.

Las especies seleccionadas en coordinación con el productor para cada finca (anexo 8)

| SECTOR | PRÁCTICA | N. Común | N. Científico | Unidad |
|----------|--|----------|------------------------|--------------------|
| A | • Canal empastado recubierto de material vegetativo "pasto". | | | • 35 Mts lineales. |
| | • Cortinas rompevientos. | • Ciprés | • Cupressus macrocarpa | • 72 Mts lineales. |
| B | • Canal empastado recubierto de material vegetativo. | | | • 41 Mts lineales. |

| | | | | |
|----------|---|--|---|--|
| C | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras vivas. • Canal empastado recubierto de material vegetativo. | <ul style="list-style-type: none"> • Valeriana, Vetiver | <ul style="list-style-type: none"> • Vativeria zizanioides | <ul style="list-style-type: none"> • 51 Mts lineales. • 31 Mts lineales. |
| D | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras vivas. • Canal empastado recubierto de material vegetativo. | <ul style="list-style-type: none"> • Valeriana, Vetiver | <ul style="list-style-type: none"> • Vativeria zizanioides | <ul style="list-style-type: none"> • 84 Mts lineales. • 36 Mts lineales. |
| E | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras vivas. | <ul style="list-style-type: none"> • Valeriana, Vetiver | <ul style="list-style-type: none"> • Vativeria zizanioides | <ul style="list-style-type: none"> • 25 Mts lineales |
| F | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras vivas. | <ul style="list-style-type: none"> • Valeriana, Vetiver | <ul style="list-style-type: none"> • Vativeria zizanioides | <ul style="list-style-type: none"> • 121 Mts lineales |
| G | <ul style="list-style-type: none"> • Barreras vivas. | <ul style="list-style-type: none"> • Valeriana, Vetiver | <ul style="list-style-type: none"> • Vativeria zizanioides | <ul style="list-style-type: none"> • 148 Mts lineales |

**CUADRO XXXII. RESUMEN DE CAPACIDAD DE USO DEL SUELO
A NIVEL DE FINCA EN LOS 5 BLOQUES DE
PRODUCCIÓN HORTÍCOLA EN CERRO PUNTA**

| PÁRAMETRO PARA LA EVALUACIÓN DE CAPACIDAD DE USO DEL SUELO | | | | | |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| PARÁMETROS | Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 | Bloque 4 | Bloque 5 |
| | Las Nubes | La Garita | El Desierto | Alto de los Guerra | La Amenaza |
| Pendiente | 38% | 36% | 26% | 15% | 30% |
| Erosión hídrica | Leve | Moderada | Leve | Leve | Fuerte |
| Profundidad Efectiva | Profunda | Poco profundo | Profundo | Moderadamente profundo | Superficial |
| Textura de suelo | Franco arenoso | Franco arenoso | Franco arenoso | Franco arenoso | Franco arenoso |
| Textura del subsuelo | Franco arenoso | Franco arenoso | Franco arenoso | Franco arenoso | Franco arenoso |
| Pedregosidad | Ligeramente | Sin piedras | Pedregoso | Sin piedras | Sin piedras |
| Drenaje | Bueno | Bueno | Bueno | Bueno | Bueno |
| Riesgo de inundación | Nula | Nula | Nula | Nula | Nula |
| Zona de vida | Bosque Premontano tropical | Bosque Premontano tropical | Bosque Premontano tropical | Bosque Premontano tropical | Bosque Premontano tropical |
| Período seco | 4 meses | 4 meses | 4 meses | 4 meses | 4 meses |
| Neblina | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente |
| Viento | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Fuerte |

5. CONCLUSIONES

Después de un análisis de los resultados en el presente estudio, se deducen las siguientes conclusiones:

1. En el Corregimiento de Cerro Punta los sistemas de riego implementados ya sea por aspersión o goteo, han tomado una gran importancia debido a su eficiencia y aprovechamiento de los cultivos para su buen desarrollo, desempeño y especialmente para suplir de agua en la estación seca.
2. En el proyecto de riego Alto Bambito la demanda real utilizando el método Evapotranspiración más eficiente y adaptado a las condiciones en la zona luego de haber comparado los resultados con otros métodos, demostró que la demanda total es 774.3 l/s para 12 horas de riego y 397.64 en 24 horas de riego. Resaltando esto podemos decir que las 3 quebradas en Las Nubes como fuente de abastecimiento no posee un caudal necesario para suplir con la demanda total en época seca en los 5 bloques de riego, debido que no cuenta con un caudal necesario para suplir este proyecto.
3. El proyecto de riego se debe zonificar las zonas que serán prioritarias, con el fin de reducir la superficie a irrigar, por ende, la demanda para 12 horas de riego es 156.41 l/s para Las Nubes, 156.10 l/s en Alto de los Guerra, 115.69 l/s en el Desierto, 230.86 l/s en La Garita y 114.97 l/s en la comunidad de La Amenaza.

4. El aporte de agua de la Quebrada N°1 (Puente arriba) tiene un caudal de **144.80 l/s – (0.144 m³/s)**, la Quebrada N°2 (Finca privada) **106.20 l/s – (0.106 m³/s)** y La Quebrada N°3 (Puente abajo) **65.47 l/s – (0.065 m³/s)**. Lo que hace un total de **316.47 l/s – (0.316 m³/s)**, en el mes de abril. Para un periodo de 12 horas diarias de riego esto representa solo el **40.90 %** de la demanda total del proyecto y el **79.58 %** para 24 horas de riego. Lo que confirma que las tres quebradas, durante el periodo de máxima demanda, no abastece el requerimiento del proyecto.
5. El caudal para 12 horas de riego en cada finca utilizando la ETP por el método Penman, en cada cultivo en época seca, el más alto con mayor área es la lechuga con un caudal de 320 l/s, seguido con la papa con 173 l/s, cebolla 126.1 l/s, zanahoria 62.1 l/s, repollo 60.1 l/s y para el cultivo de apio un módulo de riego de 32.3 l/s.
6. La falta de legislación en la verificación de las concesiones aguas arriba en las 3 Quebradas por parte de los usuarios que reducen el nivel y ponen el riesgo en el abastecimiento de agua para el proyecto a futuros.
7. La falta de fiscalización por parte del Ministerio de Ambiente, que tiene función de velar por la administración, inspección, control, capacitación supervisión, provoca mal manejo en el uso del recurso hídrico.
8. El estudio realizado en el Corregimiento de Cerro Punta, provincia de Chiriquí nos indica que no se cumple la hipótesis afirmativa; ya que, la fuente de agua ubicada en el sector de las Nubes no es suficiente para

suplir la demanda total de agua para riego, como alternativa para la época seca.

9. De acuerdo con la metodología de Costa Rica se determinaron las unidades de manejo para cada finca en los diferentes bloques del estudio, las cuales son **VI e1s3c2** para el sector (A) en Las Nubes, **V e12s1c2** para el sector (A, B, C) en La Garita, **IV e12s1s3c2** para el sector (N) en El Desierto, **V e1s1c3** para el sector (B) en Altos de los Guerra, **VII e1s1c2c4** para el sector (B) y **VI e12s1c2c4** para el sector (C) en La Amenaza. De acuerdo con el sistema de clasificación agrologica, los suelos son apropiados para vegetación permanente, pero es irracional obligar a los productores que repentinamente cambien su sistema de siembra en sus terrenos con muchas limitantes, por lo tanto, es urgente las medidas de conservación de suelos.
10. Las clases I, II, III permiten el desarrollo de cualquier actividad incluyendo la producción de cultivos anuales. En las clases IV, V, VI su uso se restringe al desarrollo de cultivos semipermanentes y permanentes. En la clase IV los cultivos anuales se pueden desarrollar únicamente en forma ocasional y la clase VIII no permiten ninguna actividad, únicamente para protección.
11. Se desarrolló un procedimiento para la selección de prácticas de conservación de suelos sencilla y funcional que el productor junto al técnico pueda entender con claridad y se espera que sea aplicado en cada una de las fincas del proyecto como se realizó en las fincas demostrativas en cada bloque.

12. La falta de organización y de conocimiento técnicos con respecto al manejo del suelo en laderas que permiten las malas prácticas agrícolas como es la labranza mecanizada con oruga en pendientes, que acelera la degradación de los suelos y que significaría bajos rendimientos en la producción y finalmente bajos ingresos económicos al productor.
13. La falta de apoyo institucional es evidente por lo que la implementación de las prácticas agroconservacionista, se realizan de manera escalonada en el tiempo, utilizando así los ingresos de las primeras etapas para la implementación total de esta metodología sencilla y funcionable como plan conservacionista.
14. Al analizar las condiciones del suelo, nos permite conocer que la limitación más importante, referente a este estudio es la falta de conocimiento referente a las prácticas de conservación. El éxito o fracaso depende en gran medida de la flexibilidad y creatividad de los productores, como también los servicios de extensión que brinden los técnicos en la región. Por lo general las pruebas y los errores, realizados por las instituciones o por el mismo productor son a menudo son la única fuente real de información para los estudios.
15. Se requiere que las personas involucradas en este proyecto sean personas interesadas que intercambien información y experiencias sobre cultivos de coberturas, prácticas de conservación, equipos y tecnologías como una herramienta funcional, para una producción conservacionista sostenible.

6. RECOMENDACIONES

1. Dar seguimiento más cercano por parte de productores organizados al proyecto de riego Alto Bambito.
2. Realizar una intensa inspección y verificación de las concesiones del agua para comprobar la legalización a los usuarios de las quebradas y garantizar el flujo constante del agua por las quebradas cumpliendo con la Ley 8 del 25 marzo del 2015.
3. Establecimiento de programas de concienciación y seguimiento por parte de instituciones gubernamentales (Mi Ambiente, MIDA, IDIAP, entre otros.), que incluye el apoyo por parte de los productores tomando en cuenta sus decisiones para formular el método de conservación más apropiado, basándose en la clasificación agrológica de sus terrenos.
4. Aplicar este proyecto a otras fincas por el sector o a nivel nacional, para así mitigar la degradación y erosión de los suelos.
5. Crear más proyecto de educación ambiental cuyo objetivo principal sea educar a la población agrícola en los beneficios que se obtienen al utilizar prácticas de conservación de suelos.
6. Realizar una ampliación del cauce a la quebrada las nubes para aumentar su nivel y garantizar la oferta de agua para cubrir a mayor escala la demanda requerida para el proyecto, como así también realizar un plan de protección y reforestación en las riberas de la quebrada.

7. Establecer parcelas de medición y parcelas piloto en fincas interpretativas con los productores y llevando registro para previos análisis y fomentar el uso de las prácticas de conservación de suelos, considerando las condiciones de cada sector en el Corregimiento de Cerro Punta.

8. Conseguir subsidio con instituciones gubernamentales o no gubernamentales como pueden ser: ANAM, IICA entre otras, para tratar de establecer las recomendaciones establecidas en este estudio y así evitar la degradación de los suelos, en pro del medio ambiente. Leyes que otorgan incentivos por parte del estado:
 - Ley 2 de 1986, incentiva al sector agropecuario en general, plan económico que modifica la estructura productiva creando incentivos a la actividad.
 - Ley 77 de 2005, otorga incentivos fiscales a las inversiones en reforestación (maderables y frutales) serán deducibles de impuestos sobre la renta.
 - Ley 24 de 2001, apoyo a los productores agropecuarios por compensación en casos fortuitos, desastres naturales, plagas, etc.
 - Ley 25 de 2001, incentivo a la competitividad a través de la transformación, innovación y adopción de la tecnología agropecuaria.

9. La utilización de bioingeniería que se encuentra en la gramínea especial (Vetiveria zizanioides) la cual es un apoyo y una herramienta invaluable de bajo costo, fácil manejo, en la estabilización de taludes para el control de erosión.

10. Que las autoridades municipales, en conjunto con organizaciones no gubernamentales y las empresas privadas establezcan convenios para la conservación y buen manejo de los recursos en las zonas hortícola del corregimiento de Cerro Punta.
11. Para levantar la información a través de estos modelos es importante que los productores o la comunidad en general, tengan un buen nivel de referencia de la problemática existente del sector.
12. Incentivar a los productores de establecer las prácticas de conservación a través de habilidades de capacitación dentro del ámbito de acción en que trabajan los productores de laderas, que les ayudara a encontrar las soluciones a sus problemas para mejorar o conservar la calidad del suelo y de la producción.
13. Los resultados obtenidos en esta investigación pueden ser utilizados como un modelo metodológico y como herramienta de información para proyectos relacionados a la conservación de suelos en las áreas agrícolas de tierras altas de provincia de Chiriquí, tomando en consideración las condiciones propias de cada región.

7. BIBLIOGRAFÍA

Arias Jiménez, AC. (2001). Suelos tropicales. San José. CR, EUNED. 188 p.

Arauz José, González Roger. (2009). Determinación de la tasa de erosión bajo sistemas tradicionales de cultivo mediante parcelas de escorrentía en la comunidad de Entre Ríos, Cerro Punta, Provincia de Chiriquí. Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniería en Manejo de Cuencas y Ambiente. Panamá: Up, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 120 p.

Aizprúa, J. (2000). Un suelo sin vida. Periódico la Prensa. Panamá. A6.

Bronzoni, G; (1996). Manual de manejo de conservación de suelos y aguas. Ed. De cubero. 2ed. Costa Rica, EUNED. 300 p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) 1985.

Proyecto regional de manejo de cuencas. Conservación de suelos, curso de capacitación. Panamá. 71 p. (En línea). Consultado el 20 de enero del 2017. Disponible en: <https://goo.gl/gjB4lq>

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) 1986.

Proyecto regional de manejo de cuencas. Conservación de suelos, curso de capacitación. Honduras. 59 p. (en línea) Consultado 21 de enero del 2017. Disponible en: <https://goo.gl/uDYmv3>

CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) 2003. "Costos de obras de conservación", Gerencia de suelos forestales- CONAFOR. México. 205 p.

Cubero Fernández, D. (2001). Clave de bolsillo para la determinación de la capacidad de uso de la tierra. Costa Rica. (En línea). Consultado el 14 de febrero del 2016. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/170792906/Guia-de-Capacidad-de-Uso>

Cubero, D. (1994). Manual de Manejo y Conservación de suelos y aguas. 2da edición. San José, Costa Rica. Pág. 46-48. (En línea). Consultado el 30 de mayo del 2016. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/P36-1946.pdf>

Carrasco, J. (1994). La Conservación de Suelos. Determinación de la pendiente, distancia y trazado de las curvas de nivel. Revista LPA (La Platina) N° 80. Santiago, Chile. 37-41 p.

Chávez E, Fonseca W. (1991). Ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill), especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica, Informe Técnico No. 168 p.

Dourojeanni, A. (1978). Diseño Construcción y Mantenimiento de canales vegetados. Ministerio de Agricultura. Lima- Perú.

Durán, J y Pérez, C. (2012). Uso del Pasto Vetiver como una propuesta de bioingeniería en la estabilización de taludes en la comunidad de Bucaramanga. Monografía Ing. Colombia, UIS. 95 p. (En línea). Consultado el 20 de enero del 2017. Disponible en: <https://goo.gl/qXliCT>

ETESA (Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. PA) 2015. Datos Climáticos Históricos. (En línea). Consultado el 23 de mayo del 2016. Disponible en <http://www.hidromet.com.pa/index.php>

FAO (Food and Agriculture Organization). 1996. Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia, Tomo I: bases técnicas y experiencias en África y Asia. Serie: zonas áridas y semiáridas N° 11. Santiago, Chile.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2011. Buenas prácticas, barreras vivas. Guatemala. I ed. (en línea). Consultado 23 de feb 2015. Disponible en <http://coin.fao.org/coinstatic/cms/media/10/13195641664990/barrerasfinal.pdf>

FAO (Food and Agriculture Organization). 2015. Conservación de suelos y agua en América latina y el Caribe. Suelos y aguas en riesgo. (en línea). Consultado el 17 enero del 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/americas/perspectivas/suelo-agua/es/>

FHIA (Fundación Hondureña de investigación agrícola) 2004. Guía sobre prácticas de conservación de suelos. La lima. Honduras. 24 p. (en línea). Consultado el 21 feb del 2017. Disponible en: http://fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/gppractconssuelos.pdf

Figueroa, I. (1987). Efecto de seis frecuencias de riego en el rendimiento de y evapotranspiración del cultivo del frijol. Tesis sometida para optar por el título de ingeniero agrónomo. Universidad de San Carlos, Guatemala.

IICA, (Instituto interamericano de cooperación para la agricultura.) 1985. Compendio de Agronomía tropical, Ministerio de Exteriores de Francia. Tomo

I. San José, CR. 504 p. Consultado el 3 de Dic del 2017. Disponible en:

http://opac.pucv.cl/pucv_img/Img-3500/UCR3956_01.jpg

IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá). 2015. Barreras vivas. Panamá. (En línea). Consultado el 2 de marzo del 2017. Disponible en

<http://www.idiap.gob.pa/2015/08/20/barreras-vivas/>

Jiménez Zúñiga. R. s.f. Uso conforme del suelo: una necesidad para Costa Rica, en el uso agrario de la tierra de la tierra y su ordenamiento. Costa Rica. (En línea). Consultado el 4 de Dic del 2016. Disponible en: <https://goo.gl/vdy5UY>

Klingebiel, A. Montgomery, P.H. (1961). Land capability classification. Agricultural Handbook 210. USDA. Soil Conservation Service. Washington, D.C, EE.UU. (En línea). Consultado el 1 abril del 2015. Disponible en:

<https://goo.gl/09luoB>

Low, F. y Paulet, M. (1967). Conservación de suelos. Universidad Nacional agraria La Molina. Lima –Perú. 111 p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR); MIRENEM (Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas). 1994. Decreto N° 23214, Gaceta N° 107/1994: Metodología Determinación Capacidad Uso Tierras Costa Rica. Costa Rica. (en línea). Consultado 26 de sep. 2016. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/legislacion/1994/de-23214.pdf>

MIAMBIENTE (Ministerio de Ambiente, PA); BID (Banco Interamericano de Desarrollo, PA). 2011. Atlas Ambiental de la República de Panamá. (En línea) Consultado 26 Dic 2016. Disponible en http://www.somaspa.org/noticias/Atlas_Ambiental.pdf

MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario). 2012. Construcción de un sistema de riego en alto de Bambito, Provincia de Chiriquí. Pág. 8 (En línea). Ciudad de Panamá. Consultado el 14 de mayo del 2016. Disponible en: <http://goo.gl/NNLTpj>

MINAE (Ministerio del Ambiente y Energía, CR). 2004. Manual Técnico Del Departamento De Aguas. La Gaceta Oficial. 20 de mayo del 2004 N° 98. (En Línea). Consultado el 15 de enero del 2017. Disponible en: <http://www.dse.go.cr/es/02ServiciosInfo/Legislacion/PDF/Ambiente/Aguas/ManualTecnicoDpto.pdf>

Orihuela, J. (2007). Manual sobre el uso y manejo del pasto vetiver (Chysopon zizonioides) Lima, Perú. (en línea). Consultado el 20 de enero 2017. Disponible en <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7547/2/144371.pdf>

PASOLAC (Programa para la agricultura sostenible en laderas de América Central). (2000). Guía técnica de conservación de suelos. I ed. El salvador. 48 p. (en línea). Consultado el 7 de febrero del 2017. Disponible en <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=1016>

Pereira, L. (2010). El riego y sus tecnologías claves. Centro regional de estudio de agua. Costa Rica. Pág 12.

Ritchters, E. (1995). Manejo del uso de la tierra en América central: hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra. San José, CR, IICA, 440 p. (Colección Investigación y Desarrollo/ IICA, no. 28).

Rodríguez, A. (1983). Evaluación Indirecta de los Recursos Hídricos de una Cuenca, Modelo de Precipitación y Escorrentía. IAHS N°152. Pág. 57-59.

Romero, R. (2012). Conservación ecológica de tierras altas en Chiriquí, Monografías. Panamá. (En línea). Consultado el 28 de mayo 2016. Disponible: <http://www.monografias.com/trabajos5/conec/conec2.shtml#ixzz49yBrb6o2>

Saldaña, V. (2012). Sequía golpea duro al agro y la ganadería en Chiriquí. El Siglo, Editora Panamá América. Panamá. Pág. 1. (En línea). Consultado el 28 de mayo del 2016. Disponible en: <http://www.panamaamerica.com.pa/content/sequ%C3%ADa-golpea-duro-al->

Sánchez, M. (1992). Métodos para el estudio de la evaporación y evapotranspiración. N° 3, 36 pág. (En línea). Consultado el 12 de mayo del 2016. Disponible en: <http://hidrologia.usal.es/temas/Evapotransp.pdf>

Sánchez, J. (1999). Uso Consuntivo Del Cultivo: Metodología Blanney y Criddle Modificada Relacionando Fenología y Precipitación. (En línea). Consultado el 25 de mayo 2016. Disponible en: http://www.avocadosource.com/WAC4/WAC4_p201.pdf

Suarez De Castro, F. (1979). Conservación de suelos. Costa Rica, Editorial IICA. (en línea). Consultado el 21 de noviembre del 2017. Disponible en: <https://goo.gl/1fVccH>

Valverde, JC. (2000). Riego y drenaje. Características y Propiedades físicas del suelo en relación con el riego. Editorial Eunned. Ciudad de San José, CR. Capitulo II, pág. 44-70. (En línea). Consultado el 11 de mayo del 2016. Disponible en: <http://www.ecured.cu/Evapotranspiraci%C3%B3n#Fuentes>

8. ANEXOS

ANEXO 1. COEFICIENTE DE CULTIVO “Kc” PARA EL CÁLCULO DEL USO CONSUTIVO DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS.

| CULTIVO | ETAPA DE DESARROLLO | | |
|-----------------|---------------------|-------|-------|
| | DESARROLLO | MEDIA | FINAL |
| Frijol | 0.96 | 1.05 | 0.75 |
| Tomate | 0.66 | 0.98 | 0.60 |
| Chile | 0.90 | 1.02 | 0.27 |
| Papa | 0.83 | 1.30 | 0.70 |
| Maní | 0.75 | 0.91 | 0.43 |
| Caña de azúcar | 0.62 | 1.23 | 0.88 |
| Zanahoria | 0.75 | 1.06 | 0.75 |
| Espárrago | | 0.95 | 0.15 |
| Lechuga | 0.60 | 0.83 | 0.60 |
| Cebolla | 0.75 | 1.03 | 0.20 |
| Remolacha | | 1.14 | 0.70 |
| Repollo | 0.75 | 1.00 | 0.80 |
| Pepino | 0.70 | 0.90 | 0.75 |
| Apio | | 1.00 | 0.85 |
| Melón | 0.70 | 0.80 | 0.70 |
| Vainica | 0.65 | 1.00 | 0.85 |
| Maíz | 0.80 | 1.05 | 0.55 |
| Culantro | | 0.60 | 0.50 |
| Fresa | | 0.90 | 0.80 |
| Rábano | 0.60 | 0.90 | 0.90 |
| Brócoli | 0.75 | 0.95 | 0.80 |
| Pastos de corte | 0.82 | 0.90 | 0.70 |

Fuente: Valverde, 2000.

ANEXO 2. EFICIENCIA DEL RIEGO SEGÚN LOS MÉTODOS DE APLICACIÓN DE AGUA

| SISTEMA DE RIEGO | EFICIENCIA (%) |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Aspersión | 70 % |
| Micro aspersión o rotor y/o spray | 70% |
| Goteo | 90% |
| Gravedad | 40% |

FUENTE MINAE, 2004.

ANEXO 3. PENDIENTE EN UN PUNTO DE LA CURVA DE PRESIÓN DE SATURACIÓN DE VAPOR – TEMPERATURA ($\Delta/^\circ\text{C}$) Y PRESIÓN DE SATURACIÓN DE VAPOR ES EN MM HG.

| T^oC | $\Delta/^\circ\text{C}$ | es | T^oC | $\Delta/^\circ\text{C}$ | es |
|-----------------------|-------------------------|-----------|-----------------------|-------------------------|-----------|
| 10 | 1.23 | 9.21 | 25 | 2.78 | 23.76 |
| 15 | 1.64 | 12.79 | 26 | 2.92 | 25.21 |
| 16 | 1.73 | 13.63 | 27 | 3.03 | 26.74 |
| 17 | 1.82 | 14.53 | 28 | 3.23 | 28.35 |
| 18 | 1.92 | 15.48 | 29 | 3.40 | 30.04 |
| 19 | 2.03 | 16.48 | 30 | 3.57 | 31.82 |
| 20 | 2.14 | 17.53 | 31 | 3.75 | 33.70 |
| 21 | 2.26 | 18.65 | 32 | 3.93 | 35.66 |
| 22 | 2.38 | 19.83 | 33 | 4.12 | 37.73 |
| 23 | 2.51 | 21.07 | 34 | 4.32 | 39.90 |
| 24 | 2.64 | 22.38 | 35 | 4.53 | 42.18 |

FUENTE: IICA, 1985.

ANEXO 4. RADIACIÓN SOLAR EXTRATERRESTRE, RA VALORES MENSUALES PROMEDIOS EXPRESADOS EN CAL CM² DÍA-1 (LANGLEYS POR DÍA).

| Latitud Norte | Ene | Feb | Ma. | Abr. | Ma. | Jun | Jul. | Ago | Sep | Oct. | Nov | Dic. |
|----------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| 15 | 719 | 790 | 870 | 922 | 937 | 936 | 937 | 932 | 897 | 823 | 741 | 696 |
| 14 | 731 | 800 | 875 | 922 | 933 | 929 | 931 | 930 | 900 | 931 | 752 | 709 |
| 13 | 743 | 809 | 880 | 922 | 928 | 923 | 926 | 928 | 902 | 839 | 763 | 722 |
| 12 | 755 | 818 | 885 | 921 | 923 | 916 | 920 | 925 | 905 | 846 | 774 | 735 |
| 11 | 767 | 827 | 889 | 921 | 918 | 909 | 913 | 922 | 907 | 853 | 785 | 747 |
| 10 | 778 | 835 | 893 | 919 | 913 | 902 | 907 | 919 | 909 | 860 | 796 | 759 |
| 9 | 789 | 844 | 897 | 918 | 907 | 894 | 900 | 916 | 911 | 867 | 807 | 772 |
| 8 | 801 | 852 | 901 | 916 | 902 | 887 | 893 | 913 | 912 | 874 | 817 | 783 |
| 7 | 811 | 860 | 904 | 914 | 896 | 879 | 886 | 909 | 913 | 880 | 827 | 795 |
| 6 | 822 | 867 | 907 | 912 | 889 | 871 | 879 | 905 | 914 | 886 | 837 | 807 |
| 5 | 833 | 875 | 910 | 910 | 883 | 862 | 871 | 900 | 914 | 891 | 846 | 818 |
| 4 | 843 | 882 | 912 | 907 | 876 | 854 | 863 | 896 | 915 | 897 | 856 | 829 |
| 3 | 853 | 889 | 914 | 904 | 869 | 845 | 855 | 891 | 915 | 902 | 865 | 840 |
| 2 | 863 | 896 | 916 | 901 | 862 | 836 | 847 | 886 | 914 | 907 | 874 | 851 |
| 1 | 872 | 902 | 918 | 897 | 854 | 827 | 839 | 880 | 914 | 912 | 883 | 861 |
| 0 | 882 | 908 | 919 | 893 | 847 | 817 | 830 | 875 | 913 | 916 | 891 | 871 |

FUENTE: IICA, 1985.

ANEXO 5. DURACIÓN MÁXIMA POSIBLE DE LUZ DEL SOL PARA DIFERENTES MESES Y LATITUDES NORTE EXPRESADA EN UNIDADES DE 30 DÍAS DE 12 HORAS CADA UNO.

| Lat Norte | Ene. | Feb | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 15 | 0.97 | 0.91 | 1.03 | 1.04 | 1.11 | 1.08 | 1.12 | 1.08 | 1.02 | 1.01 | 0.95 | 0.97 |
| 10 | 1.00 | 0.91 | 1.03 | 1.03 | 1.08 | 1.06 | 1.08 | 1.07 | 1.02 | 1.02 | 0.98 | 0.99 |
| 5 | 1.02 | 0.93 | 1.03 | 1.02 | 1.06 | 1.03 | 1.06 | 1.05 | 1.01 | 1.03 | 0.99 | 1.02 |
| 0 | 1.04 | 0.94 | 1.04 | 1.01 | 1.04 | 1.01 | 1.04 | 1.04 | 1.01 | 1.04 | 1.01 | 1.04 |

FUENTE: IICA, 1985.

Para encontrar la duración máxima posible de luz solar de cualquier mes multiplíquese 12 x 30 x coeficiente.

ANEXO 6. PORCENTAJE MENSUAL DE HORAS DE LUZ SOLAR CON RESPECTO AL TOTAL ANUAL HASTA 12° DE LATITUD NORTE.

| Lat Norte | Ene. | Feb | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 12° | 8.08 | 7.40 | 8.44 | 8.43 | 8.84 | 8.64 | 8.90 | 8.78 | 8.27 | 8.28 | 7.85 | 8.05 |
| 10° | 8.11 | 7.40 | 8.44 | 8.43 | 8.81 | 8.57 | 8.84 | 8.74 | 8.26 | 8.29 | 7.89 | 8.08 |
| 8° | 8.13 | 7.41 | 8.45 | 8.39 | 8.75 | 8.51 | 8.77 | 8.70 | 8.25 | 8.31 | 7.89 | 8.11 |
| 6° | 8.19 | 7.49 | 8.45 | 8.39 | 8.73 | 8.48 | 8.75 | 8.69 | 8.25 | 8.41 | 7.95 | 8.19 |
| 4° | 8.20 | 7.58 | 8.45 | 8.33 | 8.65 | 8.40 | 8.67 | 8.63 | 8.21 | 8.43 | 7.95 | 8.20 |
| 2° | 8.43 | 7.62 | 8.47 | 8.22 | 8.51 | 8.25 | 8.52 | 8.50 | 8.20 | 8.45 | 8.16 | 8.42 |
| 0° | 8.49 | 7.67 | 8.49 | 8.22 | 8.49 | 8.22 | 8.49 | 8.49 | 8.19 | 8.49 | 8.22 | 8.49 |

FUENTE: IICA, 1985.

**ANEXO 7. PRÁCTICA DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y AGUA SEGÚN LA CLASE DE
CAPACIDAD DE USO.**

| Código | Descripción de las prácticas | Unidad | CLASES | | | | | | |
|--------|--|----------------|--------|----|-----|----|---|----|-----|
| | | | I | II | III | IV | V | VI | VII |
| 0101 | Levantamiento Topográfico | Has | x | x | x | x | x | x | x |
| 0102 | Estudios de suelo | Has | x | x | x | x | x | x | X |
| 0103 | Planificación Agroconservacionista de fincas | Has | x | x | x | x | x | x | X |
| 0201 | Canal de Guardia | Mts | | x | x | x | x | x | |
| 0202 | Acequias de ladera | Mts | | | x | x | | x | |
| 0203 | Terrazas de huerto | Mts | | | x | x | | X | |
| 0204 | Terrazas de desviación | Mts | | x | x | x | | | |
| 0205 | Muros de Piedra | Mts | | x | x | x | | x | |
| 0206 | Vía de agua empastada | Mts | | x | x | x | | x | |
| 0207 | Camino de acceso y drenaje | Mts | | x | x | x | x | x | |
| 0208 | Cortinas rompevientos | Mts | | x | x | x | x | x | |
| 0209 | Surcos en contorno en pastizales | Mts | | | | | x | | |
| 0210 | Establecimiento de cercas | Mts | | x | x | x | x | x | X |
| 0301 | Canal de desviación | Mts | | | x | x | | x | |
| 0302 | Estanque de Agua | Mts Cúbicos | | x | x | x | x | x | X |
| 0303 | Represa de Agua | Mts Cúbicos | | x | x | x | x | x | X |
| 0304 | Diques en contorno (melgas) | Mts | | x | | x | | | |
| 0305 | Canal de infiltración | Mts | | x | x | x | x | x | |
| 0306 | Terraza de banco | Mts | | | x | x | | x | |

| | | | | | | | | | |
|------|-------------------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|
| 0307 | Terraza Individual | Unidad | | | | x | | x | |
| 0401 | No labranza | Has | x | x | x | x | x | x | |
| 0402 | Labranza mínima | Has | x | x | x | x | x | x | |
| 0403 | Labranza profunda | Has | | x | x | x | | | |
| 0404 | Roturación profunda | Has | | x | x | x | | | |
| 0405 | Labranzas superficiales (reducidas) | Has | x | x | x | x | | | |
| 0406 | Labranza de contorno | Has | | x | x | x | | | |
| 0407 | Siembra en contorno | Has | | x | x | x | | x | |
| 0408 | Barreras vivas | Mts | | x | x | x | | x | |
| 0409 | Barreras muertas | Mts | | x | x | x | | x | |
| 0410 | Rotación de cultivos | Has | x | x | x | x | | | |
| 0411 | Cultivos Intercalados | Has | x | x | x | x | | x | |
| 0412 | Cultivos en Fajas | Has | x | x | x | x | | | |
| 0413 | Apartos para pastoreo en rotación | Has | | | | | x | | |
| 0414 | Cobertura muerta (Mulching) | Mts | | x | x | x | | x | |
| 0415 | Cultivo de cobertura | Has | | x | x | x | | x | |
| 0416 | Barbecho mejorado | Has | | x | x | x | | | |
| 0417 | Sistemas Agroforestales | Has | | x | x | x | | x | |
| 0418 | Enmiendas orgánicas animales | Has | x | x | x | x | x | x | |
| 0419 | Compost | Mts Cúb. | x | x | x | x | | x | |
| 0420 | Abono Verde | Has | x | x | x | x | x | x | |
| 0421 | Fertilización y enmiendas minerales | Kg/Ha | x | x | x | x | x | x | |
| 0501 | Control de cárcavas | Has | | | | | | x | X |
| 0502 | Control de deslizamiento | Has | | | | | | x | X |
| 0503 | Control de inundación | Has | x | | x | x | x | | |

| | | | | | | | | | |
|------|------------------------------|--------|--|---|---|---|---|---|---|
| 0603 | Desaguadero lateral | Mts | | x | x | x | x | x | |
| 0605 | Aprovechamiento de manantial | Unidad | | x | x | x | x | x | X |
| 0606 | Sistema de riego | Mts | | x | x | x | x | x | |
| 0607 | Ubicación de bebederos | Unidad | | | | | x | | |

Fuente: Cubero, D. (1994).

ANEXO 8. CATEGORÍAS POR PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO DEL SUELO

❖ PENDIENTE

La pendiente de un terreno se expresa como el grado de declive o sea una relación entre las distancias vertical y horizontal de dos puntos en términos porcentuales.

| CATEGORÍAS DE PENDIENTE EN FUNCIÓN DEL RELIEVE | |
|--|------------------------|
| RELIEVE | PENDIENTE (PORCENTAJE) |
| PLANO O CASI PLANO | Cero a tres |
| LIGERAMENTE ONDULADO | Tres a ocho |
| MODERADAMENTE ONDULADO | Ocho a 15 |
| ONDULADO | 15 a 30 |
| FUERTEMENTE ONDULADO | 30 a 60 |
| ESCARPADO | 60 a 75 |
| FUERTEMENTE ESCARPADO | Más de 75 |

❖ EROSIÓN

Se refiere al daño visible causado a los suelos por la erosión acelerada.

| CATEGORIAS DE EROSIÓN | |
|---|--|
| Categorìa | Categorìa |
| Nula | Sin sintomas de erosión |
| Ligera o leve (Erosión laminar y/o en surcos ligera) | Los suelos presentan pocos canalículos de escasos centímetros de profundidad después de las lluvias, la presencia de pedestales de poca altura (menores a tres centímetros) puede ser un índice de erosión leve, lo mismo que marcas livianas de pisoteo en pastos. Se considera que se ha perdido menos del 25 porcentaje del horizonte A original. |
| Moderada (Erosión laminar y/o en surcos moderada) | Se observan síntomas de erosión a través de la presencia generalizada de canalículos y surcos pocos profundos en campos de cultivos en maduración, y de trillas poco profundos entre las macollas de gramíneas, en pastos o pedestal es altos (tres a cinco centímetros). Se considera que se ha perdido hasta un 50 por ciento del horizonte A original. |
| Severa (Erosión laminar y/o en surcos fuertes, o cárcavas incipientes) | Se observa la presencia de abundantes surcos aún después del arado, de canalículos y surcos profundos en campos con cultivos en maduración y la presencia de trillas profundos sin vegetación y pequeños deslizamientos en laderas, con macollas sobre pedestales (cinco a 10 centímetros) de tierras en pastos. El suelo ha sido erosionado hasta en un 100 por ciento del horizonte A original. |
| Muy severa (Cárcavas profundas y/o densas) | Los suelos están prácticamente destruidos o son fuertemente truncados, con exposición del horizonte B. En algunos suelos se produce un microrelieve con cárcavas profundas en patrones dendríticos y en otros hay transacción extrema de los horizontes superficiales, con o sin la presencia de cárcavas. En esta categoría se incluyen los deslizamientos y/o deposiciones masivas de suelos que se han desplazado desde su lugar de origen. |

PROFUNDIDAD EFECTIVA

Se define como la profundidad efectiva al grosor de las capas del suelo y subsuelo en las cuales las raíces pueden penetrar sin dificultad, en busca de agua, nutrimentos y sostén.

Su límite inferior está definido por capas u horizontes compactos que impiden el desarrollo de las raíces, como arcillas muy densas y compactas, horizontes cementados, compactos (panes endurecidos), estratos rocosos o pedregosos continuos, nivel freático asociado con gleización, horizontes con concentraciones tóxicas de algún elemento (cobre, manganeso, sodio).

| CATEGORIAS DE PROFUNDIDAD | |
|---------------------------|-------------|
| Categoría | Centímetro |
| Muy profundo | Más de 120 |
| Profundo | 90 a 120 |
| Moderadamente profundo | 60 a 90 |
| Poco profundo | 30 a 60 |
| Superficial | Menos de 30 |

❖ PEDREGOSIDAD Y/O ROCOSIDAD

Es el contenido de piedras y rocas que interfieren en las labores de labranza, crecimiento de raíces y el movimiento de agua. Para propósitos de esta metodología, la pedregosidad se define como el contenido de grava cuyo tamaño varía de 0,2 a 20 milímetros, las piedras tienen más de dos cm de

diámetro y rocosidad es la proporción relativa de exposición de la roca fija, ya sea por afloramiento en suelos muy delgados o por conglomerados.

| CATEGORÍAS DE PEDREGOSIDAD O ROCOSIDAD | |
|---|---|
| Categoría | Descripción |
| Sin pedregosidad | No hay piedras o rocas o son tan pocas que no interfieren en la preparación del suelo. Las piedras y/o rocas cubren menos de un metro cuadrado/hectárea, o sea inferior de 0,01 por ciento del área. En esta categoría se acepta hasta cinco por ciento del volumen del suelo con grava. |
| Ligeramente pedregoso | El contenido de piedras y/o rocas interfiere con la preparación de terrenos, pero sin impedir esta labor. El área cubierta por las piedras y/o rocas varía entre uno y 10 metros cuadrados/hectárea sea 0,01-0,1 por ciento del área. Se acepta de cinco a 10 por ciento del volumen del suelo con grava. |
| Moderadamente pedregoso | El contenido de piedras y/o rocas es suficiente para dificultar la preparación del terreno, por lo que esta labor debe desarrollarse cuidadosamente. El área ocupada por las piedras y/o rocas varía de 10 a 300 metros cuadrados/hectárea o sea 0,1-tres por ciento del área. Se acepta de 10 a 15 por ciento del volumen del suelo con grava. |
| | El contenido de piedras y/o rocas sólo permite la utilización de maquinaria liviana o herramientas de |

| | |
|---------------------------------|--|
| Pedregoso | mano para preparar el terreno. El área ocupada por las piedras y/o rocas varía de 300 a 800 metros/hectárea, o sea tres ocho por ciento del área. Se acepta de 10 a 15 por ciento del volumen del suelo con grava. |
| Muy pedregoso | El contenido de piedras y/o rocas es suficiente para impedir cualquier uso de maquinaria agrícola en la preparación de terrenos, por lo que solo se pueden usar implementos manuales. El área ocupada por las piedras y/o rocas varía de 800 a 2 000 metros cuadrados/hectárea o sea de ocho a 20 por ciento. Se acepta de 25 a 50 por ciento del volumen del suelo con grava. |
| Extremadamente pedregoso | La superficie se encuentra prácticamente cubierta de piedras y/o rocas, con más de 50 por ciento de la misma cubierta por éstas. Se acepta más de 75 por ciento del volumen del suelo con grava. |

❖ DRENAJE

Es la rapidez con que el agua se desplaza, ya sea por escurrimiento superficial o por su movimiento a través del perfil hacia espacios subterráneos.

| CATEGORIAS DE DRENAJE | |
|-------------------------------|---|
| Categoría | Descripción |
| Excesivo | El agua se elimina del suelo rápidamente, ya sea porque posee texturas muy livianas o bien pendientes escarpadas y expuestas (sin apreciable cobertura vegetal). |
| Moderadamente excesivo | El agua se elimina del suelo en forma moderadamente rápida. Muchos de estos suelos son de textura moderadamente liviana y/o de relieve ondulado. |
| Bueno | El agua se elimina del suelo con facilidad, pero no con rapidez. Los suelos bien drenados tienen comúnmente texturas medias; sin embargo, suelos arcillosos con buena estructura pueden incluirse dentro de esta clase. El nivel freático se encuentra a profundidades mayores de 120 centímetros, y si aparecen moteos, éstos están a más de 90 centímetros. |
| Moderadamente lento | En esta clase, el agua se elimina del suelo con cierta lentitud, de modo que el perfil permanece saturado (humedad excesiva) durante períodos cortos pero apreciables. Los suelos de drenaje moderadamente lento por lo general tiene una capa de permeabilidad lenta en el perfil, o un nivel freático relativamente alto (60-90 centímetros de profundidad), y con moteos después de 30 centímetros; pueden aparecer ocasionalmente horizontes gleizados en el subsuelo |

| | |
|------------------|--|
| Lento | El agua se elimina del suelo con lentitud suficiente para mantenerlo saturado durante períodos muy apreciables de tiempo (tres a seis meses al año). Los suelos de drenaje lento tienen usualmente un nivel freático alto entre 30 y 60 centímetros de profundidad, y con moteos a menos de 30 centímetros y es normal que se presenten capas gleizadas en el subsuelo |
| Muy lejos | El agua se elimina tan lento que el suelo permanece saturado por largos períodos de tiempo (seis a nueve meses al año). El nivel freático está por lo general cerca de la superficie del suelo (menos de 30 centímetros) durante una parte considerable del año y siempre con moteos usualmente desde la superficie. |
| Nulo | El agua se elimina tan lento que el suelo permanece saturado por largos períodos de tiempo (seis a nueve meses al año). El nivel freático está por lo general cerca de la superficie del suelo (menos de 30 centímetros) durante una parte considerable del año y siempre con moteos usualmente desde la superficie. |

❖ NEBLINA

La presencia de neblina deja en las áreas de influencia, específicamente sobre la vegetación arbórea, características fácilmente interpretables a su frecuencia y densidad.

| CATEGORIA DE NEBLINA | |
|-----------------------------|--|
| Ausente | <p>Aquí se incluyen los sitios en que la neblina no representa ningún obstáculo para el desarrollo normal de las actividades agrícolas. La categoría comprende las áreas que no tienen influencia de neblina, así como aquellas en las cuales existe neblina con poca frecuencia y por periodos de corta duración, ya que ocurre sobre todo en algunos días en el invierno y normalmente durante la noche o primeras horas del día. Se reconoce en el campo por la ausencia o poca frecuencia del musgo sobre los árboles, el cual puede aparecer inclusive cubriendo parcialmente algunas ramas de la mayoría de los árboles del lugar.</p> |
| Moderada | <p>Esta categoría corresponde a lugares afectados por neblina casi a diario durante el invierno y en forma más aislada durante el verano. Generalmente se encuentran tales sitios en sectores de pasos de nubes, por lo que muchas de las neblinas son densas, causadas por el contacto directo de las nubes con la tierra. Estos fenómenos pueden ocurrir a cualquier hora del día, pero son más comunes durante las horas de la tarde y noche. En el campo se determinan tales condiciones por la abundancia de musgo, el cual cubre gran parte de las ramas y de los troncos de casi todos los árboles. Este puede ser colgante (cinco a 15 centímetros de longitud) o en forma más corta, pero formando capas. Cuando se trata de árboles jóvenes (cinco a 10 años) el efecto de neblina es menos notorio, en estos casos, dependiendo de su edad, tendrán por lo general una menor cantidad de musgo.</p> |

| | |
|--|--|
| <p>Fuerte (Bosque Nuboso)</p> | <p>Corresponde a áreas en las que la neblina es tan frecuente (Bosque Nuboso) que ocurre casi todos los días y es producida por el casi contacto diario entre las nubes y el terreno. Su comportamiento es muy variado en cuanto a la frecuencia y duración de las masas de nubes, pero puede ocurrir durante varias horas en forma continua o en períodos intermitentes. Son sitios fácilmente reconocibles por la abundancia del musgo, el que cubre todo o casi todo el árbol, formando en la mayoría de los casos una verdadera “alfombra” sobre las ramas o tronco de los árboles maduros o viejos. Es muy común ver musgos sobre las hojas de los árboles y los árboles aislados casi, siempre mueren o son pequeños o deformes, ya que es normal que la neblina tres esté asociadas con vientos que soplan en forma constante. Por lo anterior, es corriente observar que los árboles protegidos del viento (sotavento), tengan los efectos de la neblina dos, mientras que, a pocas decenas de metros, sobre las lomas, los árboles estén cargados de musgo (neblina tres). Resulta común observar bajo tales condiciones, que los postes de las cercas y aún los cortes de camiones se encuentran cubiertos de musgos, aún los bosques naturales de tales sectores son de baja altura y de poca importancia económica, y en muchos casos no resulta rentable su manejo.</p> |
|--|--|

❖ RIESGO DE ANEGAMIENTO O INUNDACIÓN

Se refiere a probabilidad y frecuencia de ocurrencia de un desborde de una corriente de agua fuera de su cauce normal ocasionando un peligro para las áreas aledañas. El anegamiento puede ser causado por el estancamiento de aguas en depresiones y llanuras, en especial sobre suelos con problemas de drenaje.

| CATEGORIAS DE ANEGAMIENTO O INUNDACIÓN | |
|---|--|
| Categoría | Descripción |
| Nulo | Los suelos no presentan ningún riesgo de sufrir inundaciones |
| Leve | Se presentan en forma ocasional y por lo general en años excepcionalmente lluviosos, sin embargo su permanencia no es mayor de una semana. |
| Moderado | Las inundaciones por lo general ocurren todos los años, pero su permanencia es inferior a dos semanas. |
| Severo | Las inundaciones ocurren varias veces al año y permanecen por períodos cortos (menos de dos semanas). |
| Muy severo | Las inundaciones ocurren varias veces al año y por períodos mayores a dos semanas. |

❖ TEXTURA DEL SUELO

La textura se refiere a la proporción relativa de los tamaños de las partículas de la fracción fina del suelo, a saber: arcilla, limo y arena.

| CATEGORÌA TEXTURAL | |
|-----------------------|---|
| Categorìa | Categorìa |
| Gruesas | Arenosa, arenosa franco gruesa y media |
| Moderadamente gruesas | Arenosa franco fina, franco arenosa media y gruesa. |
| Medianas | Franco arenosa fina, franca, franco limoso, limoso. |
| Moderadamente finas | Franco arcillosa, franco arcillo limosa, franco arcillo arenosa. |
| Finas | Arcillosa (menos de 60 por ciento de arcilla), arcillo arenosa y arcillo limosa |
| Muy finas | Arcillosa (más de 60 por ciento de arcilla). |

❖ ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE

La zona de vida es un conjunto de ámbitos específicos de los factores climáticos principales, constituido por la biotemperatura, precipitación y la humedad, los cuales caracterizan una condición ambiental particular para un área geográfica determinada. (Holdridge citado por MAG; MIRENEM 1994). Panamá cuenta con doce zonas de vida diferentes, según el estudio realizado por Joseph Tosi en 1971 (FAO 1971).

| CLASES DE ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE | |
|---|--------------|
| Nombre | Sigla |
| Bosque Seco Tropical | bs-T |
| Bosque Húmedo Tropical | bh-T |
| Bosque Muy Húmedo Tropical | bmh-T |
| Bosque Húmedo Premontano | bh-P |
| Bosque Muy Húmedo Premontano | bmh-P |
| Bosque Pluvial Premontano | bp-P |
| Bosque Húmedo Montano Bajo | bh-MB |
| Bosque Muy Húmedo Montano Bajo | bmh-MB |
| Bosque Pluvial Montano Bajo | bp-MB |
| Bosque Muy Húmedo Montano | bmh-M |
| Bosque Pluvial Montano | bp-M |
| Bosque seco premontano | bs-p |

❖ PERIODO SECO

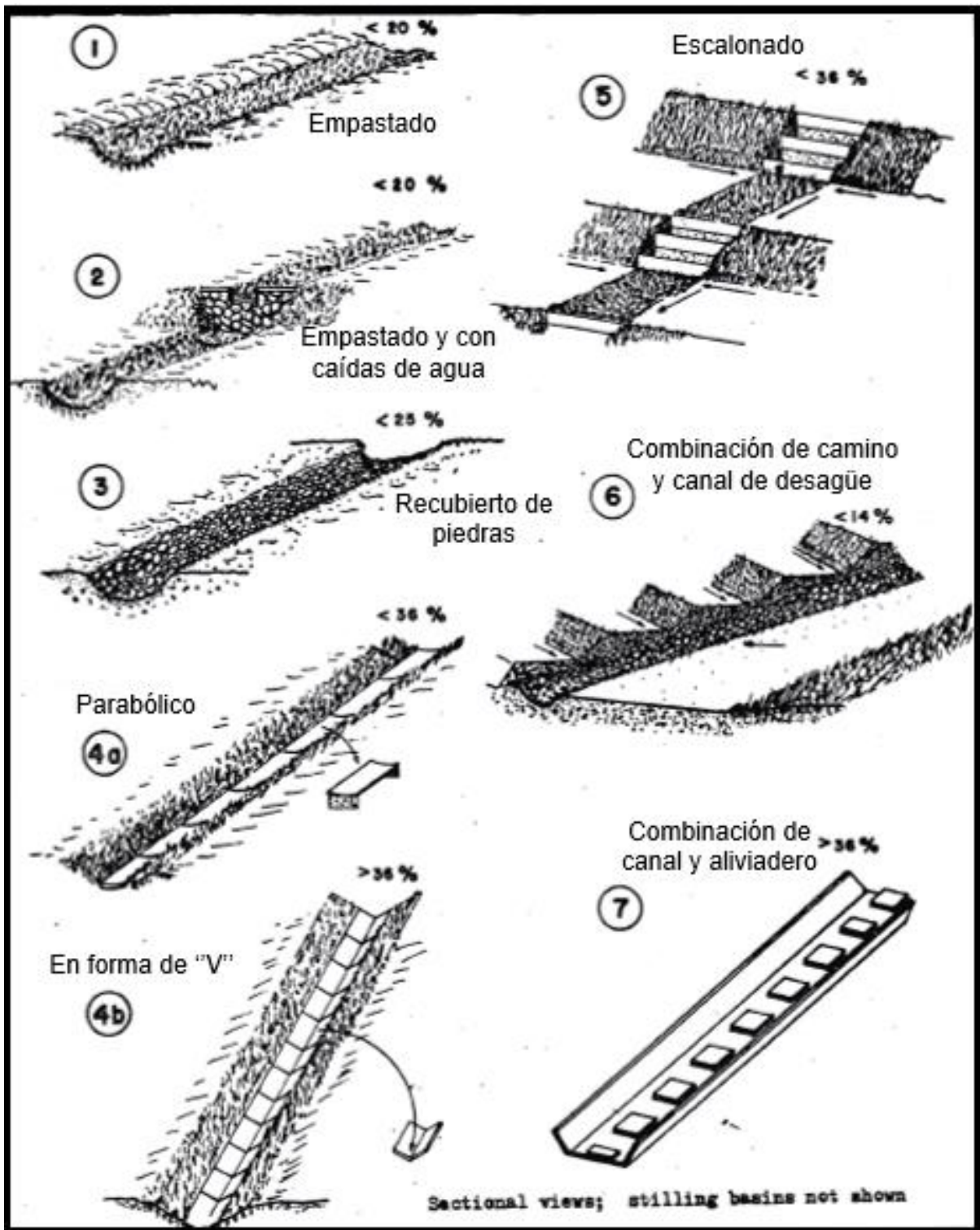
Se entiende por periodo seco el número de meses secos consecutivos.

| CATEGORÍAS DE PERÍODO SECO | |
|-----------------------------------|---------------|
| Categoría | Mes |
| Ausente | Menor de uno |
| Moderado | De uno a tres |
| Fuerte | Más de tres |

❖ DETERMINACIÓN DEL VIENTO

El viento ejerce un efecto mecánico directo sobre las plantas, desecamiento del ambiente y provoca erosión.

| CATEGORÍAS DE VIENTO | |
|-----------------------------|--|
| Categoría | Descripción |
| 1. Ausente | Viento que no provoca problemas en las actividades agrícolas, pecuarias o forestales. Incluye los vientos constantes o frecuentes, con velocidades promedio inferiores a 15 kilómetros/hora. En condiciones de viento uno, los árboles crecen verticalmente y expanden sus ramas en todas direcciones. |
| 2. Moderado | Comprende el viento constante o muy frecuente, con velocidades entre los 15 y 30 kilómetros/hora, el que causa problemas moderados a la agricultura, los que pueden solventarse con la instalación de rompevientos como medidas de protección. También abarca los de velocidades mayores, pero con menor constancia. Corresponde a la categoría de viento dos que se reconoce en el campo por la tendencia general de los árboles a tener sus copas inclinadas ligeramente hacia el lado donde sopla el viento. |
| 3. Fuerte | Corresponde a la categoría de viento tres al que alcanza velocidades superiores a los 30 kilómetros/hora y que tiene una frecuencia mayor a 50 por ciento del tiempo. Este tiene efectos muy perjudiciales para actividades del uso de la tierra, llegando a limitar la capacidad de uso de la misma a pastoreo o producción forestal de bajo rendimiento. Se reconoce en el campo, porque los árboles carecen de ramas del lado donde sopla el viento y por lo general tienen su tronco inclinado debido a la fuerza del viento y al peso de su copa. |



Fuente: FAO, 1996.

FIGURA 19. Principales tipos de canales de desagüe (las vistas no presentan las fosas de disipación de energía).

ANEXO 9. LOS CANALES PRINCIPALES DE DESAGUE (LAS VISTAS NO PRESENTAN LAS FOSAS DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA).

| LOS PRINCIPALES TIPOS DE CANALES DE AGUA | | | | | |
|--|------------|--|---------------------|---|--|
| Tipo | Forma | Protección de canales | Límite de velocidad | Límite de pendiente | Usos |
| 1. Camino de césped. | Parabólico | Por la hierbas | 1,8 m/seg (6'/seg) | <11° (20%) | Para una nueva vía fluvial o una depresión inclinada uniforme. |
| 2. Césped con estructuras de gotas | Parabólico | Por hierba y hormigón o estructuras de albañilería | 1.8 m/seg (6'/seg) | Entre dos estructuras: 3% de pendiente total <11° (20%) | Para tipo de canales discontinuos. |
| 3. Vía acuática suspendida | Parabólico | Por piedras y mallas de alambre | 3 m/seg (10'/seg) | <15° (26%) | Donde están las piedras disponibles |
| 4. Canal de hormigón prefabricado | | | | | Generalmente se necesita una cuenca de detención al final |
| a. Vía navegable parabólica | Parabólico | Por estructuras de hormigón y hierbas. | | <20° (36%) | Donde las lluvias son frecuentes y |

| | | | | | |
|---|-------------------------|---|--|----------------------------|---|
| | | | | | los flujos son constantes. |
| b. Ranura de muesca en V | 90° V- muesca | Por estructuras de hormigón y hierbas. | | <20° (36%) | Igual que arriba y la pendientes muy espinadas |
| 5. Vía escalonada | Parabólico rectangular | Por la hierba y el concreto o las gotas de la albañilería | En parte de la hierba: 1.8 m/seg. (6'/seg) | Pendiente total <20° (36%) | Para la mecanización de 4 ruedas y en el medio de terrazas de banco |
| 6. Complejo de vías navegables | Parabólico | Cubierto por piedras y hierbas | 3 m/seg (10'/seg) | <8° (14%) | Para el cruce de tractores y la mecanización de 4 ruedas. |
| 7. Complejo de la trayectoria del pie y de la tolva | Trapezoidal rectangular | Por hormigón o estructura de albañilería | | <20° (36%) | Para caminos en pequeñas fincas y en pendientes muy empinadas. |

Fuente: FAO, 1996.

ANEXO 10. SITUACIÓN ACTUAL DEL SUELO EN LOS 5 (CINCO) BLOQUES DE PRODUCCIÓN HORTICOLA.



Fuente: Autoría propia (2017)

FIGURA 20. Vista en el sector de El Desierto en la finca Nicolas Rovira, evidencia de erosión hídrica en el suelo a causa de la pendiente.



Fuente: Autoría propia (2017)

FIGURA 21. Vista en el sector de La Amenaza en el cultivo de cebolla en la finca Rene Santamaría, se observa el suelo degradado por erosión hidrica y eólica



Fuente: Autoría propia (2017)

FIGURA 22. Vista en el sector de La Amenaza en la parcela de cebolla en finca de Rene Santamaría, se visualiza el suelo con problemas de cárcavas.



Fuente: Autoría propia (2017)

FIGURA 23. Vista en Alto Los Guerra, vía de acceso a la finca Carlos Jurado, se visualiza la instalación de la tubería del proyecto de riego Alto Bambito.



Fuente: Autoría propia (2017)

FIGURA 24. Vista en La Garita, vía de acceso de la finca Hernan Cortez, observando que el desagüe de los canales es el camino de acceso en dirección a la pendiente.



Fuente: Autoría propia (2017)

FIGURA 25. Vista en Alto Los Guerra, vía de acceso en la finca Carlos Jurado, se puede observar el inicio de cárcavas y deslizamiento de suelo.

ANEXO 11. PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS

1. Prácticas agronomicas de manejo de suelos y cultivo

Son obras estructurales construidas para controlar el movimiento del agua, el control de la pendiente y el drenaje agrícola, estas modifican los factores del proceso erosivo. Entre las prácticas mecánicas más comunes de conservación de los suelos tenemos:

1.1 Acequias a nivel

Son canales angostos trazados verticalmente a la pendiente y se construyen para interceptar las aguas de escorrentías y luego sacarlas o retenerlas según las condiciones del terreno. (CATIE, 1985).

1.1.1 Pasos para la construcción de las acequias a nivel son:

- a)** Se deben seguir las curvas trazadas a nivel, y se inician partiendo del canal de drenaje natural; de lo contrario, la lluvia puede dañar la zanja antes de terminarla.
- b)** Sembrar una barrera viva 20 cm arriba de la curva a nivel para proteger la zanja de la corriente de agua y sedimentos.
- c)** Una vez hecha la barrera viva, colocamos estacas 30 cm abajo de la curva a nivel; marcamos la curva y comenzamos a aflojar la tierra entre las dos hileras marcadas.
- d)** Hacer baches para que el agua no corra y se infiltre con más facilidad. Dar un mantenimiento constante, extrayendo los sedimentos acumulados en las acequias y en caso de derrumbe reparar los taludes.

1.2 Labranza mínima

La labranza mínima es la menor cantidad de rotura del suelo requerida para crear las condiciones de suelo adecuadas para la germinación de la semilla y el desarrollo de la planta. (CATIE, 1985).

1.2.1 Ventajas:

- ❖ Reduce la labor de remoción del suelo y lo prepara en las fajas/franja de los surcos donde va a sembrar.
- ❖ Disminuye la susceptibilidad del suelo a la erosión.
- ❖ Mantiene el nivel de materia orgánica y protege la macro fauna en el suelo.

1.2.2 Desventajas:

- ❖ Distribución de las semillas no uniforme.
- ❖ Competencia entre las plantas y la maleza por lo que puede haber baja producción de cosecha.
- ❖ Las plagas pueden atacar más fácilmente porque las malezas son fuente de plagas.

ANEXO 13. PRÁCTICAS VEGETATIVAS



1.3 Cortinas rompevientos

Según CONAFOR (2003), son plantaciones alineadas en forma perpendicular a la corriente del viento. Se establece con cuatro o más hileras de árboles y arbustos para formar una barrera lo suficientemente alta y densa para disminuir significativamente la velocidad del viento.

1.3.1 Beneficios:

- ❖ Disminuyen la pérdida de suelo ocasionada por el viento.
- ❖ Detienen el suelo acarreado por el viento.
- ❖ Protegen el suelo de la acción erosiva del viento.
- ❖ Protegen los cultivos anuales del acame.
- ❖ Conservan la humedad del suelo y del ambiente.

1.3.2 Elementos de diseño

Según CONAFOR (2003), el diseño de una cortina rompevientos debe estar en función de la velocidad máxima que alcanzan los vientos. Las cortinas se ubicarán y orientarán en sentido perpendicular a las corrientes de aire y deben tener una forma preferentemente trapezoidal.

La experiencia práctica ha demostrado que el espaciamiento entre árboles no debe ser mayor a 3 metros; mientras que en una misma hilera de arbustos no debe ser mayor a 2 metros. La variación para menores espaciamientos está en función del hábito de desarrollo vegetativo de las especies utilizadas.

El diseño de la plantación dentro de la franja de terreno que conformará la cortina rompevientos deberá ser en “tres bolillos”. Este arreglo tiene la ventaja, en relación con el de “marco real”, ya que no permite que haya claros entre hileras de árboles en el sentido del viento.

1.3.3 Selección de las especies para cortinas rompevientos

La selección de especies para cortinas rompevientos, es pertinente considerar una serie de requisitos y características para que se cumpla el objetivo.

Según CONAFOR (2003), las principales son:

- Especies adaptadas a las condiciones edáficas y climáticas de la zona.
- Con gran resistencia a la sequía y un sistema radical vigoroso con desarrollo vertical y horizontal, de manera que puedan aprovechar al máximo la humedad del suelo y que estén bien ancladas.
- Deben ser de crecimiento rápido y morfológicamente uniforme (troncos rectos, vigorosos y longevos).
- Deben tener una gran densidad de copa (muchas ramas y hojas).
- Para el caso de las especies arbustivas que se utilizan en las alineaciones exteriores de la cortina, éstas no deben ser apetecibles para el ganado sino preferentemente espinosas, para que restrinjan el ramoneo.

ANEXO 12. ESPECIES UTILIZADAS PARA CORTINAS ROMPEVIENTOS

| NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN |
|--------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|
| Populus alba | Álamo | Prunus serotina | Capulín |
| Salix alba | Sauz | Robinia pseudoacacia | Robinia |
| Salix babylonica | Sauce llorón | Ulmus americana | Olmo |
| Salix humboldtiana | Sauce tropical | Ulmus parviflora | Olmo |
| Cupressus lindeyi | Cedro blanco | Cassuaria equisetifolia | Casuarina |
| Cupressus sempervivens | Cedro | Eucalyptus spp. | Eucalipto |
| Cupressus macrocarpa | Ciprés | Fraxinus uhdel | Fresno |
| Tamarix articulata | Tamarix | Prosopis laevigata | Mezquite |
| Schinus molle | Pirú o Pirúl | Grevilea robusta | Grevilea |
| Pinus halepensis | Pino alepo | Jacaranda | Jacaranda |
| Pinus spp. | Pinos | mimosaefolia | Framboyán |
| Acacia spp. | Acacia | Delonix regia | Nim |
| Leucaena spp. | Guaje | Azadirachta indica | |

Fuente: CONAFOR, (2003)

1.3.3.1 Especie seleccionada para cortinas rompevientos

Ciprés (*Cupressus lusitanica*)

❖ **Distribución ecológica**

Según Chávez, E, Fonseca W. (1991), esta especie dentro de su rango natural prefiere altitudes de 1800 a 2600 msnm, con precipitaciones promedio de 1500-2500 mm anuales y una temperatura mayor de 12°C. Prefiere suelos de origen volcánico, húmedos, profundos y bien drenados, franco arcilloso a franco arenosos, pero tolera suelos infértiles, calcáreos y arenosos.

Árbol siempre verde, que alcanza alturas de 25 a 30 m y diámetros de hasta 120 cm, con fuste recto, ligeramente acanalado en la base. Copa piramidal, que se amplía en la madurez, produciendo ramas pendulosas. Es abierta en árboles jóvenes, oscura y densa en árboles adultos. (Chávez, 1991).

❖ **Sistemas de finca**

La forma más común de plantar el ciprés es en cortinas rompevientos, por su copa densa y relativamente rígida.

❖ **Plantación en campo**

La plantación puede hacerse con plantas a raíz desnuda o en bolsas, aunque el primer sistema muestra mayor mortalidad. Se utilizan diversos espaciamientos y arreglos

dependiendo de los objetivos de la plantación, por ejemplo, para plantaciones destinadas a producción de madera; y en hileras con espaciamiento desde 2 (m) entre árboles para cortinas rompevientos y linderos. Para control de

erosión en laderas de pendiente fuerte, se sugiere un arreglo de plantación de 3 x 3 (m) en tresbolillo.



Fuente: Chávez, E, Fonseca, W. (1991).

FIGURA 26. Cortinas rompeviento de *Cupressus lusitanica*

1.4 Rotación y asocio de cultivos

La rotación de cultivo es el orden en que sembramos varios cultivos de diferentes familias y con necesidades nutritivas diferentes, uno tras otro, en la misma área o terreno. (CATIE, 1985).

En el orden de rotación de cultivo, se debe introducir una leguminosa para incorporar el nitrógeno al suelo y también debería considerar los siguientes puntos:

- Tipo de aprovechamiento de cultivos considerando su sistema radicular, follaje, rastrojos y la fijación de nitrógeno. Es importante combinar los cultivos para evitar la competencia en su crecimiento.
- Un elemento a considerar es la fertilización del cultivo que puede ser química y orgánica, además se debe considerar el control de malezas, plagas y enfermedades.

1.5 Siembras en contorno

También se le llama siembra en contra de la pendiente o siembra atravesada a la pendiente. Esta práctica consiste en hacer las hileras del cultivo en contra de la pendiente siguiendo las curvas a nivel.

La importancia de esta práctica es que, al sembrar las hileras del cultivo en contra de la pendiente, se oponen al paso del agua de lluvia que no se logra filtrar en el suelo, disminuyendo su velocidad, y así hay menos arrastre del suelo y nutrientes. (Suarez, 1979)

1.6 Tipos de abonos orgánicos

1.6.1 Abono bocashi

Según CATIE (1985), es un abono orgánico semidescompuesto y en general se puede preparar con 20 a 25 días. Este abono orgánico no tiene receta fija, lo importante es usar los materiales disponibles en la finca o comunidad y prepararlo con los materiales alternativos. En la aplicación del abono bocashi existe una disponibilidad de nutrientes para la planta de forma inmediata producto de la fermentación acelerada, mientras otros abonos requieren mayor tiempo para su descomposición.

1.6.2 Abonos verdes

Son aquellas plantas que se siembran para mejorar la materia orgánica y fertilidad del suelo, incorporándolas preferiblemente antes de su floración. Estas plantas son preferiblemente leguminosas. Fuentes importantes de abono verde para el suelo son las coberturas vivas y el "mulch". Este último es una cobertura de materiales vegetales cortados y colocados sobre el suelo para

cubrirlo o poniéndolo alrededor de las plantas del cultivo o entre las hileras, el “mulch” se descompone lentamente encima del suelo. (CATIE, 1985)

1.6.3 Compost

El compost es un abono obtenido de la descomposición de diferentes materiales orgánicos a través de los microorganismos. Mejora las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo. (CATIE, 1985).

1.6.3.1 Los beneficios del compost son:

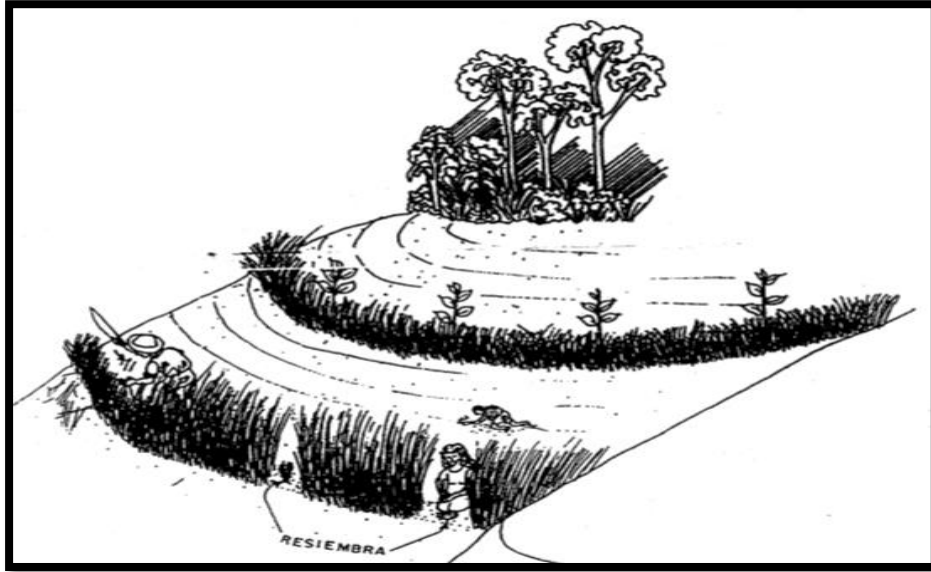
- Suministra macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio) y micronutrientes.
- Los nutrientes que contiene el compost se mantienen en el humus y en la arcilla del suelo.
- El humus que se agrega al suelo al aplicar el compost.
- Suministra materia orgánica.

1.7 Barreras vivas

Según FAO (2011), son hileras de plantas de crecimiento denso, de larga duración y de buena resistencia, sembrada a través de la pendiente en curvas de nivel o en fincas de ligera pendiente.

1.7.1 Beneficios:

- Disminuir la velocidad del agua de escorrentía
- Disminuir la energía del agua de escorrentía
- Mejora el relieve para el cultivo
- Intercepta y retiene el suelo removido.



Fuente: FAO, 2011.

FIGURA 27. Forma de podas en casos necesarios (corte oblicuo)

1.7.2 Calendario de realización

Sombreados en amarillo se encuentran los meses en los cuales se recomienda realizar esta práctica.

| Meses del Año | | | |
|---------------|---------|-----------|-----------|
| Enero | Febrero | Marzo | Abril |
| Mayo | Junio | Julio | Agosto |
| Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |

Fuente: FAO, (2011)

1.7.3 Especies utilizadas como barreras vivas.

Se deben utilizar plantas de crecimiento denso y que en corto tiempo puedan adaptarse al suelo en que son sembradas. Las especies más utilizadas son, la Hierba de limón y pastos King grass y Valeriana que definimos a continuación:

1.7.3.1 **Vetiveria zizanioides (Valeriana, Vetiver, Zacate violeta)**

❖ **Especificaciones**

La planta de vetiver es una gramínea perenne, parecida a la hierba luisa (Figura 29). Sus tallos erguidos en forma recta alcanzan una altura de 0.5 a 1.5 m. Las hojas son relativamente rígidas, largas y angostas y tienen hasta 75 cm. de largo y no más de 8 mm. de ancho. (Orihuela, J. 2007)

Según Orihuela, (2007), la planta puede soportar sequías extremas debido a su alto contenido de sales de la savia de sus hojas, así como inundaciones por largos periodos (se han reportado hasta 45 días de inundación en el terreno). Crece en un rango amplio de suelos y con diferentes niveles de fertilidad y puede resistir hasta temperaturas de -9° C desde el nivel del mar hasta los 2500 metros sobre el nivel del mar (msnm).

❖ **Generalidades sobre la propagación del pasto vetiver**

La mejor forma de propagarlo es por esquejes que nos asegurara tener una planta con las mismas características genéticas. (Orihuela, 2007)

❖ **Propósito para la propagación**

- Tener plantas proveedoras de esquejes en parcelas planas y uniformes
- Para la conservación del suelo y agua y contrarrestar la contaminación y otros usos múltiples

❖ **Plantado y mantenimiento del pasto vetiver**

Según Durán y Perea, C. (2012), la siembra de esquejes ya sea en bolsa o a raíz desnuda, es muy usada para la estabilización de taludes. En una técnica

de siembra manual en que las plántulas son introducidas en un hoyo previamente dispuesto para este efecto. Los hoyos se contribuyen de 10-15 cm de diámetro y 10-20 cm de profundidad, siguiendo las curvas de nivel del terreno del talud. El hoyado y siembra se realiza desde la parte superior del talud, siguiendo pendiente abajo.

❖ **Preparación esquejes:**

Tres días de llevarlo al campo se debe reducir la aplicación de agua y las hojas se deben cortar a los 30 cm.

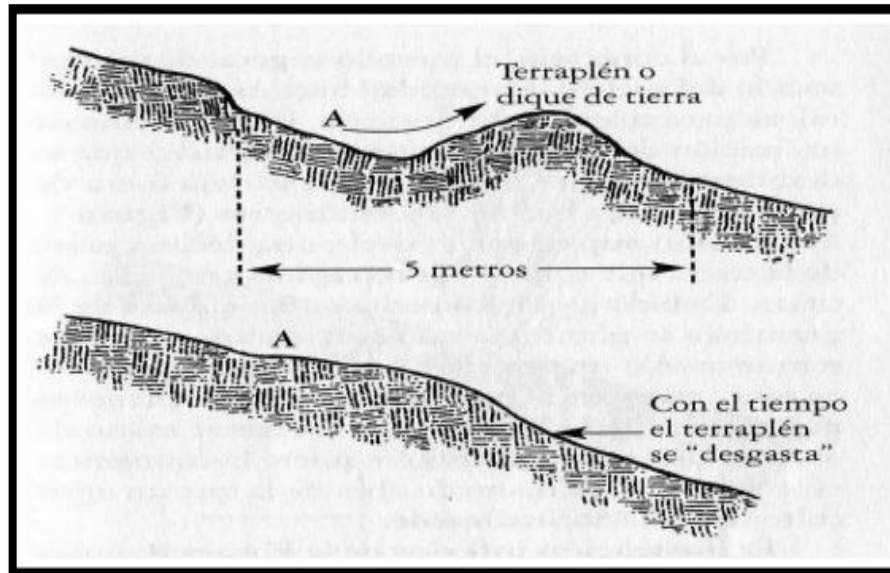


Fuente: Durán, J y Perea, C. (2012).

FIGURA 28. Esquejes de vetiver a raíz desnuda bajo sombra

El método de construcción de terraplenes o diques en curvas de nivel, ha retardado la erosión en todo el mundo desde los años 30. Este método de conservar del suelo crea un sistema ineficaz de drenaje y ya no se considera apropiado para los pequeños agricultores. El terraplén se construyó con tierra extraída, el que en consecuencia se convirtió en un canal que encausaría el escurrimiento en dirección lateral. El terraplén este hecho de la misma tierra que se supone debe proteger y debido a su construcción, vuelve más empinado

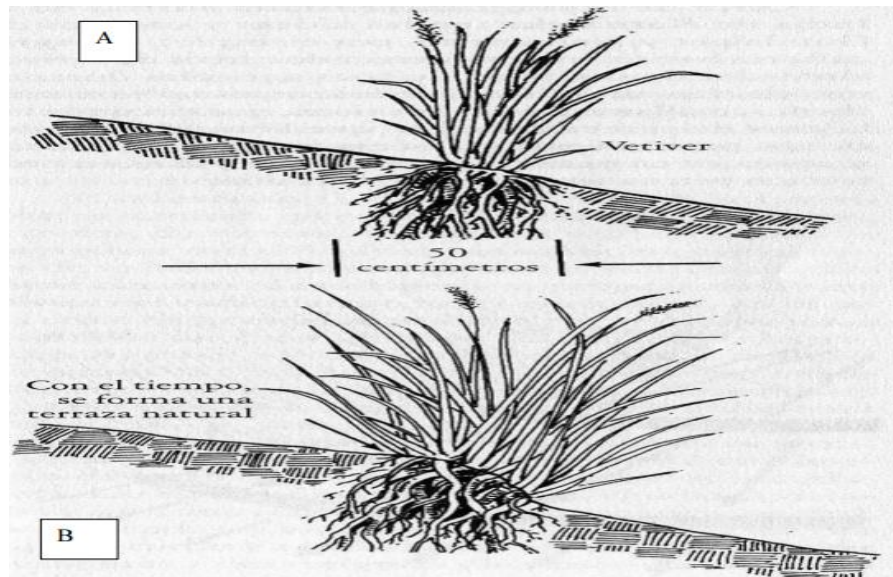
la pendiente y con el tiempo se desgasta (Figura 30). En este caso sería necesario reponerlo a un alto costo. Además, para reunir una cantidad de tierra suficiente para construir un terraplén y el canal. (Orihuela, J. 2007).



Fuente: Orihuela, J. 2007.

FIGURA 29. Construcción de un sistema de conservación de suelos.

Por el contrario, el método vegetal de conservación del suelo y la humedad hace uso de la naturaleza para su propia protección. En el sistema de utilización del vetiver solo se deja fuera de producción una franja de 50 cm. (Figura 31), es decir una décima parte de la tierra que ocupa los terraplenes o diques de tierra. Debido a que los esquejes de la gramínea se plantan en un surco arado único, se remueve solo una pequeña cantidad de tierra. (Orihuela, J. 2007)



Fuente: Orihuela, J. 2007

FIGURA 30. Sistema vegetal de conservación del suelo.

La Figura 31 B, muestra lo que sucede con el correr del tiempo para el sistema vegetal, y cuando el agua se escurre deja atrás su carga de tierra y el vetiver hecha retoños a través del sedimento y se crea una terraza natural. La terraza después se convierte en una característica permanente del paisaje, en una barrera protectora que conservara el suelo con eficacia por decenios e inclusive por siglos. Cuando el escurrimiento llega hasta los cercos vegetales se hace más lento, se esparce y se desprende de su carga de sedimentos y fluye a través de las hileras de cercos; entretanto gran parte del agua penetra en la tierra.

Según Durán (2012), el aceite fuertemente aromático que contiene el vetiver hace que la planta resulte desagradable para los roedores y otras plagas y muchos afirman inclusive que impide que las ratas se acerquen.

1.7.3.2 Barrera viva con King grass (*Saccharum sinense*)

❖ Especificaciones

Hileras densas del pasto King. Conocido también como: King grass, caña japonesa, caña de azúcar forrajera; colocadas en curvas a nivel. La distancia entre curvas depende de la pendiente y del tipo de suelo. Se combina bien con otras técnicas. La combinación más frecuente es con acequias para proteger el borde superior de ellas. Sirven para reducir la velocidad del agua por cortar la ladera en pendientes más cortas, sirviendo además como filtro captando los sedimentos que van en el agua de escurrimiento. El buen manejo de la barrera viva tiene como resultado la formación paulatina de terrazas. Es un pasto alto (hasta 2.5mts), con una vida perenne hasta 15 años y reproducción vegetativa con estacas. (PASOLAC, 2000)

❖ Condiciones ecológicas en la zona:

Se adapta a zonas bajas y medianas, en algunos casos hasta los 2000 msnm.

❖ Precipitación en (mm):

Se adapta a zonas secas y húmedas con precipitaciones entre 600-3000mm. Prefiere precipitaciones entre 900-1400mm, y tolera precipitaciones altas solamente cuando hay buen drenaje.

1.7.3.2.1 Compatibilidad con las condiciones en la finca

❖ Insumos externos necesarios

Estacas de King grass para la siembra (material vegetativo).

❖ **Insumos internos necesarios:**

Se reproduce por siembra de estacas que se pueden producir en la finca.

La germinación de la semilla es muy baja.



Fuente: PASOLAC, 2000.

FIGURA 31. Vegetación de barreras vivas con *king grass*

1.7.3.2.2 Contribución a los objetivos del productor

❖ **Control de erosión:**

Controla bien la erosión, una vez bien establecida. La eficiencia del control de la erosión depende de la distancia entre barreras (menos distancia en pendientes fuertes y suelos con poca infiltración), de la densidad de la barrera.

(Vacíos en la barrera pueden aumentar la erosión en canalillos). En suelos con pendientes más fuertes se recomiendan barreras más anchas. Se utilizan barreras anchas (se siembran 3-4 estacas lado a lado) para proteger un campo en la parte arriba (entrada de agua de lotes de arriba) y abajo (al pie del pendiente). (CATIE, 1985)

❖ **Conservación de humedad del suelo:**

La barrera reduce la escorrentía y mejoran la infiltración del agua. El material tierno sin las estacas (para evitar el rebrote) se puede utilizar para la cobertura muerta en huertos con el fin de conservar la humedad del suelo.

❖ **Protección contra el viento:**

Se utiliza como barrera rompevientos y para la protección del suelo en la época seca.

❖ **Relación con plagas:**

Su función como barrera contra la migración de plagas depende del momento de corte. Se observó la protección de viveros de contra áridos y mosca blanca.

1.7.3.3 Hierba de limón (*Cymbopogon citratus*).

❖ **Especificaciones**

La distancia entre curva depende de la pendiente y del tipo de suelo. La hierba de limón tiene el nombre botánico *Cymbopogon citratus*. La hierba perenne de estatura mediana (1-1.5mts) con propagación vegetativa por cepas. (Carrasco, J. 1994).

Estas características ayudan a conservar por mayor tiempo la humedad en los suelos, facilitando la formación de terrazas en forma paulatina y natural Prolongando el uso de la tierra; pues la vegetación secundaria se recupera

de la deforestación; y es que las raíces de estas plantas crecen de manera vertical y poseen una alta capacidad de absorber material contaminante, entre ellas se destacan el Vetiver, que se ha sembrado con éxito en pendientes hasta del 100% y como único sistema de conservación.

1.7.3.3.1 Condiciones ecológicas en la zona:

- ❖ **Altura (msnm):** Se adapta a alturas bajas, medianas y altas hasta 2000 mts.
- ❖ **Precipitación (mm):** Se adapta a zona Semi-secas y Semi-húmedas con precipitaciones por encima de los 700 (mm).

1.7.3.3.2 Sistema de finca donde se integra fácilmente:

Se utiliza en sistemas de granos básicos y hortalizas, en pequeñas escalas también en huertas.



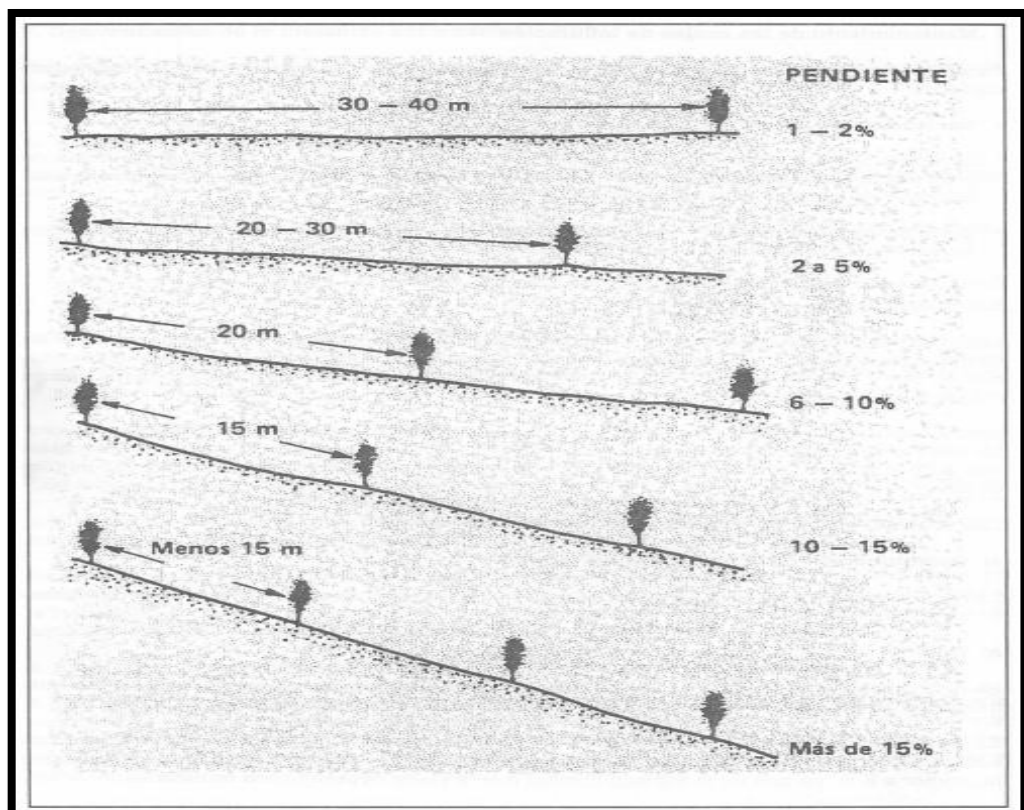
Fuente: IDIAP, 2015.

FIGURA 32. Vegetación de barreras vivas con hierba de limón

Según Carrasco (1994), las actividades para establecer las obras son:

- Establecer un vivero con surcos de 30-40 cm de distancia.
- Con el aparato de nivelación se hacen la curva a nivel, en seguida se hace con arado una raya para florar el terreno.
- Extraer macollas del vivero, arrancar un trozo con raíz, cortar las raíces a 10 cm y las hojas a 15-20 cm.
- Sembrar las macollitas individuales o 2-3 juntas a 15cm de distancia entre plantas en la curva a nivel al inicio de las lluvias. Se recomienda también la siembra de la barrera con el método 3 bolillos (20 macollitas/mts).

FIGURA 33. DISTANCIAMIENTO DE LAS BARRERAS DE PROTECCIÓN



Fuente: Carrasco, J. (1994)

1.8 Barreras muertas

Consiste en formar cordones a nivel de material vegetal muerto resultante del aprovechamiento forestal, podas, preaclareos, aclareos y material incendiado. El acomodo de estos materiales proporciona protección del suelo, evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural. (CONAFOR, 2003)

1.8.1 Función:

- ❖ Reducir la erosión hídrica.
- ❖ Disminuir la velocidad de los escurrimientos superficiales.
- ❖ Incrementar la infiltración del agua de lluvia.
- ❖ Evitar la propagación acelerada de los incendios forestales.

1.8.2 Elementos de diseño

Se deben formar cordones o fajinas de material siguiendo las curvas a nivel en el terreno, esto es, se colocan barreras de material muerto perpendiculares a la pendiente del terreno para que propicien la disminución de la velocidad y la superficial, a la vez que interceptan los posibles materiales y azolves que se erosionan ladera arriba.

1.8.3 Recomendaciones

- ❖ Las fajinas de material deben ser paralelos a la curva a nivel.
- ❖ El ancho de la faja debe ser menor a 40 centímetros.
- ❖ El alto de la faja debe ser menor a 40 centímetros.

- ❖ La separación entre cordones de material debe ser a 20 metros o menor.
- ❖ Los cordones deben ser discontinuos o fraccionados cada 50 metros para evitar riesgos de propagación de incendios
- ❖ La distancia entre dos fracciones de una misma faja debe ser cuando menos 2 metros.

1.8.4 Aplicación de materia orgánica

- ❖ Se realiza con el propósito de mejorar la estructura y fertilidad del suelo, incrementando su productividad agrícola.

1.8.5 Las fuentes más utilizadas son:

- ❖ El estiércol de animales
- ❖ Los residuos vegetales descompuestos
- ❖ Los abonos verdes (leguminosas).

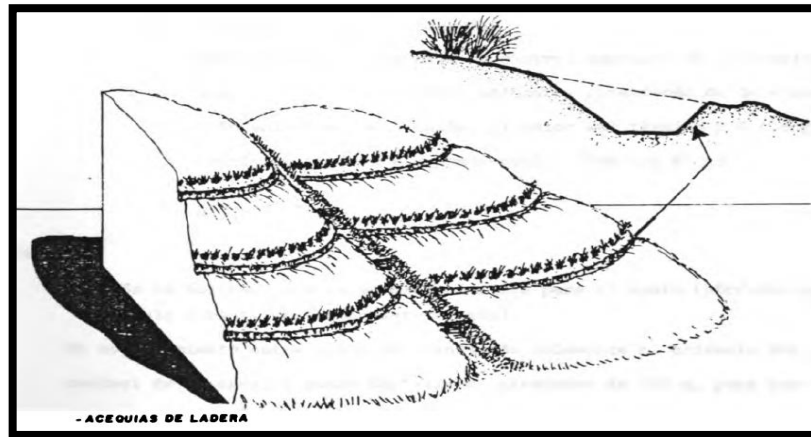
La efectividad se define en la medida que se logre una rápida y fácil descomposición y su incorporación sea adecuada al suelo. Los residuos vegetales y abonos verdes serán más beneficiosos si tiernos o verdes y menos si son leñosos o fibrosos.

2. Prácticas mecánicas-estructurales

2.1. Acequias de laderas

Son canales pequeños, que se construyen a través de la pendiente a intervalos que varía con la clase de cultivos y con la inclinación del terreno. Se emplean en zonas con lluvias intensas y en áreas de suelos pesados poco permeables donde hay exceso de escorrentía y en suelos susceptibles a la erosión con

pendientes hasta de 40 % y de longitudes largas. Las acequias deben protegerse con barreras vivas en borde superior con el objeto de amortiguar la velocidad del agua y filtrar los sedimentos. (CATIE, 1985).



Fuente: CATIE, 1985.

FIGURA 34. Diseño de acequias en laderas

2.1.1 Objetivo de la práctica:

- ❖ Estabilización del suelo
- ❖ Almacenamiento temporal de escorrentía superficial y luego su evacuación.

2.1.2 Normas para la ejecución:

- ❖ La finalidad sola de control de inundaciones no justifica su construcción
- ❖ El control erosivo de estas acequias es eficiente si entre ellas aplican, prácticas agronómicas.
- ❖ Las acequias de laderas no modifican la pendiente, pero si la longitud de diseño en otras prácticas.

2.1.3 Diseño de acequias de laderas

- ❖ Espaciamiento entre acequias
- ❖ Debe ser tal que permita un control adecuado de la erosión.

Este primero criterio debe enfocarse obteniendo de la ecuación universal de erosión, para obtener el distanciamiento real entre los canales el valor del termino LS (longitud de la pendiente y pendiente). El intervalo horizontal en lugar de vertical, se emplea la siguiente fórmula:

$$IH = \frac{I.V}{S} \times 100$$

Donde:

IH= Intervalo horizontal (m)

IV= Intervalo vertical (m)

S= Pendiente (%)

2.2 Canales de desviación

Son estructuras para evacuar volúmenes considerables de agua (escorrentía, drenaje, acueductos, etc.) (CATIE, 1985).

- ❖ **Objetivo de la práctica:** Interceptar, desvía y transporta el agua de escorrentía proveniente de las zonas altas a otro lugar donde no cause ningún daño a los terrenos.
- ❖ **Normas para la ejecución:** para proteger las zonas agrícolas de la cuenca susceptible de daños por escurrimiento o para proteger las tierras altamente erosionables.

2.3 Canales vegetados

Según Frank low, Paulet. (1967). El término "curso de agua vegetado" en la conservación de suelos, significa un canal revestido de vegetación, cuya función es recibir el agua descargada por los canales de desviación y terrazas y conducirlos en forma suave y sin perjuicio al suelo; hasta un punto de descarga estable.

El objetivo es tener conocimiento de diseño de los canales vegetados y establecer la relación de este con los diferentes sistemas de control erosión.

2.3.1 Procedimiento: (Ubicación del canal).

- ❖ El canal se ubica normalmente en el lugar de un cauce natural de desagüe en zonas de pocas pendientes y con suelos relativamente profundos. Constituyen un drenaje superficial de evacuación de aguas de escorrentía en épocas de lluvia.
- ❖ El canal puede ser un medio para evacuar agua en ubicadas en zonas onduladas o para estabilizar una zona de cárcavas cambiando la selección de la misma y sembrando vegetación.

2.3.2 Diseño del canal:

Para el diseño se requiere un mapa de la zona, datos climáticos y de suelos, haber ubicado el canal y tener levantamiento topográfico precisos. (Frank low, Paulet. 1967)

Las recomendaciones generales para la ubicación, diseño, construcción y mantenimiento de canales vegetados.

- a.** Los canales vegetados son recomendados para zonas de topografía suave u ondulada pampas o planicies y preferiblemente deben tener taludes muy inclinados o ser parabólicos.
- b.** Ubique si es posible el canal vegetado en un lugar de drenaje natural si la pendiente lo permite. Haga un levantamiento topográfico del canal detallado, incluyendo 20 a 50 metros en ambas márgenes.
- c.** Despeje el lugar del canal, los árboles, arbustos y otros obstáculos y dele una forma hidráulica adecuada, uniforme previo diseño.
- d.** Preparar una buena “cama” para las semillas y utilice rastrojos u otros residuos orgánicos de preferencia para protección del suelo durante ese tiempo.
- e.** Seleccione un tipo de pasto o mezcla de pastos que más se adecue a los costos, disponibilidad, clima, suelo, época del año en que se siembra. Utilice una buena calidad de semilla y fertilizantes.
- f.** Vuelva a sembrar en lugares que no hayan crecido o sea por estaca o trasplante para uniformizar el canal.

ANEXO 13. GRADO DE RETARDATIVIDAD Y SU RELACIÓN CON ALTURA DE CRECIMIENTO DE LAS ESPECIES CUANDO ESTAS ESTÁN BIEN ESTABLECIDAS Y DENSAS.

| Grado | Promedio de altura de la planta (cm) | Ejemplo de especies (Pueden ser otras) |
|--------------|---|--|
| A | 75 | Eragrostis curvula |
| B | 25-60 | Cynodon Dactilon Eragrostis curvula Lespedeza serícea Medicago sativa |
| C | 15-25 | Cynodon Dactilon Gramíneas – Leguminosas |
| D | 5-15 | Cynodon Dactilon Lespedeza Striata Lespedeza Scirra |
| E | 5 | Cynodon Dactilon |

Fuente: Atkins D, 1978.

2.4 Tratamiento de cárcavas

Una cárcava es una zanja que corta al terreno como consecuencia de la acción erosiva del agua que corre sobre la superficie y se concentra hasta que corre sobre la superficie y se concentra hasta que adquieren una velocidad suficiente como para causar erosión tanto lateral como vertical. (CATIE, 1985).

2.4.1 Incidencia e importancia de las cárcavas

Las cárcavas son más comunes en los suelos francos con alto contenido de limo y arena fina y poca agregación; especialmente en las zonas semiáridas y tropicales con lluvias de alta intensidad.

Las cárcavas pueden resultar de la erosión laminar y en surcos la cual ha continuado sin ningún control; también puede formarse por las huellas dejadas por los arados, tractores, vehículos y ganado. Las cárcavas cortan los campos en pequeñas porciones hasta que finalmente ya no pueden cultivarse. (Atkins D, 1978)

2.4.2 Control de las cárcavas

El primer paso en el control de una cárcava es eliminar la causa que la ha producido. Si las cárcavas no son tan grandes o numerosas, la ejecución de un buen plan conservacionista puede en algunos casos ser suficientes.

Según Atkins D (1978), algunas medidas de control a tomar en cuenta son:

2.4.2.1 Regeneración natural:

El medio más simple y más barato para detener el avance de las cárcavas pequeñas y medianas es cercar el área erosionada para excluir el ganado, y permitir la revegetación. El cerco debe encerrar completamente la cárcava y se colocará a una distancia de los bordes de las cárcavas igual a dos veces la profundidad de la misma.

2.4.2.2 Exclusión de la escorrentía:

Cuando el volumen de escorrentía es tan grande que no permite la estabilización de una cárcava será beneficioso reducir la cantidad de escorrentía que entra a la cárcava, lo cual es hecho ya sea desviando la escorrentía o reteniéndola para que se infiltre.

2.4.2.3 Desviación de la escorrentía:

La escorrentía puede ser desviada por medio de un canal de desviación. Esto es factible solamente cuando el área de captación no es demasiada grande y cuando existen sitios apropiados para descargar el agua.

2.4.2.4 Conversión de las cárcavas en cauces vegetados:

En algunos casos las cárcavas pueden transformarse en canales vegetados. Como primer paso es necesario construir una zanja de desviación temporal.

Finalmente se prepara la cama para las semillas como una práctica normal para el establecimiento de semillas de pastos. El canal debe recibir una buena aplicación de fertilizantes debido a que se ha removido el suelo superficial en las operaciones de relleno. Luego se siembran las gramas de la manera común. Un "mulch" es muy útil en obtener un buen resultado de las gramas. Una vez bien establecido el canal vegetado se puede readmitir el agua, eliminando el canal de desviación.

2.4.2.5 Estructuras de control:

La vegetación no siempre es suficiente para estabilizar una cárcava. Algunas veces deben emplearse medidas estructurales.

Estas consisten en represas o vertederos que varían en diseño y construcción según el propósito que van a cumplir, por ejemplo:

- Estabilizar la gradiente del lecho de la cárcava en, o debajo de la gradiente críticas de erosión.
- Atrapa los sedimentos
- Proteger la cabecera de la cárcava contra la erosión.

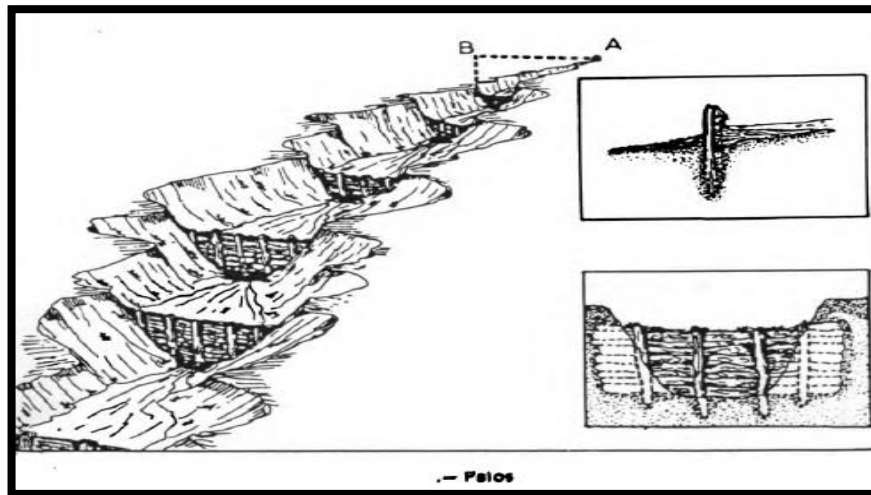
2.4.2.6 Estructuras para controlar la erosión en el cauce de la cárcava

Estas estructuras se clasifican generalmente como temporales y permanentes, según sea el material empleado en su construcción y se conocen con el nombre de presas de control de azolves. Sirven para disminuir la velocidad del agua. (CATIE, 1985).

2.4.2.7 Especificaciones generales para las presas de control de azolves

La altura de la presa es de carácter temporal, la altura efectiva de la mismas, o sea la distancia que existe entre la cresta del vertedor y el fondo de la cárcava, no deben exceder de 1 m, ya que, con altura mayores, la presión del agua aumenta y se propician filtraciones a través y por debajo de la estructura, lo que origina socavaciones que son difíciles de controlar y a menudo causan su destrucción. (CATIE, 1985)

Citado por el mismo autor. La altura no solamente tiene influencia sobre el espaciamiento entre las estructuras, sino también en el volumen de sedimentos retenidos. Cuando la finalidad principal del control de cárcavas, es retener grandes volúmenes de azolves, las presas deben ser de mayor altura, ya que el volumen de sedimento retenido varía con el cuadrado de la altura efectiva de la presa.



Fuente: CATIE, (1985).

FIGURA 35. Diseño de canal como tratamiento de cárcavas

En las presas de carácter permanente, las alturas efectivas pueden ser hasta de 5 metros o más, sólo que para un diseño considerarse los problemas inherentes a la estabilidad de las mismas.

Según CATIE (1985), en base a esto para determinar la distancia unitaria entre dos presas de control consecutivas, se utiliza la siguiente fórmula:

$$E = \frac{H}{P_c - P_s} \times 100$$

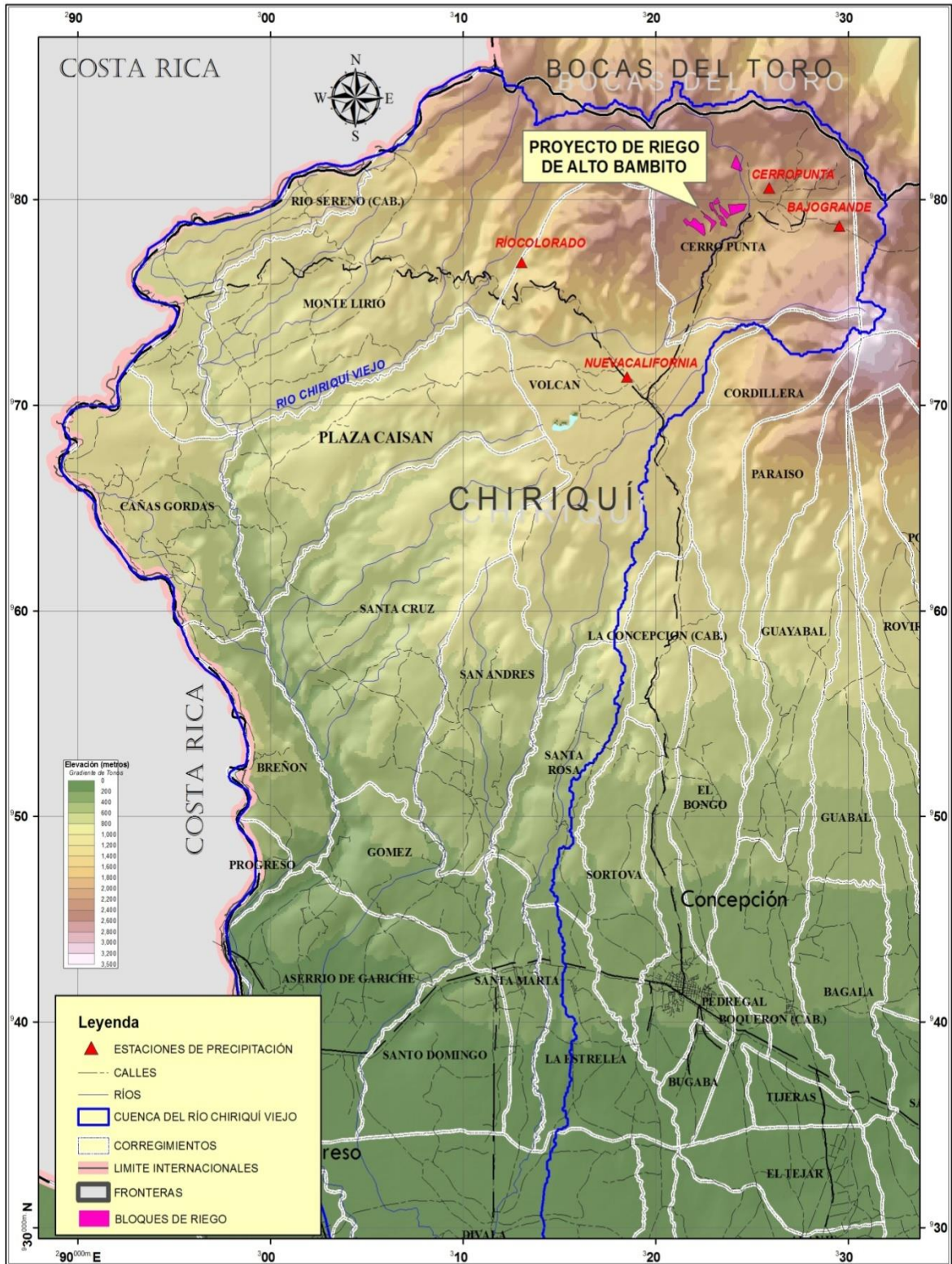
Dónde:

E= Distancia entre dos presas consecutivas (m)

H= Altura efectiva en la presa (m)

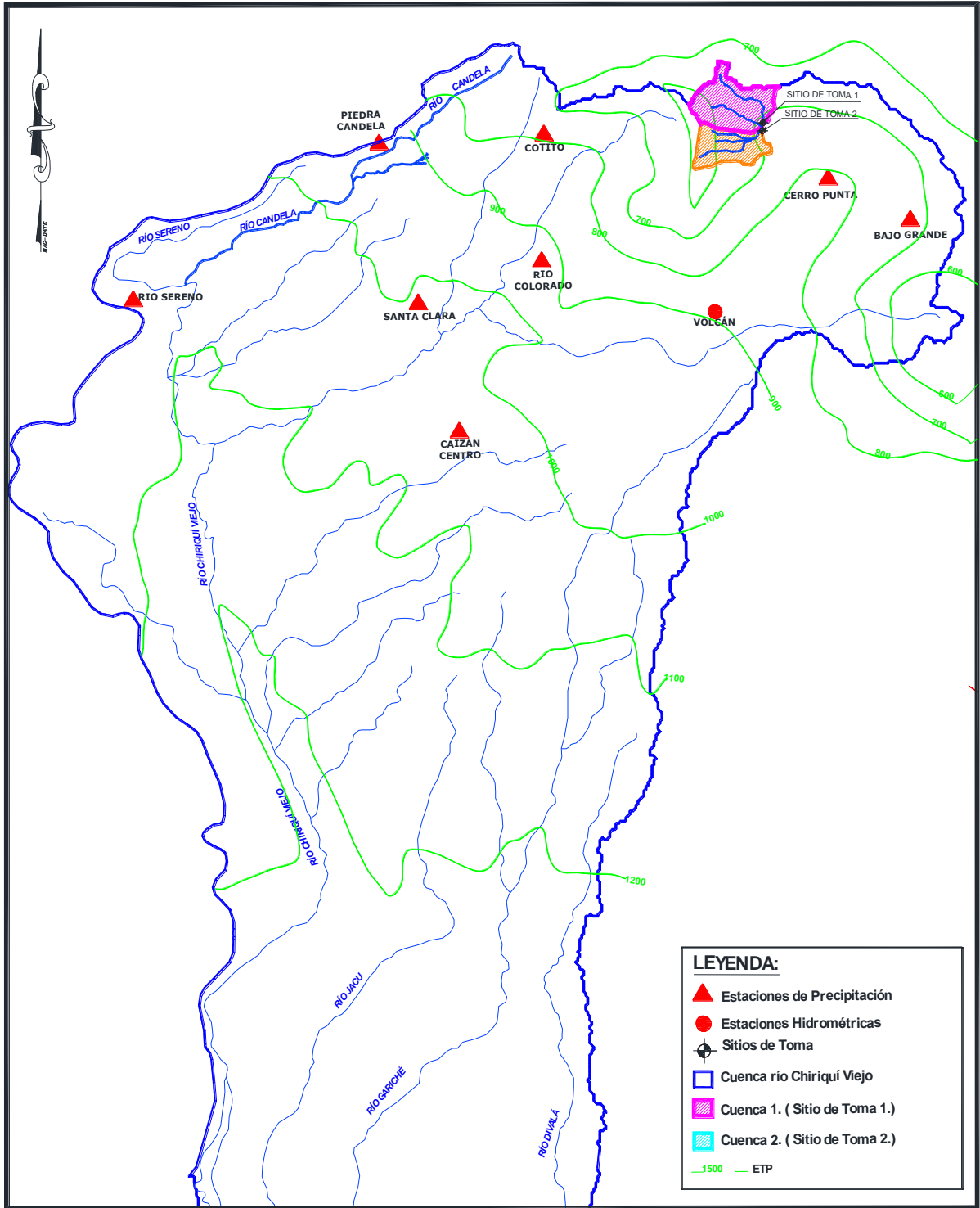
P_c= Pendiente de la cárcava (%)

P_s= Pendiente del sedimento (varía de 0.5 a 2%)



Fuente: SOCOIN S.A, 2011.

FIGURA 36. Localización de estaciones climatológicas utilizadas en el proyecto.



Fuente: SOCOIN S.A, 2011.

FIGURA 37. Mapa de ETP en la cuenca del Río Chiriquí Viejo.