



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
Departamento Académico de Ciencias de los Recursos Naturales Renovables



**"BALANCE HIDRICO DE LA PARTE ALTA DE LAS MICROCUENCAS DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL BOSQUE RESERVADO DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA"**

**TESIS**

**Para optar al título de:**

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**MENCION: CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA**

**Presentado por:**

**ERLE OTTO JAVIER BUSTAMANTE SCAGLIONI**

**PROMOCION**

**"Unasinos con visión de Liderazgo y Excelencia hacia el Desarrollo Sostenible"**

**TINGO MARIA - PERU**

**2005**

P10

B96

Bústamante Scaglioni, Erle

Balance Hídrico de la parte alta de las Microcuencas de Abastecimiento de Agua del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.--Tingo María, 2005

83 h.; 23 figs., 45 cuadros; 18 ref.; 30 cm

Tesis (Ing. Recursista). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables

CUENCA HIDROGRÁFICA / HIDROLOGÍA / FISIOGRAFÍA / RECURSO HÍDRICO / GEOMORFOLOGIA / GEOLOGIA / TINGO MARÍA (Cap. Distr.) / RUPA RUPA (Dist.) / LEONCIO PRADO (Prov.)



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

## ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 31 de Mayo del 2005, a horas 07:00 p.m. en la Sala de Grados de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, para calificar la tesis titulada:

### "EVALUACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO DE LAS MICROCUENCAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL BOSQUE RESERVADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA"

Presentado por el Bachiller: **ERLE BUSTAMANTE SCAGLIONI**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de "**BUENO**".

En consecuencia el sustentante queda apto para optar el **Título de INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título de conformidad con lo establecido en el Art. 81 inc. m) del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 26 de julio del 2005

.....  
Ing. MSc. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ

Presidente

.....  
Blgo. MSc. LUIS VIVAR LUQUE

Vocal



.....  
Ing. MSc. STAVCLESCH VARGAS CLEMENTE

Vocal

.....  
Ing. RICARDO CHAVEZ ASENCIO

Asesor

## **Dedicatoria**

**A mis adorados padres,  
Javier Bustamante y Lubia Scaglioni.**

## **AGRADECIMIENTO**

1. Agradezco a Dios, por el privilegio de realizar los proyectos que encamino para el bien social.
2. Al Ingeniero Civil Ricardo Martín Chávez Asencio, patrocinador y amigo, por la orientación en el presente trabajo de investigación.
3. A mi distinguido Jurado: Ing. M. Sc. Lucio Manrique de Lara S, Ing M. Sc. Ytavclerh Vargas Clemente, Blgo. M. Sc. Luis Vivar Luque.
4. A los Docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, por las enseñanzas impartidas.
5. Al Ingeniero César Flores N., por los equipos prestados durante la ejecución del proyecto.
6. A mis hermanos y primos.
7. A todos los que han contribuido con el desarrollo de esta investigación.

**“Es imposible que lo improbable no ocurra jamás”.**

**Gumbel E. J.**

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. Conceptos básicos.....	3
2.1.1. Ciclo hidrológico.....	3
2.1.2. Cuencas.....	3
2.1.3. Balance hídrico.....	4
2.2. Determinación de los parámetros de una cuenca.....	5
2.2.1. Delimitación de una cuenca.....	5
2.2.2. Área de la cuenca.....	5
2.2.3. Pendiente de la cuenca.....	5
2.2.4. Tiempo de concentración.....	6
2.3. Clasificación de la superficie de la cuenca.....	6
2.3.1. Clasificación por capacidad de uso mayor del suelo.....	7
2.3.2. Clasificación fisiográfica.....	7
2.3.3. Clasificación de la geomorfología.....	9
2.3.4. Clasificación geológica.....	10
2.4. Caudal ecológico.....	11
2.5. Disponibilidad del recurso hídrico.....	11
2.5.1. Método hidrológico.....	12

2.5.3. Método estadístico. ....	12
2.6. Demanda del Recurso Hídrico. ....	12
2.6.1. Metodología de cálculo.....	13
2.6.2. Población futura. ....	15
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>16</b>
3.1. Características generales de la zona de estudio. ....	16
3.1.1. Uso actual del sistema de agua. ....	16
3.1.2. Ubicación. ....	17
3.1.3. Clima. ....	17
3.2. Materiales. ....	18
3.2.1. Materiales de campo. ....	18
3.2.2. Materiales y equipos de gabinete. ....	18
3.3. Metodología de estudio.....	18
3.3.1. Periodo de campo. ....	19
3.3.2. Periodo de gabinete. ....	20
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	<b>22</b>
4.1. Reconocimiento y ubicación de los sistemas de agua. ....	22
4.2. Determinación de los parámetros de la cuenca. ....	22
4.3. Disponibilidad del recurso hídrico. ....	23
4.3.1. Método hidrológico. ....	23
4.3.2. Método estadístico .....	24
4.3.3. Método caudal ecológico (Efectivo). ....	25



4.4. Demanda del recurso hídrico.....	26
4.4.1. Poblaciones futuras.....	27
4.4.2. Consumo y demanda de agua.....	27
4.5. Balance hídrico.....	29
V. DISCUSIÓN.....	38
VI. CONCLUSIONES.....	43
VII. RECOMENDACIONES.....	45
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
IX. ANEXOS.....	49

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro:	Página
1. Clasificación Fisiográfica del Bosque Reservado de la UNAS.....	08
2. Características de los sistemas de abastecimiento de agua del BRUNAS.....	22
3. Características fisiográficas de las microcuencas del BRUNAS. ....	23
4. Caudales disponibles al 75% de persistencia (l/s), periodo junio- 2003 a mayo -2004.....	24
5. Caudales disponibles estimados para una frecuencia del 75% de persistencia, periodo junio- 2003 –mayo 2004. ....	25
6. Caudal efectivo (l/s) por sistema de abastecimiento de agua.....	26
7. Población futura 2024 de los centros poblados abastecidos por el BRUNAS. ....	27
8. Caudal de diseño para un consumo actual, año 2004 .....	28
9. Caudal de diseño para un consumo actual, año 2024. ....	28
10. Demanda de agua por centro poblado, años 2004 y 2024.....	29
11. Balance hídrico efectivo 2004, Microcuenca Naranjal.....	30
12. Balance hídrico efectivo 2004, Microcuenca Cocheros. ....	32
13. Balance hídrico efectivo 2024, Microcuenca Naranjal.....	34
14. Balance hídrico efectivo 2024, Microcuenca Cocheros. ....	36

15. Identificación del sistema de agua del Bosque Reservado de la UNAS.....	58
16. Hoja para el cálculo de la pendiente de la cuenca.....	66
17. Población Actual de los Centros Poblados.....	68
18. Caudales efectivos en el aforo Asunción Saldaña, periodo Junio 2003 a Mayo 2004.....	69
19. Caudales efectivos en el aforo Naranjal, periodo Junio 2003 a Mayo 2004.....	69
20. Caudales efectivos en el aforo Cocheros, periodo Junio 2003 a Mayo 2004.....	69
21. Caudales efectivos en el aforo Asunción Saldaña, año 2024.....	70
22. Caudales efectivos en el aforo Naranjal, año 2024.....	70
23. Caudales efectivos en el aforo Cocheros, año 2024.....	70
24. Demanda de agua por edificaciones, Sistema de agua Zootecnia o Naranjal UNAS.....	74
25. Caudales medios mínimos (l/s), parte alta de la Microcuenca del BRUNAS, periodo junio 2003 a mayo 2004.....	75
26. Caudales (l/s), esperados para tiempos de retornos, quebrada Asunción Saldaña.....	75
27. Caudales (l/s), esperados para tiempos de retornos, quebrada Naranjal.....	75
28. Caudales (l/s), esperados para tiempos de retornos, quebrada Cocheros.....	75

29.	Balance hídrico para caudales disponibles al 75% de persistencia, aforo Asunción Saldaña-periodo junio 2003 a mayo 2004. ....	78
30.	Balance hídrico para caudales disponibles al 75% de persistencia, aforo Naranjal-periodo junio 2003 a mayo 2004. ....	78
31.	Balance hídrico para caudales disponibles al 75% de persistencia, aforo Cocheros-periodo junio 2003 a mayo 2004. ....	78
32.	Balance hídrico estadístico, para caudales disponibles al 75% de persistencia, aforo Asunción Saldaña - periodo junio 2003 a mayo 2004 .....	79
33.	Balance hídrico estadístico, para caudales disponibles al 75% de persistencia, aforo Naranjal-periodo junio 2003 a mayo 2004. ....	79
34.	Balance hídrico estadístico, para caudales disponibles al 75% de persistencia, aforo Cocheros-periodo junio 2003 a mayo 2004. ....	79
35.	Balance hídrico efectivo, para caudales disponibles efectivos aforo Asunción Saldaña-periodo junio 2003 a mayo 2004. ....	80
36.	Balance hídrico efectivo, para caudales disponibles efectivos aforo Naranjal-periodo junio 2003 a mayo 2004. ....	80
37.	Balance hídrico efectivo, para caudales disponibles efectivos aforo Cocheros-periodo junio 2003 a mayo 2004. ....	80
38.	Balance hídrico para caudales disponibles al 75% de persistencia, aforo Asunción Saldaña-Año 2024. ....	81
39.	Balance hídrico para caudales disponibles al 75% de persistencia, aforo Naranjal- Año 2024. ....	81

40.	Balance hídrico para caudales disponibles al 75% de persistencia, aforo Cocheros- Año 2024. ....	81
41.	Balance hídrico estadístico, para caudales disponibles al 75% de persistencia, aforo Asunción Saldaña- Año 2024. ....	82
42.	Balance hídrico estadístico, para caudales disponibles al 75% de persistencia, aforo Naranjal - Año 2024.....	82
43.	Balance hídrico estadístico, para caudales disponibles al 75% de persistencia, aforo Cocheros- Año 2024. ....	82
44.	Balance hídrico efectivo, para caudales disponibles efectivos aforo Asunción Saldaña- Año 2024. ....	83
45.	Balance hídrico efectivo, para caudales disponibles efectivos aforo Naranjal- Año 2024. ....	83
46.	Balance hídrico efectivo, para caudales disponibles efectivos aforo Cocheros- Año 2024. ....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura:

1.	Balance hídrico efectivo 2004, Microcuenca Naranjal.....	31
2.	Balance hídrico efectivo 2004, Microcuenca Cocheros. ....	33
3.	Balance hídrico efectivo 2024, Microcuenca Naranjal.....	35
4.	Balance hídrico efectivo 2024, Microcuenca Cocheros. ....	37
5.	Mapa de Clasificación Fisiográfica del Bosque Reservado de la UNAS... 50	
6.	Mapa Geomorfológico, Cuadrángulo 19k: Zona Provincia Leoncio Prado.....	51
7.	Captación del Sistema de Agua Asunción Saldaña.....	55
8.	Captación del Sistema de Agua UNAS.....	55
9.	Captación del Sistema de Agua Buenos Aires. ....	55
10.	Mapa de ubicación del Bosque Reservado de la UNAS.....	56
11.	Distribución de la precipitación media mensual 1941 al 2001, Estación Meteorológica J. Abelardo Quiñones UNAS-Tingo María.....	57
12.	Diseño del aforo rectangular usado para la medición de caudales.....	59
13.	Valores de $K_b$ en función $b/B$ .....	60
14.	Operación del aforador. ....	60
15.	Medidas en el aforador. ....	62
16.	Valores de $C_e$ , en función de $h_1/p$ , y $b/B$ .....	63

17. Mapa de delimitación de la parte alta de las Microcuencas del BRUNAS.....	64
18. Ajuste Lineal de los caudales medios mínimos mensuales aforo Naranjal.....	67
19. Ajuste lineal de los caudales medios mínimos mensuales aforo Cocheros.....	67
20. Frecuencia empírica de los caudales medios mínimos mensuales, por microcuencas. ....	76
21. Caudales medios mínimos mensuales probables microcuenca Asunción Saldaña.....	76
22. Caudales medios mínimos mensuales probables microcuenca Naranjal.....	77
23. Caudales medios mínimos mensuales probables microcuenca Cocheros.....	77

## RESUMEN

El Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva por su localización, al margen derecho de la ciudad de Tingo María, representa el único ecosistema que brinda sus servicios ambientales de agua, para aquellos centros poblados de: Asunción Saldaña, Buenos Aires, y la Ciudad Universitaria, quienes demandan diariamente para satisfacer el consumo doméstico.

El Balance Hídrico de la parte alta de las microcuencas del BRUNAS, Asunción Saldaña, Naranjal, Cocheros, se inició con las estimaciones de los volúmenes disponibles por cada sistema de abastecimiento, mediante observaciones diarias recogidas a partir de aforos rectangulares de las fuentes de agua. Considerando para su análisis, métodos como el hidrológico, estadístico, y ecológico, que además de representar su ocurrencia más frecuente, posibilita, tres formas de comparación por sistema de agua por gravedad, comparándolas con las demandas diarias por consumo doméstico, de cálculos convencionales al diseño de sistemas de abastecimiento del agua.

De estas comparaciones, se obtuvo déficit del balance hídrico efectivo 2004, en la microcuenca el Naranjal, durante el mes más seco, junio.



con 0.89 miles de m<sup>3</sup>/mes, y en la microcuenca de Cocheros sucedió en los meses de junio, marzo, abril, y mayo, con 0.0076, 0.002, 0.008 miles de m<sup>3</sup>/mes.

Con un diseño de 20 años el balance hídrico efectivo 2024 de la microcuenca el Naranjal, el déficit ocurrirá en el mes de junio, con 0.89 miles de m<sup>3</sup>/mes, mientras que el déficit del balance hídrico efectivo en la microcuenca Cocheros, ocurrirá durante todo el año, excepto en el mes lluvioso de diciembre.

## I. INTRODUCCIÓN

El Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) por su localización, al margen derecho de la ciudad de Tingo María, representa el único ecosistema que otorga el servicio ambiental del agua a los pobladores de Asunción Saldaña, Buenos Aires, y la Ciudad Universitaria, quienes los demandan diariamente. Satisfacen su consumo doméstico, con volúmenes disponibles durante el año, desde las únicas fuentes permanentes del bosque, y cierta escasez los meses de junio, temporada de menor precipitación. Hoy en día las deficiencias en el BRUNAS no dejan de estar acompañadas por los cambios climáticos, de la superficie del suelo, y acciones antrópicas del hombre con mejoras por la calidad de vida, conformando el servicio de abastecimiento continuo del agua uno de ellos. Entonces el procedimiento más reflexivo para saber lo que esta ocurriendo en el ecosistema bosque, visto y analizado como un sistema hidrológico, sería el Balance Hídrico de la parte alta de las microcuencas del BRUNAS, espacio terrestre representativo de lo servicios ambientales.

Antes de centrarnos en el propósito, fue elemental conocer las características fisiográficas de las microcuencas, determinando los principales parámetros que las gobiernan, y rigen el funcionamiento de la microcuencas desde un evento como una tormenta.

La finalidad del Balance Hídrico es, conocer el déficit a partir de la comparación entre la oferta y demanda, comenzamos con estimar los volúmenes disponibles en las fuentes de agua por sistema de abastecimiento, mediante observaciones diarias recogidas a partir de aforos rectangulares. Considerando métodos como el hidrológico, estadístico, y ecológico, que además de representar su ocurrencia más frecuente, la posibilidad de tener tres formas de comparación por sistema de agua de gravedad, suministrando las demandas diarias por consumo doméstico, calculados convencionalmente del diseño sistemas de abastecimiento de agua.

El presente trabajo de investigación tuvo los siguientes objetivos:

**Objetivo General:**

- Evaluar el Balance Hídrico de la parte alta de las microcuencas de abastecimiento de agua del BRUNAS.

**Objetivos Específicos:**

- Determinar los parámetros fisiográficos de las microcuencas del Bosque Reservado de la UNAS.
- Conocer la disponibilidad actual del recurso hídrico del Bosque UNAS.
- Determinar la demanda actual y futura de los centros poblados abastecidos de agua por el BRUNAS.

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1 Conceptos básicos**

#### **2.1.1 Ciclo Hidrológico**

VÁSQUEZ (2000), lo define como la sucesión de caminos que sufre el agua en la hidrosfera, y que obedece a leyes físicas, en un proceso continuo, y es el aspecto más importante de la hidrología. De su buen conocimiento depende la correcta aplicación de técnicas hidrológicas en la solución de los problemas de ingeniería hidráulica.

El fenómeno ciclo hidrológico, se inicia al evaporarse las superficies libres de agua, que ascienden hasta cierta altura de la atmósfera donde se condensa para formar las nubes, las mismas que darán origen a la precipitación; una parte cae al océano y otra a la superficie terrestre, donde podrá interceptarse por la vegetación, convertirse en flujo superficial formando quebradas, y ríos, y almacenándose en el suelo por infiltración, percolación y cargando las aguas subterráneas.

#### **2.1.2. Cuencas**

SÁNCHEZ (2003), manifiesta que, la cuenca vertiente topográfica, en una sección de un curso de agua (continuo o torrencial) comprende la extensión de terreno separada de las vecinas, por la línea de separación de aguas, coincidiendo con las crestas que bordea la cuenca y cuya característica

fundamental es que no atraviesa el curso de agua más que la sección considerada.

También una cuenca se diferencia con la existencia de zonas kársticas o zonas permeables que descansan sobre capas impermeables de distinta topografía, a la superficial, y que vierten fuera de la cuenca topográfica considerada, y por acción del hombre que recoge el agua de una cuenca y la transporta.

### 2.1.3. Balance Hídrico

ARROYAVE (1994) y DE LAS SALAS *et al* (2003) indican, que evaluar la disponibilidad hídrica en una cuenca, consiste en conocer la oferta real del recurso que existe y compararla con la demanda que se hace de la misma; y así saber si está sobre explotándose o se dispone agua adicional para posteriores usos.

VÁSQUEZ (2000), menciona que el estudio de abastecimiento de agua de un proyecto de aprovechamiento de agua, implica fundamentalmente el esquema hidráulico visto como sistema hidrológico, ecuación (1):

$$\frac{\Delta S}{\Delta T} = X_t - Y_t \quad (1)$$

Donde:

$X_t$ : Volumen disponible ( $m^3$ ).

$Y_t$ : Demanda del Proyecto ( $m^3$ ).

$DS/Dt$ : Almacenamiento del mes ( $m^3$ ).

## **2.2. Determinación de los parámetros de una cuenca**

Es indispensable definir el tipo de cuenca en estudio, dado el extenso número de características involucradas (área, pendiente, altitud, latitud, etc.), con multiplicidad de condiciones hidrometeorológicas por el amplio espectro de características fisiográficas existentes, que permiten un desempeño hidrológico particular.

### **2.2.1. Delimitación de una cuenca**

REYES (1992), indica que, el criterio en la delimitación de una cuenca, indica que en hojas de la carta nacional, debemos ubicar la cuenca contenida, trazar la línea divisoria de aguas, conservando el correcto criterio que el agua que cae en ellos estará en la disyuntiva de escurrir en la cuenca para llegar al dren o dirigirse a la cuenca vecina.

### **2.2.2. Área de la cuenca**

CHAVARRI (2000), aclara que, las investigaciones hidrológicas han puesto de manifiesto que el tamaño de la cuenca (extensión proyectada horizontalmente, entre sus divisorias topográficas), sean aún más pequeñas serán sensibles a lluvias de alta intensidad y corta duración; predominando también las características físicas del suelo.

### **2.2.3. Pendiente de la cuenca**

La pendiente es la medida más importante en un estudio hidrológico de la cuenca, REYES (1992), ésta influye en el tiempo de concentración de las aguas en un determinado punto del cauce; controlando en buena parte la velocidad con que se da la escorrentía superficial. (MONSALVE, 1999), refiere, que el método más completo para

obtener el valor representativo de las pendientes de los terrenos de la cuenca es de la cuadrícula asociada a un vector.

#### 2.2.4. Tiempo de concentración

VEN TE CHOW *et al* (1994) y SÁNCHEZ (2003), manifiestan que es el tiempo que tarda una gota caída en el punto hidráulicamente mas alejado de la cuenca vertiente de una sección en alcanzar la misma. Ecuación (2):

$$t_c = 0.06628xL^{0.77}xS^{0.385} \quad (2)$$

Donde:

$t_c$ : Tiempo de concentración en horas.

L: Longitud interesada del cauce principal en Km.

S: Pendiente media del cauce principal calculada entre la máxima y la mínima elevación del tramo interesado m/m.

#### 2.3. Clasificación de la superficie en la cuenca.

VEN TE CHOW *et al* (1994) opina que, la importancia de la clasificación previa de una cuenca, debe ser ampliada, considerando los aspectos fisiográficos y uso terrestre, mediante la determinación de ciertos índices hidrológicos. Estos factores son de gran importancia que permitirá analizar ciertos comportamientos hidrológicos de la cuenca. Adicionalmente se pueden establecer relaciones y comparaciones entre estos elementos y datos hidrológicos conocidos con otras cuencas carentes de información hidrometeorológica, así extrapolar parámetros hidrológicos del punto de interés, también estos parámetros físicos proporcionan una de las posibilidades

cercanas de conocer algún evento hidrológico en cuencas vecinas y semejantes.

### **2.3.1. Clasificación por capacidad de uso mayor del suelo**

Según MARCOS (1996), los bosques por unidad fisiográfica del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, se encuentran sobre suelos zonales de aptitud netamente forestal, cubierto totalmente de vegetación (arbórea, arbustiva o herbácea), lo que hace que la erosión sea nula o ligera dependiendo de la pendiente. Se trata de suelos de reacción ácida que presenta un perfil poco desarrollado (inceptisoles), y con horizontes no bien diferenciados.

### **2.3.2. Clasificación fisiográfica.**

De las investigaciones de MARCOS (1996), al Bosque Reservado de la UNAS se clasificó en las siguientes unidades fisiográficas:

#### **Colinas bajas clase 1**

Son colinas que tiene una altura relativa máxima de 30 metros, y con pendientes moderadas de 20 a 40 %, ocupando aproximadamente 34.3 Ha. (14.36%) del Bosque Reservado.

#### **Colinas bajas clase 2**

Comprenden una altura relativa entre 30 y 50 metros aproximadamente, con pendientes hasta el 70%. La presencia de estas unidades son mínimas dentro del Bosque Reservado, ocupando 2.8 Ha. (1.17%) del área total.



**Colina altas clase 1:** Esta unidad representa a la agrupación de colinas cuya altura relativa es hasta los 80 metros, y con pendientes hasta 60%, el área que abarca esta unidad es de aproximadamente 48.15 Ha (20.16%).

**Colina alta clase 2:** Esta unidad esta compuesta por colinas de una altura de 100 metros y con pendientes que oscilan entre el 60 y 80%, ocupa aproximadamente 37 hectáreas (15.5%).

**Montaña:** Unidad compuesta por las partes más altas del Bosque Reservado, con alturas relativas que superan 100 metros y pendientes mayores al 80%.

MARCOS (1996), destaca a los bosques de la UNAS por el tipo de unidades de clasificación fisiográfica, encontrándose bosques de Colina alta clase I y II; cada uno con características propias de vegetación, mientras que unidades de montaña compuesta por las partes mas altas, y de mayor pendiente al 80% se encuentran totalmente degradadas. Actualmente se tiene la clasificación fisiográfica del BRUNAS, como único estudio en el territorio de la UNAS, de algún modo nos da entonces una clara visualización (ANEXO 1).

**Cuadro 1. Clasificación Fisiográfica del Bosque Reservado de la UNAS**

Clasificación Fisiográfica	Unidad	Superficie
Terraza Baja	Tb	50.3
Terraza media	Tb	35.9
Colinas Bajas Clase I	Cb <sub>1</sub>	64.9
Colinas Bajas Clase II	Cb <sub>2</sub>	37.5
Colinas Altas Clase I	Ca <sub>1</sub>	57.3
Colinas Altas Clasell	Ca <sub>2</sub>	17.0
Montaña	Mo	52.7

Fuente: Clasificación Fisiográfica BRUNAS – Carlos Marcos(1996)

### 2.3.3. Clasificación de la Geomorfología.

MARTÍNEZ *et al.* (1998), define en su boletín de estudios geológicos; la gran extensión del área localizada entre la Cordillera Oriental y la faja subandina (cuadrángulo 19k de la Carta Nacional del Perú), presenta e incluye en la zona de Tingo María y el Bosque Reservado, una variedad de geoformas como producto morfoestructural de la tectónica de los andina. Esta diferenciación de relieves en la región da como resultados geoformas diversas, las cuales se han agrupado en ocho unidades principales del mapa geomorfológico (ANEXO 2). Según dicha figura el BRUNAS se ubica con las siguientes unidades representativas:

#### **Cordillera Oriental y faja subandina de altas cumbres y encañonamiento**

Conformado por toda la estructura montañosa, Cordillera Oriental y Faja Subandina. Esta unidad geomorfológica se ha diferenciado por su relieve, el cual presenta un drenaje ramificado, con dirección general SO-NE originando valles encañonados y superficies con drenaje paralelo a las estructuras andinas. Se conforma del Neoproterozoico y Cretáceo al oeste y este del Valle del Huallaga respectivamente.

#### **Colinas Subandinas**

Estas elevaciones se localizan al norte de Tingo María en las proximidades de Naranjillo, también puede observarse colinas de poca elevación con geoformas suaves y redondeadas. Las pequeñas elevaciones

pueden considerarse como lomas, como por ejemplo las ubicadas al pie de la carretera entre Tingo María y Aspuzana.

### **Valles amplios**

Estos valles se caracterizan por una geomorfología con amplias y planas terrazas fluvioaluviales, donde se desarrollan las principales actividades agrícolas. Estas terrazas están limitadas por suaves pendientes donde los ríos han producido una erosión lateral en algunos casos sobrepasando los 10 Km., de ancho, como es el caso del río Huallaga, dejando algunos remanentes de rocas resistentes que se forman a manera de islas dentro del valle recorriendo de sur a norte entre las ciudades de Tingo María y Aucayacu.

#### **2.3.4. Clasificación geológica**

La clasificación geológica es importante porque define las formaciones de suelo en todo el litoral de montañas de la Provincia de Leoncio Prado, cuya aproximación describe las reservas de agua, y comportamiento hidrogeológico o flujo subsuperficial en estas cuencas del bosque.

El Bosque Reservado se localiza preponderantemente sobre las rocas calizas de la era Mesozoica (Triásico-Jurásico), otras rocas sedimentarias tales como areniscas y lutitas que existen en menor proporción, aparecen asociadas unas veces con calizas y otras veces afloran en forma aislada sobre yaciendo por brechas volcánicas.

La disposición de las rocas mesozoicas cercanas al cauce del río Huallaga insinúa la presencia de un pliegue sinclinal paralelo y a ambos flancos del río. El cerro sobre el cual esta el bosque (Flanco Oriental), es uno de los elementos de este pliegue cuya edad es posiblemente pos-Mesozoico.

## 2.4. Caudal ecológico

GONZALO *et al.* (1998), sostiene; que el caudal ecológico o mínimo remanente, es el requerido para el sostenimiento del ecosistema la flora y la fauna de una corriente de agua, diseñados para mantener un hábitat fluvial con capacidad para sostener la vida de la ribera y del medio acuático.

Estos caudales se pueden justificar por muchos motivos, para preservar especies autóctonas de fauna y flora, mantener la calidad estética de un paraje fluvial, o para proteger tramos de interés científico o cultural. El método que fija estos caudales, es:

### **Método basado en los caudales históricos.**

Se ha diseñado criterios de caudales mínimos, en base a las curvas de distribución de frecuencias de los caudales diarios, a partir de una serie larga de caudales históricos.

Un criterio biológico sería el buscar los caudales medios mínimos que se dan históricamente en días consecutivos durante un periodo de tiempo representativo, por ejemplo 30 o 45 días, los cuales nos indicaría los caudales bajos que las comunidades de los ríos están adoptados a tolerar durante periodos con una cierta frecuencia, y no ya a estiajes extremos y ocasionales.

## 2.5. Disponibilidad del recurso hídrico

Desde el punto de vista hidrológico, VÁSQUEZ (2000), se entiende por disponibilidad de agua, a la cantidad que se dispone en un sistema, para abastecer la demanda de agua de un usuario.

Para el aprovechamiento del recurso hídrico de una cuenca, es necesario conocer en el tramo de interés del proyecto, el caudal disponible a

partir de la o las lluvias que lo origina mediante, el análisis retrospectivo de las variables hidrológicas SILVA (2003) y ROCHA (1996).

Podemos analizar la disponibilidad de agua mediante los siguientes métodos:

#### **2.5.1. Método hidrológico**

Según VILLÓN (1993) consiste, en el análisis de frecuencia de caudales medios diarios, calculando descargas que presenten una persistencia de tiempo del 75%, permitiendo conocer las cantidades aprovechables en las fuentes superficiales del bosque.

#### **2.5.2. Método caudal ecológico (Caudal efectivo)**

Los caudales ecológicos, como remanentes, permiten asegurar cuanto del caudal natural podemos tomar como disponible, mediante la diferencia actual del caudal de captación de la estructura y el caudal disponible al 75% de persistencia.

#### **2.5.3. Método estadístico**

CHEREQUE (1989) y VILLÓN (1993), nos dicen, que se basa en el análisis de una serie hidrológica de caudales mínimos (mensuales, anuales), ajustando sus valores a distribuciones probabilísticas de valores extremos (ANEXO 3), estimando los próximos caudales posibles con frecuencia del 75%.

### **2.6. Demanda del recurso hídrico**

ROCHA (1996) nos dice, que la demanda de agua es una actividad preliminar en todo proyecto de desarrollo de los recursos hídricos; en una ciudad, la demanda de agua puede analizarse a partir de los diversos

componentes o tipos de consumidores. PINEDA (2001), indica, calculamos la demanda de agua cuando se refiere al consumo de los hogares o de uso doméstico, considerando además un margen de pérdida del líquido que inevitablemente tendrá un sistema de agua.

Para la determinación de la demanda poblacional de uso doméstico por ejemplo, tenemos que analizarlo bajo los siguientes componentes:

1. El número de habitantes servidos y la dotación per cápita.
2. El número de habitantes debe calcularse a futuro de acuerdo a las características del proyecto.

#### **2.6.1. Metodología de cálculo**

Para valorar la demanda de agua, se revisa la evolución histórica reciente, del consumo de agua, y sobre la base del consumo promedio por habitante y con las estimaciones del crecimiento poblacional se proyecta la demanda para los próximos 20 años.

##### **Consumo de agua**

LÓPEZ (1999), explica, el consumo es el volumen de agua utilizada por una persona en un día y se expresa por lo general en litros por habitantes y por día. (L./hab./día).

La determinación del consumo de agua se debe hacer en base a datos estadísticos del consumo pasado y presente de la población (en el caso de que se disponga de esta información), de lo contrario basándose en estos mismos datos de otras poblaciones vecinas. Los métodos para proyectar el consumo en función de la población, ecuación (3), son:

### Fórmula de Planeación Nacional

$$\text{Consumo}(L / \text{hab.} / \text{día}) = \frac{(\text{Log}P - 1.8)}{0.014} \quad (3)$$

Donde: P, expresa la población actual o futura.

### Caudal de diseño

Con el fin de diseñar las estructuras del conducto, es necesario calcular el caudal apropiado, este debe combinar las necesidades de la población de diseño y los costos de la construcción de un acueducto para un caudal excesivo.

### Caudal medio

Es el caudal promedio obtenido de un año de registros y es la base para la investigación del caudal máximo diario, y del caudal máximo horario, ecuación (4):

$$Q_{\text{medio}} = \frac{\text{Consumo}(L / \text{hab} / d) * \text{Población}(\text{hab})}{86400} \quad (4)$$

### Caudal máximo diario

Es la demanda máxima que se presenta en un día del año, en otras palabras, representa el día de mayor consumo en el año y se calcula según la ecuación (5).

$$Q_{\text{máximo}} = 1.2 * Q_{\text{medio}} \quad (5)$$

### 2.6.2. Población futura

APAZA (1989), manifiesta que estimar valores de población para regiones en desarrollo, es uno de los primeros trabajos que se debe realizar, dentro del proceso de diseño del sistema de abastecimiento de agua.

Los métodos de estimación comúnmente utilizados son:

#### **Método aritmético**

Se emplea en el cálculo de poblaciones bajo la consideración, de que estas van cambiando en la forma de una progresión aritmética. Para una población dada, se dice que es aplicable el método aritmético cuando las variaciones de ella, respecto al tiempo, son independientes de la población considerada.

#### **Método geométrico**

En este caso se efectúa el cálculo de poblaciones considerando que las variaciones de estas poblaciones se producen en la forma de una progresión geométrica. Dada una población, se dice que puede aplicarse el método geométrico cuando las variaciones de la población considerada son independientes.



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1. Características generales de la zona de estudio**

##### **3.1.1. Uso actual del sistema de agua**

El abastecimiento para uso doméstico de los pobladores de Asunción Saldaña, UNAS, y Buenos Aires por rudimentarios que son, se identifican con los siguientes elementos (ANEXO 4):

##### **Fuente de abastecimiento**

Por su elección previa, para el uso doméstico, localización, calidad y cantidad, aún no han sido comprobadas en forma hidráulica y sanitaria, como ocurre para las fuentes: Asunción Saldaña, Cocheros, y Naranjal.

##### **Obras de captación**

El tipo de estructura utilizada para la captación del agua es de tipo directo, en todo sistema de agua de los centros poblados de Asunción Saldaña, Buenos Aires y UNAS.

##### **Obras de conducción**

Estas conducciones son generalmente por tuberías a presión entre obras del sistema de agua; captación, desarenador, sedimentador reservorio y línea matriz; sin embargo, los sistemas correspondientes a los centros poblados en tema no ofrecen las estructuras hidráulicas convencionales, sino prestan funciones múltiples una sola estructura.

### **3.1.2. Ubicación**

La parte alta de las microcuencas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, esta ubicada entre las coordenadas UTM, 390666.62E y 8971586.71 N, por el Norte; 389858.33E y 897633.06 N, por el Este; 391279.59E y 8969712.56 N, por el Sur; 391982.86E y 8970714.07 N, por el Sur. Políticamente se ubica en la Ciudad de Tingo María, capital de la Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco (ANEXO 5).

La Universidad Nacional Agraria de la Selva, conserva 217.22 Ha. de bosques; superficie primordial e importante que contiene las cabeceras de las microcuencas (Parte Alta), proveedoras de agua perenne durante todo el año.

### **3.1.3. Clima**

En la región se diferencia cinco condiciones climáticas, que varían de SO a NE, por diferenciación de altitud. Tingo María pertenece a un clima de Selva Tropical, que se caracteriza por ser cálido, con fuertes precipitaciones pluviales, temperatura media anual de 24.38 °C; esto se evidencia en las zonas de llano y colinas elevadas, siendo en estas últimas donde la temperatura desciende por las noches a unos 16 a 18 °C, con intensas neblinas en la partes altas.

Según la estación meteorológica de la UNAS, en un periodo de registro de 1941-2000, registran una temperatura máxima anual de 30 °C y una temperatura mínima anual de 16.83 °C. La humedad relativa media anual es del 76.45%, con precipitaciones media total de 3199.29 milímetros. La época lluviosa se inicia en octubre, prolongándose hasta Abril (ANEXO 6).

Sin embargo, en los últimos tres años el régimen de lluvias, han sufrido grandes variaciones en su magnitud e intensidad.

### **3.2. Materiales**

#### **3.2.1. Materiales de campo**

- Machete.
- Pala y pico.
- Botas.
- Madera de 25.4x25.4x2 pulg.
- Libreta de notas.
- Capa impermeable.
- Cinta métrica.
- Clavos de 3.81 pulgadas.
- Nivel carpintero.
- Martillo.
- 6 listones de madera.
- Regla de madera de 1.5 m.
- Regla de metal de 3 metros.

#### **3.2.2. Materiales y equipos de gabinete**

- Carta Nacional digitalizada del Bosque Reservado de la UNAS, en formato dwg. correspondiente al cuadrángulo de la hoja cartográfica del país, 19k, escala 1/100 000.
- GPS, marca Garmin 12 xl.
- Altimetro.
- Cámara digital (marca NIKON).
- Software AUTOCAD 2004, hoja de calculo Excel.
- Scanner.

### **3.3. Metodología de estudio**

La investigación se realizó de acuerdo a los siguientes periodos:

### **3.3.1. Periodo de campo**

Consistió identificar las características necesarias de las microcuencas proveedoras de agua a los centros poblados, mediante un reconocimiento in situ.

#### **Identificación del sistema de agua**

Con el reconocimiento de campo se identificaron diferentes sistemas de agua, para distintos centros poblados suministrados, esto permitió saber el lugar y tramo de donde se esta disponiendo los caudales de la fuente proveedora, además de las condiciones de funcionamiento del sistema (ANEXO 7).

#### **Ubicación de los puntos de aforo**

Se basó del reconocimiento anterior, con el posicionamiento global (coordenadas UTM) del punto de aforo de la fuente de suministro, a unos metros aguas arriba de la captación del sistema de agua, limitando así, la parte alta de la microcuenca como fuente disponible de agua al lugar de aprovechamiento.

#### **Instalación de los vertederos**

Se optó usar el modelo de aforo portátil rectangular de cresta aguda, para mediciones de caudales entre 0 y 300 litros por segundo, conforme a las indicaciones de instalación y operación (ANEXO 8).

#### **Medida de la información hidrométrica**

Culminado los acápite anteriores, se llevó a cabo las lecturas diarias de las cargas hidráulicas sobre el aforo rectangular, entre el periodo, junio 2003 a Mayo 2004, cuya finalidad fue de estimar los caudales

disponibles, como función de la carga hidráulica señalada en la operación de un aforo.

### **3.3.2. Periodo de gabinete**

#### **Determinación de los parámetros de una cuenca.**

##### **Delimitación**

Con el reconocimiento previo de campo de las divisorias de agua, en la parte alta de la microcuenca, se aseguró la circunscripción de las divisorias de agua como el punto de origen y confluencia de diferentes cursos de agua. La superficie delimitada de la parte alta de la microcuenca hasta su confluencia final asumida como el punto de aforo y/o captación del sistema de agua por gravedad se realizó sobre la Carta Nacional digitalizada (cuadrángulo de la hoja 19 k- correspondiente al BRUNAS-Tingo María) en formato DWG, a diferencias de niveles de 20/metros (ANEXO 9).

##### **Pendiente de la cuenca**

El criterio empleado para el cálculo de la pendiente de una cuenca, es el descrito por Horton (ANEXO 10).

##### **Tiempo de concentración**

Para estimar este valor, se usó la fórmula empírica de Kirpich, ecuación (2) que tiene en cuenta algunas características particulares de la cuenca como son: pendiente, altura y longitud del cauce principal.

##### **Disponibilidad del recurso hídrico**

Previo a ser usados los caudales mensuales de la serie Junio 2003 a Mayo 2004, se sometió a un análisis de masas (ANEXO 11), para asegurar su consistencia entre cada una de las cuencas. Posteriormente se aplicó el

método hidrológico, ecológico, y estadístico, narrado anteriormente. Para estimar los posibles caudales disponibles permanentes en cada sistema de abastecimiento de agua.

### **Demanda del recurso hídrico**

Mediante un conocimiento in situ de la población pasada de los diferentes centros poblados (ANEXO 12), se calculó el consumo actual y futuro, ecuaciones (3, 4, y 5), a fin de conocer sus demandas actuales y futuras con proyecciones al periodo de diseño de los sistemas de abastecimiento de agua.

### **Balance hídrico**

Este procedimiento consiste en comparar los caudales disponibles por cada una de las metodologías empleadas para así conocer la oferta de las fuentes, con las demandas del agua, actuales y futuras proyectadas en un diseño de sistema de abastecimiento de agua, según la ecuación (1), en cada uno de los centros poblados intervenidos

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Reconocimiento y ubicación de los sistemas de agua

Se identificó el sistema de agua, por cada centro poblado su ubicación en coordenadas UTM, punto donde se capta el agua desde la fuente (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Características de los sistemas de abastecimiento de agua del BRUNAS.**

Orden	Ubicación					Tipo de captación
	Altitud (m.s.n.m.)	Coordenadas UTM		Microcuenca	Centro poblado	
		X	Y			
1	684	390789	8971027	A. Saldaña	A. Saldaña	Directa
2	676	390648	8970715	Naranjal	UNAS	Directa
3	340	391022	8969709	Cocheros	Buenos Aires	Directa

### 4.2. Determinación de los parámetros de la cuenca

Las características fisiográficas reunidas como parámetros hidrológicos de la parte alta de la microcuenca, definen su funcionamiento en el tiempo y circunstancia, como disposición de la oferta hídrica (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Características fisiográficas de las microcuencas del BRUNAS.**

Características	Unidad	Microcuenca		
		A. Saldaña	Naranjal	Cocheros
Área.	Ha.	12.78	47.26	44.34
Perímetro.	Km.	1.45	3.69	3.41
Longitud del cauce.	Km.	0.55	1.212	1.34
Longitud Total.	Km.	0.77	1.7	1.6
Orden del cauce.	O	2	2	2
Pendiente microcuenca.	%	31.4	26.8	38.7
Altura máxima del cauce.	m.s.n.m.	860	1030	1080
Altura mínima del cauce.	m.s.n.m.	684	676	640
Tiempo de concentración.	Min.	10.92	19.33	20.4

#### 4.3. Disponibilidad del recurso hídrico

Los volúmenes disponibles estimados por las tres metodologías con alcance al diseño ó funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua, señalan su disposición durante el régimen anual.

##### 4.3.1. Método hidrológico

Con el se determinó volúmenes disponibles al 75% de persistencia sobre la fuente, considerados como del pasado y futuro (Cuadro 4).



**Cuadro 4. Caudales disponibles al 75% de persistencia (l/s), periodo Junio 2003 a Mayo 2004.**

Mes	Fuente de abastecimiento.		
	A. Saldaña.	Naranjal.	Cocheros.
Jun-03	3.0	10.0	13.9
Jul-03	5.9	12.1	17.9
Ago-03	9.6	18.7	32.6
Sep-03	8.7	17.2	29.4
Oct-03	11.5	24.1	36.3
Nov-03	21.5	38.9	46.5
Dic-03	49.0	83.9	102.5
Ene-04	7.7	16.3	21.8
Feb-04	7.3	15.8	21.2
Mar-04	6.7	14.7	14.3
Abr-04	6.1	13.7	16.4
May-04	5.5	12.7	14.1

#### 4.3.2. Método estadístico

Los caudales disponibles mínimos probables al 75% de persistencia (Cuadro 5), se consideran como una variable aleatoria, de un suceso particular (caudales mínimos) ajustados a cuatro distribuciones de probabilidades de variables extremas, bajo el escenario de ocurrencia de estos

eventos en tiempos probables de de ocurrencia actuales y futuros. (ANEXO 16).

**Cuadro 5. Caudales disponibles estimados (l/s), para una frecuencia del 75 %, periodo Junio 2003 a Mayo 2004.**

Fuente de Abastecimiento	Distribución de Valores Extremos				Promedio
	Gumbel	Logaritmo Normal	Logaritmo de Pearson III	Valor extremo Tipo I	
A. Saldaña	1.03	2.91	2.44	1.69	1.88
Naranjal	2.32	3.51	3.14	2.83	2.89
Buenos Aires	3.5	3.33	2.57	1.25	2.69

\* El promedio se basa de las estimaciones menos dispersas. (Gumbel, Log Pearson, Valor E. tipo I).

#### 4.3.3. Método caudal ecológico (caudal efectivo)

Considerados los caudales en los escenarios actuales y futuros, como remanentes después de sustraer el caudal máximo diario demandado en los mismos escenarios (ANEXO 13), contamos entonces con los caudales disponibles para dicho sistema (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Caudal efectivo (l/s), por sistema de abastecimiento de agua.**

<b>Meses</b>	<b>Sistema de Abastecimiento</b>		
	<b>Asunción Saldaña</b>	<b>UNAS</b>	<b>Buenos Aires</b>
Jun-03	2.9	9.22	13.23
Jul-03	5.81	11.39	17.23
Ago-03	9.48	17.92	31.93
Sep-03	8.59	16.49	28.73
Oct-03	11.37	23.37	35.63
Nov-03	21.36	38.16	45.83
Dic-03	48.86	83.18	101.83
Ene-04	7.56	15.564	21.13
Feb-04	7.23	15.02	20.53
Mar-04	6.58	13.96	13.63
Abr-04	5.96	12.945	15.73
May-04	5.37	11.9627	13.43

#### **4.4. Demanda del recurso hídrico**

Bajo un periodo designado de 20 años al diseño, y las variables consecuentes del incremento poblacional y consumo doméstico se consiguió las demandas correspondientes por centro poblado para escenarios actuales, 2004 y futuros, 2024.

#### 4.4.1. Poblaciones futuras

Estimadas a partir de las metodologías pertinentes en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua (Cuadro 7). Tenemos de los métodos usados: Parábola, Geométrico, Interés simple, y Aritmético (ANEXO 14); los valores aproximados al valor medio entre los centros poblados de Asunción Saldaña y Buenos Aires, exceptuando a la UNAS, por la decisión tomadas y usadas del expediente técnico. Sistema de Agua Potable de Zootecnia (ANEXO 15).

**Cuadro 7. Población futura 2024 de los centros poblados abastecidos por el BRUNAS.**

Método de Cálculo	Población Futura 2024		
	A. Saldaña.	UNAS *	Buenos Aires.
Parábola.	637	736	1691
Geométrico.	733	736	2070
Interés simple.	596	736	1643
Aritmético.	406	736	1209
Media	593	736	1653

#### 4.4.2. Consumo y demanda de agua

Conocer el consumo de agua por habitante, accedió determinar el caudal máximo horario, y diario (Cuadro 8 y 9), así formulando la demanda máxima por centro poblado (Cuadro 10). Estos cálculos se basaron del consumo actual y futuro (2004 y 2024), mediante las poblaciones reales y proyectadas.

Del mismo modo, que las poblaciones futuras, los consumos actuales y futuros de la Universidad, se mantienen constantes, por que la Ciudad Universitaria, no conserva un crecimiento urbano, sino definido por las edificaciones y viviendas en su ámbito de desarrollo educativo, como lo expone el expediente técnico, Sistema de Agua Potable Zootecnia, elaborado el año 2002, por la oficina de Ingeniería y Mantenimiento de la Universidad. En tanto, los consumos de agua, por los centros poblados Asunción Saldaña y Buenos Aires, viene en aumento para los próximos 20 años.

**Cuadro 8. Caudal de diseño para un consumo actual, año 2004.**

<b>Centro Poblado</b>	<b>Consumo (l/hab./d)</b>	<b>Caudal medio (l/s)</b>	<b>Caudal máximo (l/s)</b>	<b>Caudal máximo horario (l/s)</b>
Asunción Saldaña	42.1	0.12	0.14	0.21
UNAS	76.2	0.65	0.78	1.17
Buenos Aires.	72.8	0.56	0.67	1.0

**Cuadro 9. Caudal de diseño para un consumo actual, año 2024.**

<b>Centro Poblado</b>	<b>Consumo (l/hab./d)</b>	<b>Caudal medio (l/s)</b>	<b>Caudal máximo (l/s)</b>	<b>Caudal máximo horario (l/s)</b>
Asunción Saldaña	69.5	0.48	0.57	0.86
UNAS	76.2	0.65	0.78	1.17
Buenos Aires.	101.3	1.94	2.33	3.49

**Cuadro 10. Demanda de agua por centro poblado, años 2004 y 2024.**

Centro Poblado	Demanda (l/d)	
	Año 2004	Año 2024
Asunción Saldaña.	10310.40	41215.82
UNAS	56087.29	56087.29
Buenos Aires	48064.21	167457.50

#### 4.5. Balance hídrico

Con el propósito primordial de conocer el déficit por comparación de la oferta hídrica por las tres metodologías señaladas, y las demandas, se sintetiza como deficiencias durante el balance hídrico efectivo en los escenarios actuales y futuros, para la parte alta de la microcuenca del Naranjal y Cocheros. Conforme se aprecian en el Cuadro 11 y Figura 1; déficit en la microcuenca Naranjal, durante el mes de Junio, mientras en la microcuenca Cocheros, ocurrió los meses de Junio 2003; Marzo, Abril, y Mayo del 2004, según el Cuadro 12 y Figura 2; respectivamente para el balance hídrico actual.

Posteriormente, para el balance hídrico futuro año 2024, que corresponde para un tiempo de diseño con 20 años, los déficit mantendrían su ocurrencia los meses de junio, para la microcuenca Naranjal, como se aprecia en el Cuadro 13 y Figura 3, caso contrario e inevitable los déficit para la microcuenca Cocheros, como se aprecia en el Cuadro 14 y Figura 4, ocurrirán todos los meses, excepto el mes de diciembre, temporada lluviosa.

**Cuadro 11. Balance hídrico efectivo 2004, Microcuenca Naranjal.**

	<b>Oferta</b>	<b>Demanda</b>	<b>Déficit/Reserva</b>
<b>Mes</b>	<b>miles m<sup>3</sup>/mes</b>	<b>miles m<sup>3</sup>/mes</b>	<b>miles m<sup>3</sup>/mes</b>
Jun-03	0.80	1.68	-0.89
Jul-03	30.51	1.74	28.77
Ago-03	48.00	1.74	46.26
Sep-03	42.74	1.68	41.06
Oct-03	62.59	1.74	60.86
Nov-03	98.91	1.68	97.23
Dic-03	222.79	1.74	221.05
Ene-04	41.69	1.74	39.95
Feb-04	37.63	1.63	36.01
Mar-04	37.39	1.74	35.65
Abr-04	33.55	1.68	31.87
May-04	32.04	1.74	30.30

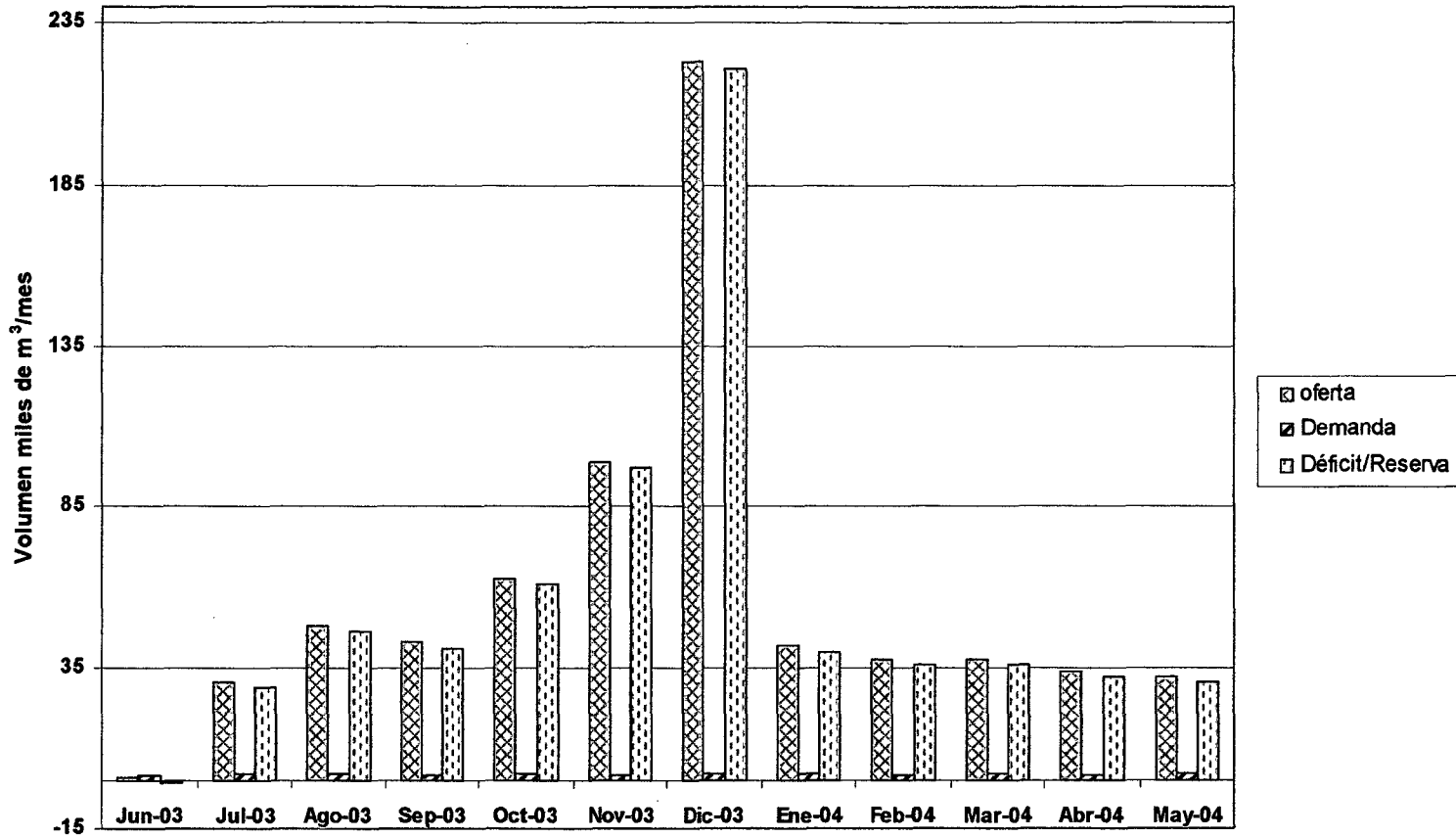


Figura 1. Balance hídrico efectivo 2004, Microcuenca Naranjal.



**Cuadro 12. Balance hídrico efectivo 2004, Microcuenca Cocheros.**

	<b>Oferta</b>	<b>Demanda</b>	<b>Déficit/Reserva</b>
<b>Mes</b>	<b>miles m<sup>3</sup>/mes</b>	<b>miles m<sup>3</sup>/mes</b>	<b>miles m<sup>3</sup>/mes</b>
Jun-03	1.14	1.44	-0.0073
Jul-03	1.49	1.49	0.0000
Ago-03	2.76	1.49	0.0309
Sep-03	2.48	1.44	0.0254
Oct-03	3.08	1.49	0.0387
Nov-03	3.96	1.44	0.0614
Dic-03	8.80	1.49	0.1782
Ene-04	1.83	1.49	0.0082
Feb-04	1.77	1.39	0.0093
Mar-04	1.18	1.49	-0.0076
Abr-04	1.36	1.44	-0.0020
May-04	1.16	1.49	-0.0080

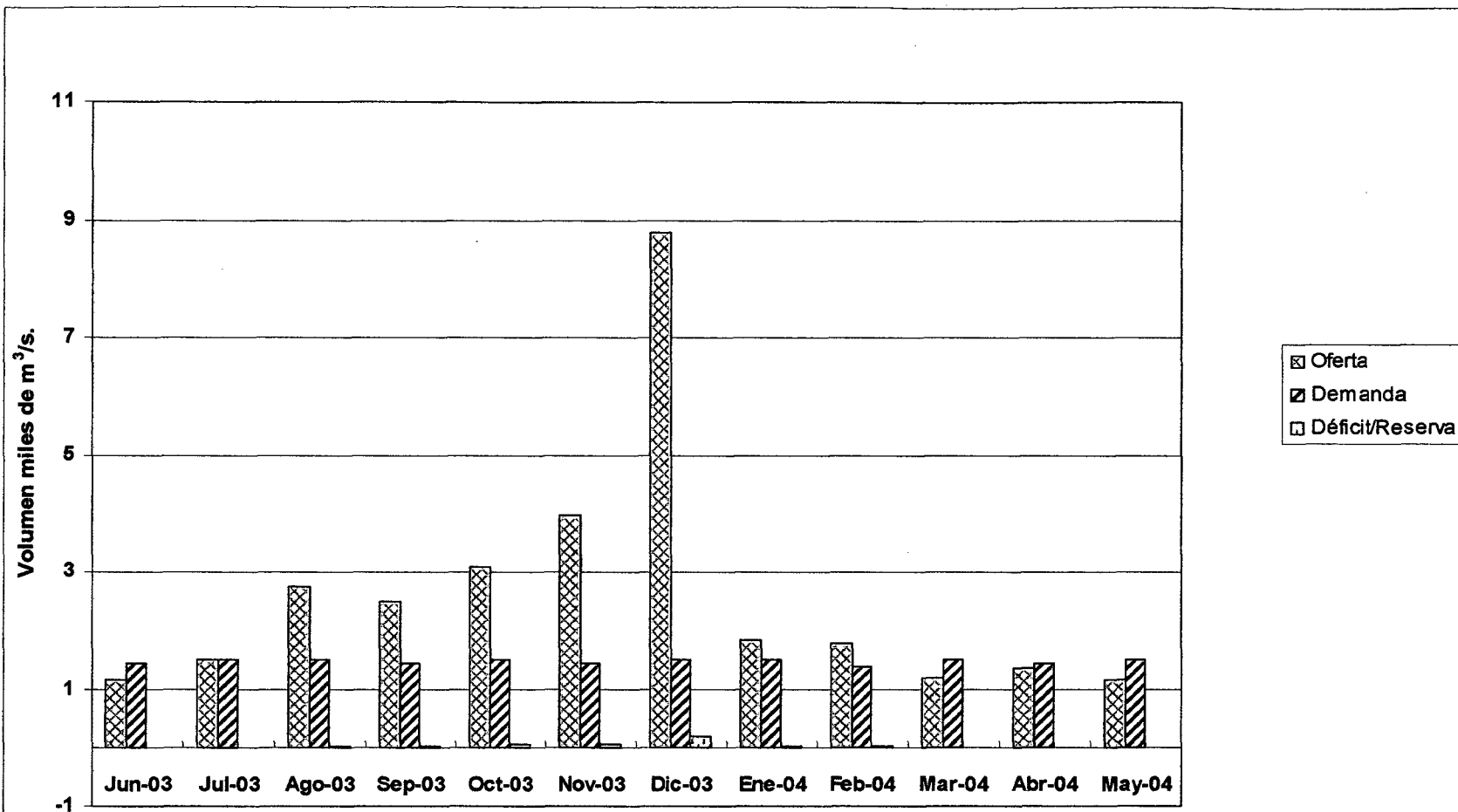


Figura 2. Balance hídrico efectivo 2004, Microcuenca Cocheros.

**Cuado 13. Balance hídrico efectivo 2024, Microcuenca Naranjal.**

	<b>Oferta</b>	<b>Demanda</b>	<b>Déficit/Reserva</b>
<b>Mes</b>	<b>miles m<sup>3</sup>/mes</b>	<b>miles m<sup>3</sup>/mes</b>	<b>miles m<sup>3</sup>/mes</b>
Jun-03	0.80	1.68	-0.89
Jul-03	30.51	1.74	28.77
Ago-03	48.00	1.74	46.26
Sep-03	42.74	1.68	41.06
Oct-03	62.59	1.74	60.86
Nov-03	98.91	1.68	97.23
Dic-03	222.79	1.74	221.05
Ene-04	41.69	1.74	39.95
Feb-04	37.63	1.63	36.01
Mar-04	37.39	1.74	35.65
Abr-04	33.55	1.68	31.87
May-04	32.04	1.74	30.30

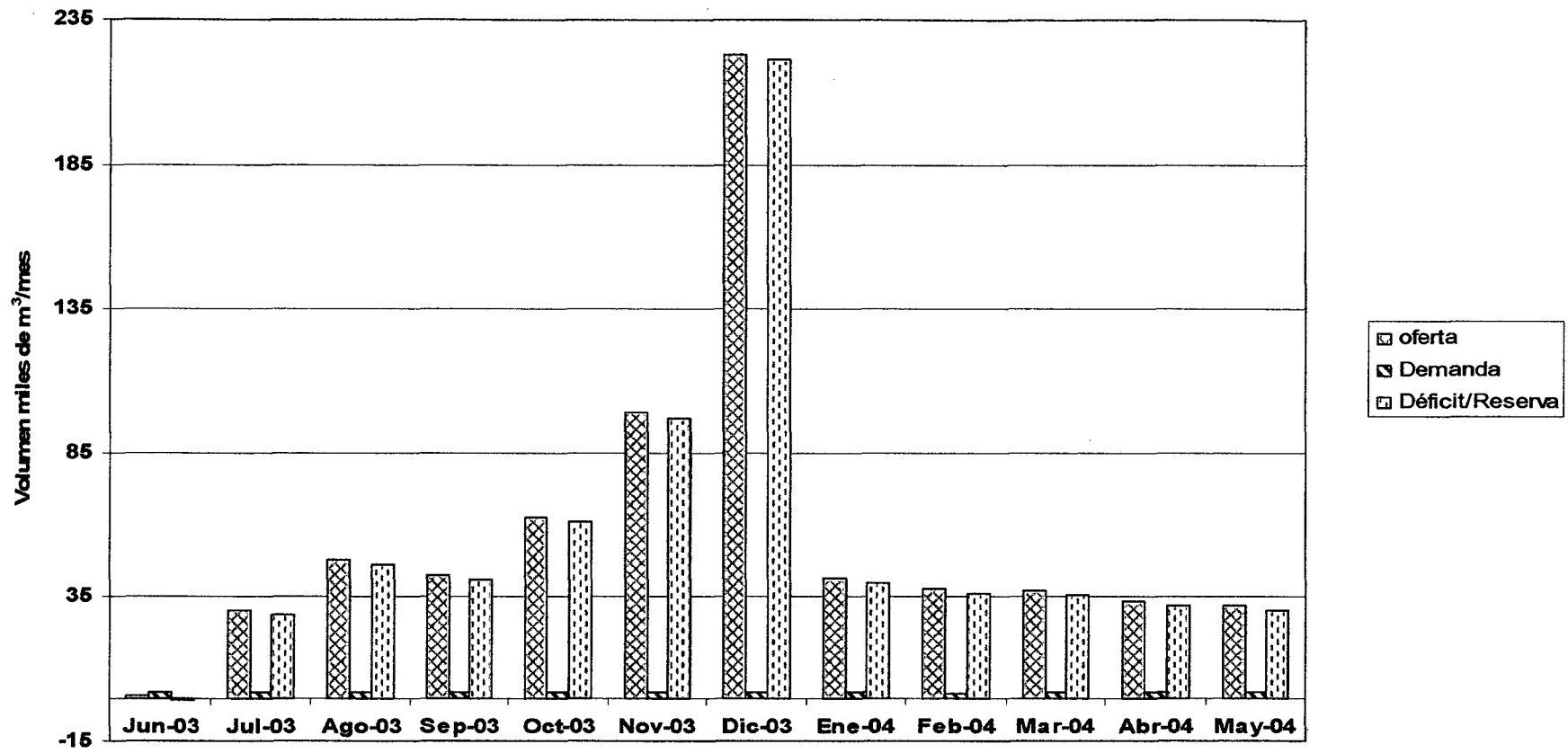
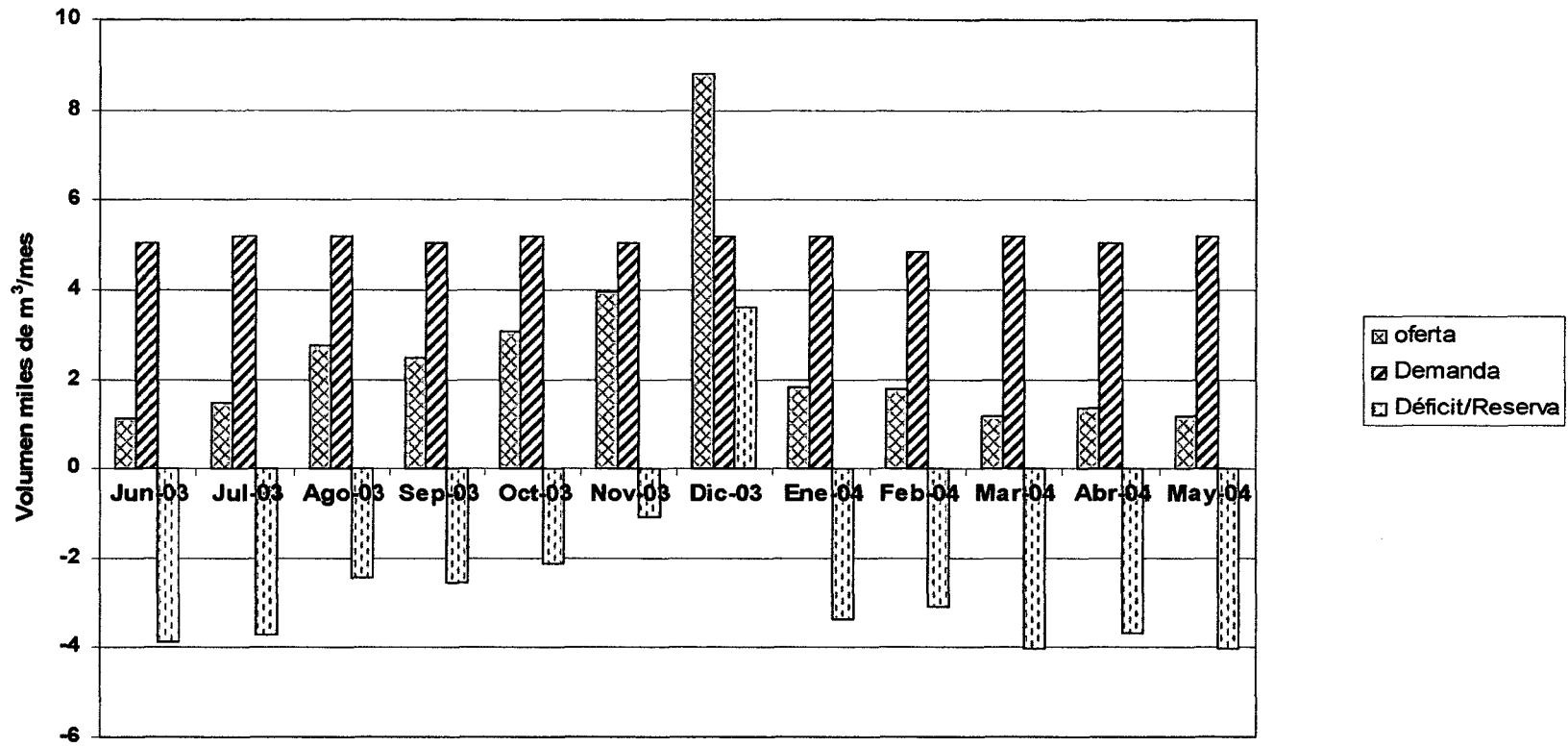


Figura 3. Balance hídrico efectivo 2024, Microcuenca Naranjal.

**Cuadro 14. Balance hídrico efectivo 2024, Microcuenca Cocheros.**

	<b>Oferta</b>	<b>Demanda</b>	<b>Déficit/Reserva</b>
<b>Mes</b>	<b>miles m<sup>3</sup>/mes</b>	<b>miles m<sup>3</sup>/mes</b>	<b>miles m<sup>3</sup>/mes</b>
Jun-03	1.14	5.02	-3.88
Jul-03	1.49	5.19	-3.70
Ago-03	2.76	5.19	-2.43
Sep-03	2.48	5.02	-2.54
Oct-03	3.08	5.19	-2.11
Nov-03	3.96	5.02	-1.06
Dic-03	8.80	5.19	3.61
Ene-04	1.83	5.19	-3.37
Feb-04	1.77	4.86	-3.08
Mar-04	1.18	5.19	-4.01
Abr-04	1.36	5.02	-3.66
May-04	1.16	5.19	-4.03



**Figura 4. Balance hídrico efectivo 2024, Microcuenca Cocheros.**

## V. DISCUSIÓN

Los sistemas de agua por gravedad identificados en el BRUNAS, de acuerdo a sus coordenadas, altitud y tipo de captación, precisa el lugar de aprovechamiento y las características del correcto desempeño de la estructura hidráulica. Éstas por ejemplo se ven acompañadas frecuentemente por el aumento de la carga de sedimentos en épocas lluviosas, ocasionando complicaciones en ellas y posteriormente al usuario.

Se consiguió definir las características primordiales de la cuenca, a partir de sus parámetros físicos, como son la forma y área; experimentando durante la investigación, que la microcuenca de Asunción Saldaña es más susceptible a tormentas intensas diferenciándose por su forma circular, con las microcuencas de Naranjal y Cocheros, del tipo alargada, con un escurrimiento mas prolongado como lo afianza el tiempo de concentración.

Sin embargo, tales manifestaciones de escurrimiento superficial como variables dependientes a las precipitaciones se manifestarán por el cambio en el uso, tipo y litología del suelo; además de estas características fisiográficas de las microcuencas han de caracterizar el régimen de caudales, en el ciclo hidrológico.

La disponibilidad de recursos hídricos en la temporada evaluada, ha permitido tener un estimativo preliminar; como primera investigación en el BRUNAS. Las metodologías utilizadas, requieren de mayor rigor en el número

de muestras registradas SILVA (2003); es decir no son suficientes muestras mensuales del año, como para predecir los caudales mínimos en los próximos 20 años. En estudios hidrológicos se exige muestras de hasta 30 años para estimar caudales disponibles con un 75% de persistencia.

El método estadístico de ser aplicado, con caudales mínimos por los requerimientos prospectivos al abastecimiento de agua en los próximos 20 años, con una demanda en ritmo creciente y por el corto tiempo de evaluación, se estableció del análisis y ajuste de las distribuciones de extremos mínimos, caudales disponibles para tiempos de retorno del año, es decir, descargas homogéneas en el año de diseño actual y futuro en cada microcuenca; de igual forma dicha metodología requieren de mayor rigor en el número de muestras registradas, por lo menos unos 30 años.

Del método hidrológico, los volúmenes disponibles al 75% de persistencia, cuadro 5, se estimaron de la frecuencia empírica de las muestras, es decir de acuerdo al orden aleatorio ajustando a una escala de jerarquía, así al ser clasificadas, este ajuste y estimativo, esta sujeto al comportamiento del caudal como variable aleatoria, con muchos años anteriores no presenciados, cuyos valores pueden estar muy por debajo de los establecidos. Esto advierte que el régimen de caudales de las microcuencas del BRUNAS es desconocido pero sí inducir su ocurrencia a partir de la distribución de precipitaciones durante los 61 años de registro en la Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones-SENAMHI.

Los caudales ecológicos, cuadro 6, condujeron a estimar el déficit, en el Sistema de Agua por gravedad Naranjal, y Cocheros, al suponer un continuo



aprovechamiento no regulado por reservorios en el sistema de agua por gravedad. Por tanto, estos remanentes existentes o no, causan algún tipo de impacto en el paisaje forestal aguas abajo de la captación. Por la falta de un estudio paralelo con esta investigación; se pudo justificar el impacto ecológico con el sostenimiento al hábitat fluvial del Bosque, conforme señala GONZALO et al. (1998).

La demanda del agua estuvo sujeta a cálculos para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua, con las metodologías pertinentes en Ingeniería Sanitaria, conforme señala LÓPEZ, A (1999). Debido a las dificultades e imposibilidad en realizar mediciones de un alcance óptimo por usuario.

El consumo doméstico estimado por centro poblado, cuadro 9, esta sujeto conforme el análisis del número de habitantes servidos y aquellos con una frontera de 20 años de la población de diseño en consideración. El consumo doméstico no superó, valores promedios del consumo rural de 250 litros por habitante por día, que comúnmente es considerada para aquellos diseños donde no se cuenta con la población del lugar. LÓPEZ, A (1999). Para nuestro propósito comparando dicho consumo, para uno de los diseños de 20 años, fue de 101.3 l/hab/d, se encuentra por debajo de la mitad de las consideraciones para abastecer zonas rurales. Es importante señalar, cuando determinamos el consumo doméstico, las metodologías están sustentadas para ciudades donde la calidad de vida, involucra un mejor servicio y cobertura del servicio de agua, con estas, un mayor consumo, por tanto las metodologías aplicadas estarían enfocadas a un futuro cercano del proceso de desarrollo rural-urbano de los centros poblados.

La Población Futura estimada ha exigido tener registros pasados del número de habitantes por año, en cada centro poblado. Sin embargo, por las dificultades de coleccionar tal información, las estimaciones se realizaron por las metodologías que conjugan a tales dificultades. Sólo se recogió el número de habitantes, ofrecido por el comité de agua de cada centro poblado en estudio, de algún modo nos ofrece el comportamiento del crecimiento poblacional del lugar así interpolarlo a los 20 años futuros.

Cabe señalar que las poblaciones tanto actuales 2004 y futuras 2024 de la UNAS se tomo del expediente técnico, Sistema de Agua Zootecnia, respetando sus proyecciones establecidas con el crecimiento urbano que conserva, acorde a las edificaciones y viviendas en su ámbito de desarrollo educativo. Notándose valores constantes de 736 habitantes.

El balance hídrico cuya finalidad es encontrar el déficit, sujeto a las comparaciones de oferta mediante las 3 metodologías de estimación de los caudales disponibles, frente a una demanda actual y futura en los años 2004 y 2024, fijó déficit para los próximos caudales disponibles efectivos, en las microcuencas del Naranjal y Cocheros. Cabe señalar que los valores constantes de la demanda de agua durante los meses solo aseguran una estimación genérica en el año, y no un oportuno calculo en las temporadas de tiempo diario o mensual desconociendo el verdadero ritmo de consumo doméstico del agua.

En el año 2004, la microcuenca el Naranjal señala déficit durante el mes de junio mientras que en Cocheros ocurren en los meses de junio 2003, marzo, abril, mayo, del 2004. Bajo las consideraciones de caudales efectivos disponibles.

Cabe señalar que si aprovechamos dichos caudales, incurrimos no solo en un déficit a los habitantes, sino al paisaje forestal aguas abajo del sistema de captación, desconociendo el impacto ambiental para las fuentes que aseguran un desequilibrio ecológico en la trayectoria de la fuente hasta el punto de confluencia con el río Huallaga.

## VI. CONCLUSIONES

Las principales características fisiográficas que rigen un desempeño hidrológico para las microcuencas del BRUNAS, Asunción Saldaña, Naranjal y Cocheros son el tiempo de concentración de 10.92, 19.33 y 20.4 min; superficies de 12.78, 47.26 y 44.34 Ha.; pendientes de 31.4, 26.8 y 38.7 % respectivamente.

Los caudales disponibles registrados y evaluados con una persistencia al 75% sobre las fuentes de Asunción Saldaña, Naranjal, y Cocheros, mantuvieron volúmenes mínimos durante los meses de junio y mayo, y máximos durante el mes de diciembre, respectivamente.

Considerando volúmenes disponibles mínimos como variables extremas ajustadas a cuatro distribuciones probabilidades en la metodología estadística, se obtuvo un promedio del mejor ajuste. Para los escenarios del año 2004 y 2024 con valores de: 1.88, 2.89 y 2.69 l/s en las fuentes de Asunción Saldaña, Naranjal y Cocheros respectivamente.

Aquellos, caudales efectivos disponibles se estimaron como mínimos durante los meses de junio y mayo respectivamente, y máximo, el mes de diciembre, en cada una de las microcuencas del BRUNAS.

La demanda de agua exigida por cada centro poblacional de acuerdo al hábito de consumo doméstico fueron: 10310.4, 56087.3, y 41215.82 litros/día, en los centros poblados de Asunción Saldaña, UNAS y Buenos Aires,

respectivamente al año 2004. Mientras al año 2024, comprende valores 41215.82, 56087.2, y 167457.5 l/d. Estas cantidades están en función de las poblaciones, y el consumo domestico actual como proyectado.

Poblaciones futuras del 2024, estimadas bajo el método de la Parábola, Geométrica, e Interés Simple, afianzaron un valor promedio de 593, 736, 1653, habitantes para Asunción Saldaña, UNAS, Buenos Aires.

El consumo doméstico del agua, para el año 2004 de 42.1, 76.1 y 72.8 l/hab/día, y del año 2024 serían de 69.5, 76.2, y 101.3 l/hab/día, respectivamente en los centros poblados de Asunción Saldaña, UNAS, y Buenos Aires.

El déficit obtenido del balance hídrico, durante el año 2004 y 2024, se sintetiza para aquellos caudales efectivos ecológicos. Del balance hídrico efectivo 2004, en la microcuenca el Naranjal se obtuvo déficit, durante el mes más seco, junio, con volúmenes de 0.89 miles de m<sup>3</sup>/mes; y en la Microcuenca de Cocheros sucedió en los meses de junio, marzo, abril, y mayo, con volúmenes de 0.0073, 0.0076, 0.0020, 0.008 miles de m<sup>3</sup>/mes.

Con un diseño de 20 años el balance hídrico efectivo 2024 de la microcuenca el Naranjal, no se obtuvo mayores complicaciones que en el mes seco de Junio con 0.89 miles de m<sup>3</sup>/mes deficitarios, pero si durante el balance hídrico efectivo en la microcuenca Cocheros, con volúmenes deficitarios durante todo el año, excepto el mes lluvioso de diciembre. Dichas cantidades, las más incrementadas suceden en los meses pocos lluviosos de junio, marzo, abril y mayo.

## VII. RECOMENDACIONES

Actualizar la Clasificación del Uso de Suelo y Fisiográfica del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para garantizar un correcto desempeño del análisis funcional de la escorrentía superficial en la hidrología.

Instalar equipos de aforo permanentes en las fuentes de agua del BRUNAS, para afianzar y empezar a registrar los caudales que determinan el comportamiento del bosque y almacenamiento del recurso hídrico.

Establecer y situar el funcionamiento de las posibles estrategias en la gestión de aprovechamiento óptimo de los recursos naturales del bosque, con los usuarios de primer orden, primordialmente en las fuentes de agua del BRUNAS, ya que se ha demostrado en el año 2004 y los próximos 20 años suscitarían déficit al consumo doméstico de los centros poblados de la UNAS y Buenos Aires.

Incentivar y continuar estudios hidrológicos en el Bosque Reservado, que se encuentren acompañados de estudios pertinentes o pruebas necesarias, a determinar los impactos suscitados en el paisaje forestal por el déficit de agua, en la trayectoria de las fuentes del bosque.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APAZA, P. 1989. Redes de Abastecimiento del agua Primera 1 ed. Lima, Perú, Servilaser. 72 p.
2. ARROYAVE, C., GIRALDO L. 1994. Estudio del Balance Hídrico de las Microcuencas la Beta y la Cubero de Piedras Blancas, Antioquia. [ En línea ]: ICFES, (<http://www.icfes.gov.co/revistas/cronica/Vol12/conten97.html>, crónica 25 Mayo 20003).
3. CHOW, V., MAIDMET, y MYS. L. 1994. Hidrología Aplicada. 1 ed. Editorial Santa Fé de Bogota. Colombia. Mc Graw Hill. 584 p.
4. CHEREQUE, W. 1989. Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil. Pontifica Universidad Católica del Perú. 219 p.
5. CHAVARRI, V. 2000. Hidrología Aplicada. Clases de Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos. Escuela de Post Grado Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
6. DE LAS SALAS, y GARCÍA, C. s.d. Balance Hídrico bajo tres coberturas vegetales en la Cuenca Hidrográfica del Río San Cristóbal. [ En línea ]: Universidad Distrital de Bogotá, ([http://www.ucea.edu/tps\\_publicaciones.html](http://www.ucea.edu/tps_publicaciones.html), publicaciones Junio 2003).
7. GONZÁLO, M., y GARCÍA, D. 1998. Restauración de ríos y riberas.

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes Ediciones  
Mundiprensa Madrid España 89 p.

8. LÓPEZ, A. 1999. Diseño de Acueductos y Alcantarillados. 2 ed.  
Bogota Colombia Alfaomega 388 p.
9. MONSALVE, G 1999. Hidrología para la Ingeniería. 2 ed. Bogotá Colombia  
Alfaomega 353 p.
10. MARTÍNEZ, V.W; VALDIVIA F.E, CUYUBAMBA, P.V. 1998. Geología  
de los cuadrángulos de Aucayacu, Santa Ana, y Tingo María.  
Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Lima Perú .  
Boletín N° 12. Serie A Carta Geológica Nacional. 186 p.
11. MARCOS, C. 1996. Plan Maestro para el Establecimiento de un  
arboreto en el Bosque Reservado de la UNAS.  
Tingo María Universidad Nacional Agraria de la Selva 119 p.
12. PINEDA, P. 2001 Proyección de la demanda de agua en Hermosillo  
hacia el año 2020. [en línea]: Colson Educación,  
(<http://www.colson.-du.mx/Estudios%20pol/Npineda/demanda2020.pdf>;  
Estudios, 15 Mayo 2003).
13. ROCHA, A. 1996. Agua para Lima en el siglo XXI. Consejo  
Departamental de Lima, Colegio de Ingenieros del Perú; 1 ed.  
Lima Perú, 166 p.
14. REYES, C.L. 1992. Hidrología Básica. 1 ed. Concytec 216 p.
15. SILVA G. 2003 Hidrología en cuencas pequeñas con información escasa.  
[en línea] SILVA, G, (<http://www.geocites.com / gsilvam/hidrocu.html>, hidrología, Mayo 2003).



16. SÁNCHEZ, S.R. 2003. Hidrología II. [ En línea]: Hidrogeología,  
(<http://www.web.usal.edu.es/~javisanhidro>, temas específicos, Julio  
2003).
17. VÁSQUEZ, A. 2000 Manejo de Cuencas Hidrográficas. Tomo I. Escuela  
Superior de Administración de Agua Charles Sutton. 1ed.  
Universidad Nacional Agraria La Molina 515 p.
18. VILLÓN B. H. 1993. Hidrología Estadística. 1 ed. Lima Perú, 212 p.

## **IX. ANEXOS**

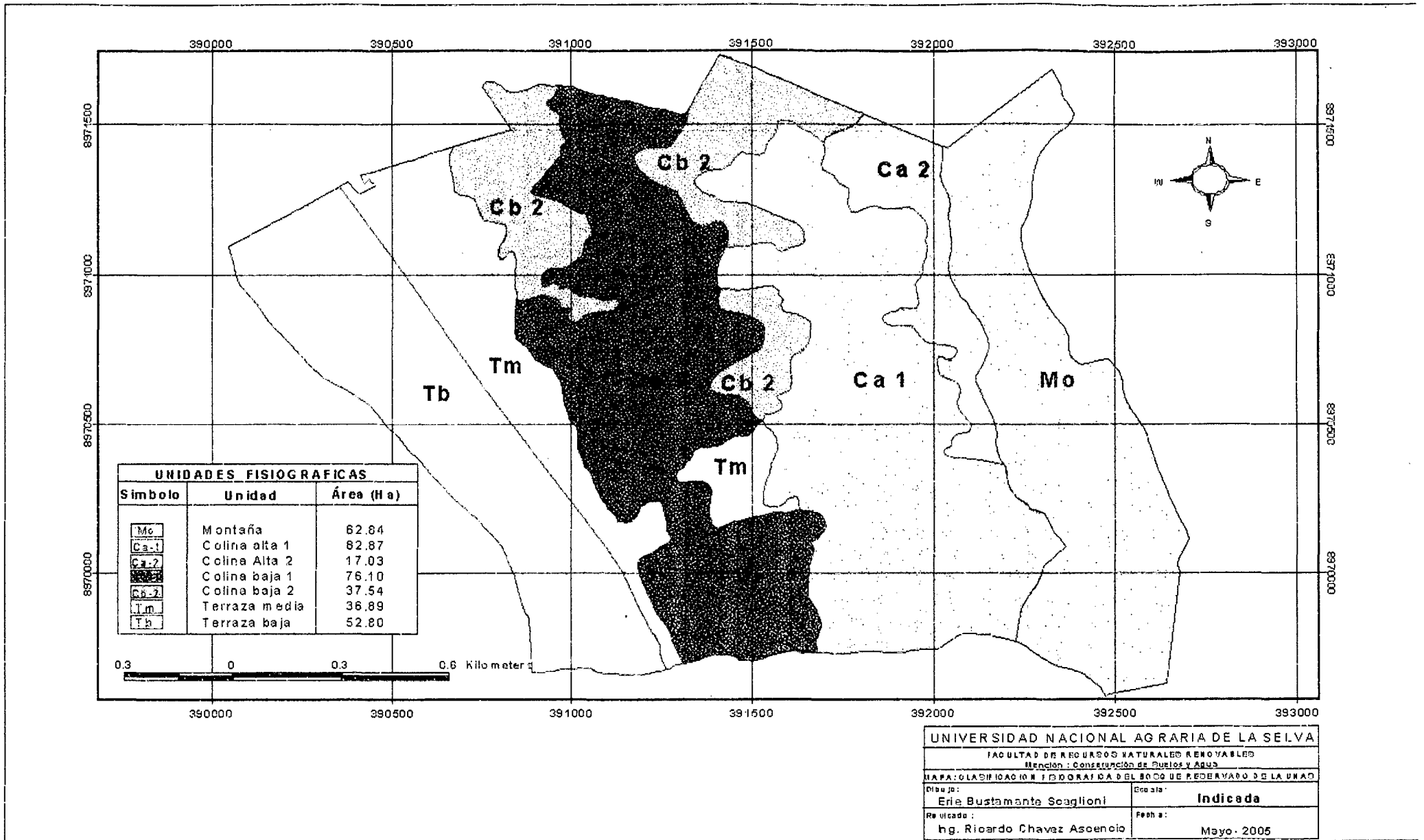


Figura 5. Mapa de Clasificación Fisiográfica del Bosque Reservado de la UNAS

A - 2

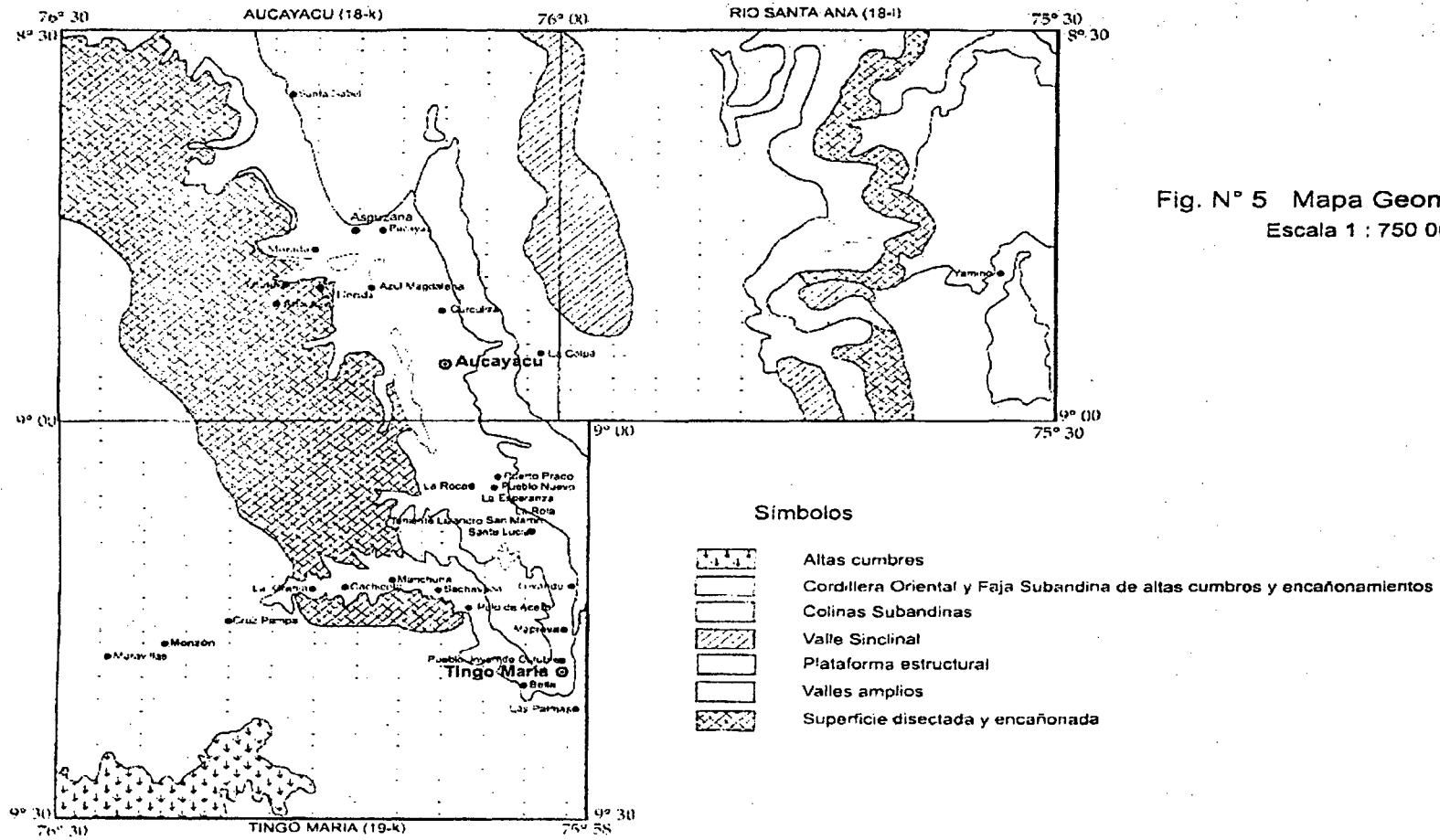


Fig. N° 5 Mapa Geomorfológico  
Escala 1 : 750 000

Figura 6. Mapa Geomorfológico Cuadrángulo 19 k Zona Provincia Leoncio Prado.

### ANEXO 3.

#### DEFINICIONES GENERALES DE LAS DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD DE VALORES EXTREMOS.

##### **Distribución Logaritmo Normal.**

Si la variable aleatoria  $Y = \text{Log } X$  está normalmente distribuida, entonces se dice que  $X$  está distribuida en forma logaritmo normal. CHOW, V *et al* (1994) llegó a la conclusión de que esta distribución se aplica a variables hidrológicas formadas como productos de otras variables debido a que si  $X = X_1 X_2 X_3 , \dots X_n$  entonces:

$$Y = \text{Log}X = \sum_{i=1}^n \log X_i = \sum_{i=1}^n Y_i$$

lo cual tiende a la distribución normal para los valores

grandes de "n" siempre y cuando los  $X_i$  sean independientes y estén idénticamente distribuidos. La distribución lognormal tiene ventajas sobre la distribución normal que esta limitada ( $x > 0$ ) y de que la transformación logarítmica tiende a reducir la asimetría positiva comúnmente encontrada en información hidrológica, debido a que al tomar logaritmos se reducen en una proporción mayor los números grandes que los números pequeños.

##### **Distribución Log- Pearson Tipo III.**

Si  $\text{Log } X$  sigue una distribución Pearson Tipo III, entonces se dice que  $X$  sigue una distribución Log\_ Pearson Tipo III. Esta es la distribución estándar para análisis de frecuencia de crecientes máximas anuales en los Estados Unidos. Como un caso especial, caudo  $\text{Log } X$  es simétrico alrededor de su media, la distribución Log Pearson tipo II, se reduce a la distribución Log Normal. La localización del límite "v" en la distribución Log- Pearson tipo III depende de la asimetría de la información. Si esta tiene asimetría positiva, entonces  $\text{Log } X$ , es mayor o igual a

“ $v$ ” y  $v$  es un límite inferior, mientras que si la información tiene asimetría negativa,  $\log X$  menor igual a  $v$  y  $v$  es un límite superior. La transformación  $\log$  reduce la asimetría de la información transformada y puede producir información transformada con asimetría negativa utilizando información original con asimetría positiva. En este caso, la aplicación de la Distribución Log- Pearson tipo III, impondría un límite superior artificial a la información. Dependiendo de los valores de los parámetros, la distribución de los parámetros, la distribución Log-Pearson tipo III puede asumir muchas formas diferentes.

### **Distribución de Valor Extremo.**

Los valores extremos son valores máximos o mínimos seleccionados de conjuntos de datos. Por ejemplo el caudal máximo en un lugar dado es el mayor caudal registrado durante un año y los valores de caudal máximo anual para cada año de registro histórico conforman un conjunto de valores extremos que pueden analizarse estadísticamente. Se ha demostrado que las distribuciones de valores extremos seleccionados de conjuntos de muestras de cualquier distribución de probabilidad convergen en una de las tres formulas de distribución de valore extremos, llamadas tipo I, II, III respectivamente, cuando el número de valores extremos seleccionados es grande. Las propiedades de las tres formas limitantes fueron desarrolladas en mayor detalle por Gumbel (1941), para la distribución de valor Extremo Tipo I (EVI por sus siglas en inglés) por Frechet (1927) para la distribución de valor extremos tipo II (EVII) y por Weibull (1939) para la distribución de Valor Extremo Tipo III (EVIII). Jeekinson (1955), citadas por VASQUEZ (200),

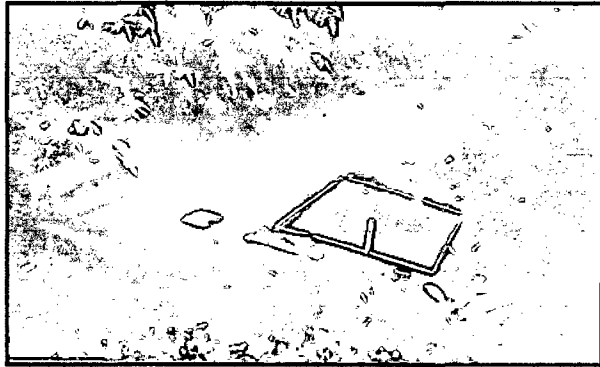
demostró que estas tres formas limitantes eran casos especiales de una distribución única llamada distribución de Valor Extremos General (GEV por sus siglas en ingles). La función de distribución de probabilidad para la GEV es:

$$F(X) = \exp\left[-1 - k\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)^{1/k}\right]$$

**A - 4.**  
**Uso actual de los sistemas de agua por gravedad del**  
**Bosque Reservado de la UNAS.**



**Figura 7. Captación del sistema de agua de Asunción Saldaña.**



**Figura 8. Captación del sistema de agua de la UNAS.**



**Figura 9. Captación del sistema de agua Buenos Aires.**



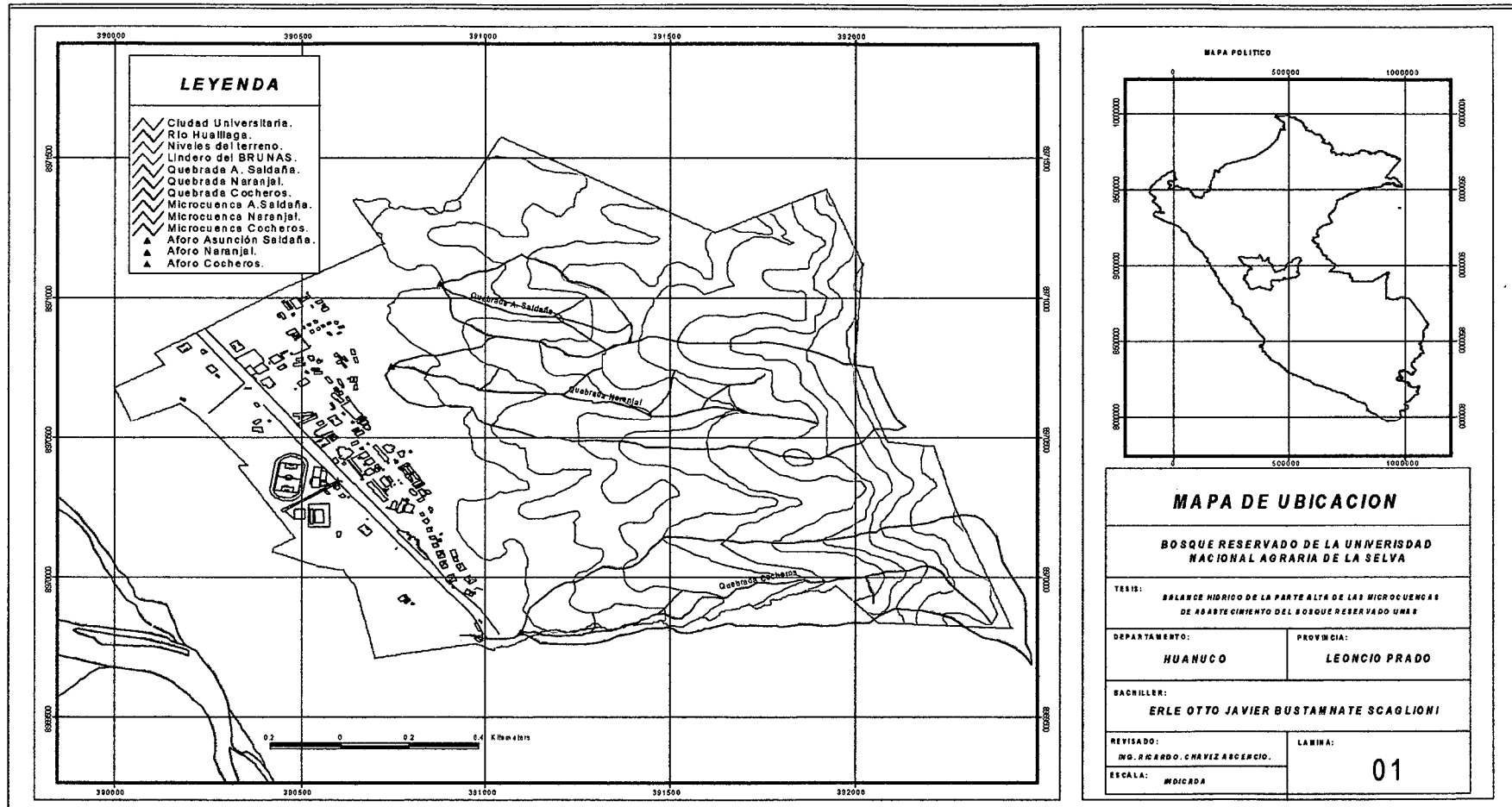
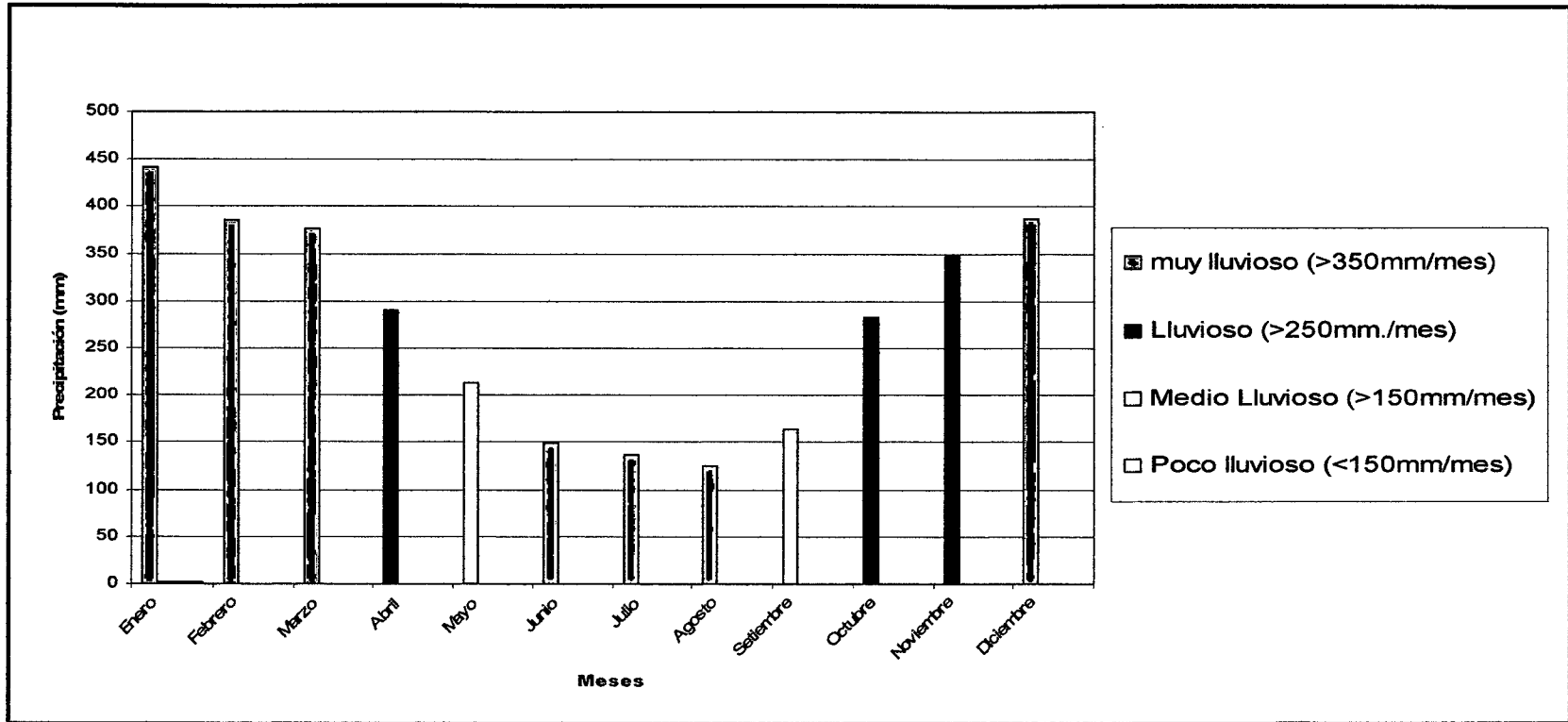


Figura 10. Mapa de Ubicación del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.



FUENTE: CHÁVEZ Y MANRRIQUE DE LARA (2003).

Figura 11. Distribución de la precipitación media mensual 1940 al 2001.

## ANEXO 7.

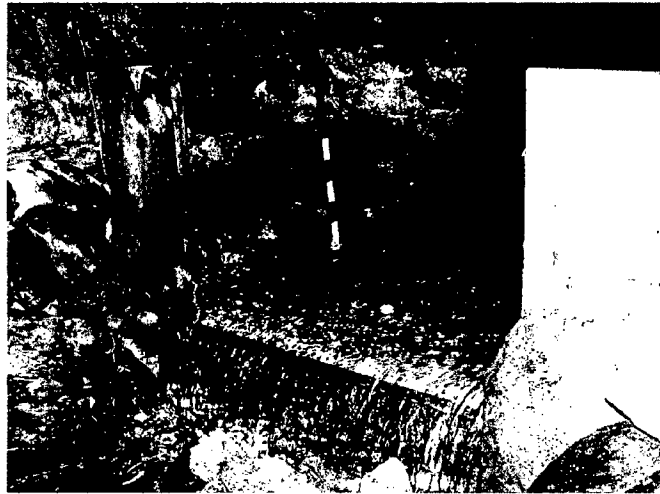
**Cuadro 15. Identificación del sistema de agua del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.**

Sistema de Agua	Condición de las Estructuras			Condiciones De uso
	Captación	Desarenador	Reservorio	
A. Saldaña	Sí	No	Sí	REGULAR
UNAS	Sí	Sí	Sí	BUENA
Buenos Aires	Sí	No	Sí	REGULAR

FUENTE: Elaboración Propia.

## A - 8

**PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE AFORO  
PORTATIL RECTANGULAR (0- 300 l/s.)**



**Figura 12. Diseño del aforo rectangular usado para la medición  
de caudales.**

**Fórmula de descarga**

La descarga del aforo rectangular esta dada por la siguiente fórmula (BOS 1978), citado por VÁSQUEZ (2000):

$$Q = C_e x \frac{2}{3} x (2g)^{0.5} x (0.6 + K_b) x (h_1 + 0.001)^{1.5}$$

Q: Caudal en m<sup>3</sup>/s.

C<sub>e</sub>: Coeficiente de descarga

g: Aceleración de la gravedad. 9.81 m/s<sup>2</sup>.

K<sub>b</sub>: Un factor de corrección dependiente de b/B (Figura 13).

h<sub>1</sub>: Carga hidráulica en m. (Figura 14).

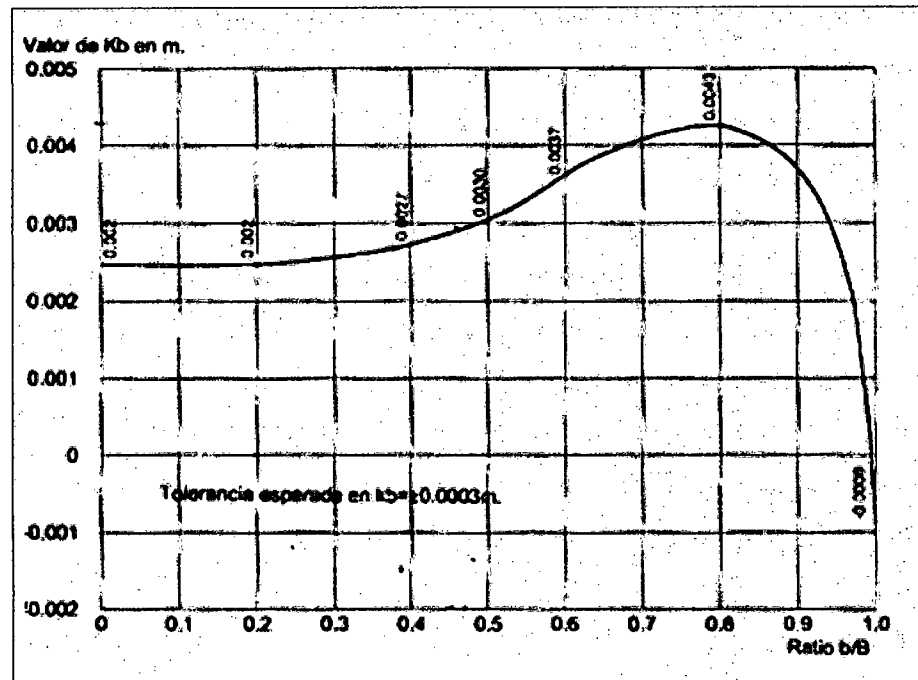


Figura 13. Valores de  $K_b$  en función de  $b/B$



Figura 14. Operación del aforador.

## **Procedimiento para el aforo de caudales**

### **Selección de un sitio adecuado para la instalación del aforo**

El fondo del cauce no tuvo que ser muy pedregoso para evitar la infiltración por debajo del aforador.

Aguas arriba del sitio de medición; posteriormente se había elegido un lugar donde debería existir suficiente caída en la superficie del agua para permitir introducir el aforador sin que esto ocasione un represamiento de una superficie extensa aguas arriba del aforador, el represamiento de gran cantidad de agua significa que haya que esperar bastante tiempo hasta que las condiciones de flujo, modificadas por la introducción del aforador, se tengan vuelto estables.

### **Colocación del aforo**

Se colocó el aforo en el flujo, con el lado abiselado de la cresta aguas abajo, para captar todo el caudal en la lona, eliminando las fugas con arcilla, champas de tierra, etc.

Se niveló el aforador en sentido vertical y horizontal con el uso de la regla y el nivel. Una exacta nivelación fue muy importante para obtener datos confiables.

Medición de la carga hidráulica ( $h_1$ ) y el ancho del flujo ( $B$ ), aguas arriba del aforador (Figuras 14 y 15).

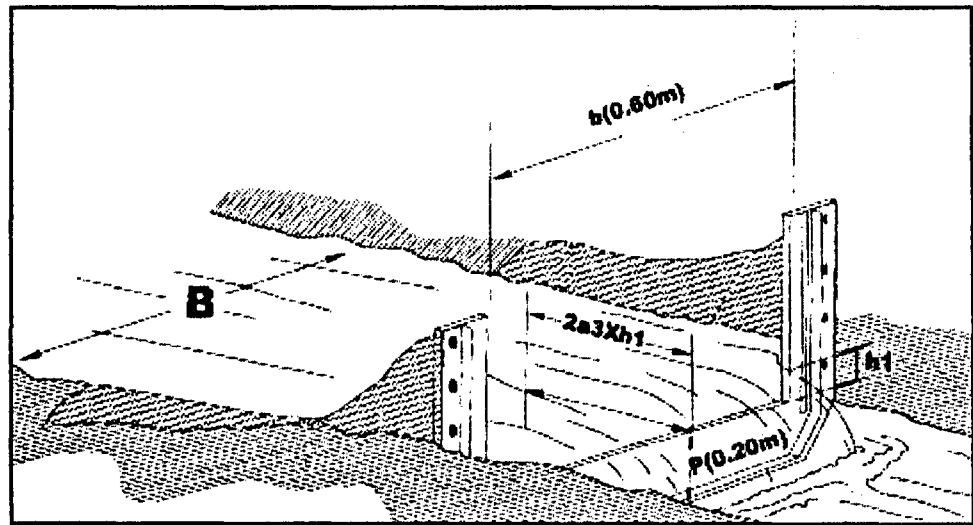


Figura 15. Medidas en el Aforador.

**Caso de aforadores sin equipamiento de mangueras transparentes.**

Las mediciones consistieron, en colocar la regla en sentido horizontal, entre el borde superior del aforador y algún punto fijo aguas arriba del aforador, en uno de los bordes del cauce. La regla tiene que ser nivelada con precisión.

La carga hidráulica fue determinada en un punto alrededor de 3 veces  $h_1$ , aguas arriba del aforador midiendo la distancia ( $X$ ) desde la superficie del agua hasta la regla (Figura 14). La carga hidráulica  $h_1$  es calculada por  $h_1 = h_{tot} - X$  (en metros,  $H_{tot}$  es la altura total de la ventana del aforador, 0.45 m. en el caso del aforo rectangular).

### Cálculo del caudal

El caudal se calculó entregando las medidas de  $h_1$  y  $B$  en las fórmulas de descarga respectivas, después de haber determinado el valor de  $C_e$  y  $K_b$  con  $b$  y  $p$ . (Figura 13, y 16).

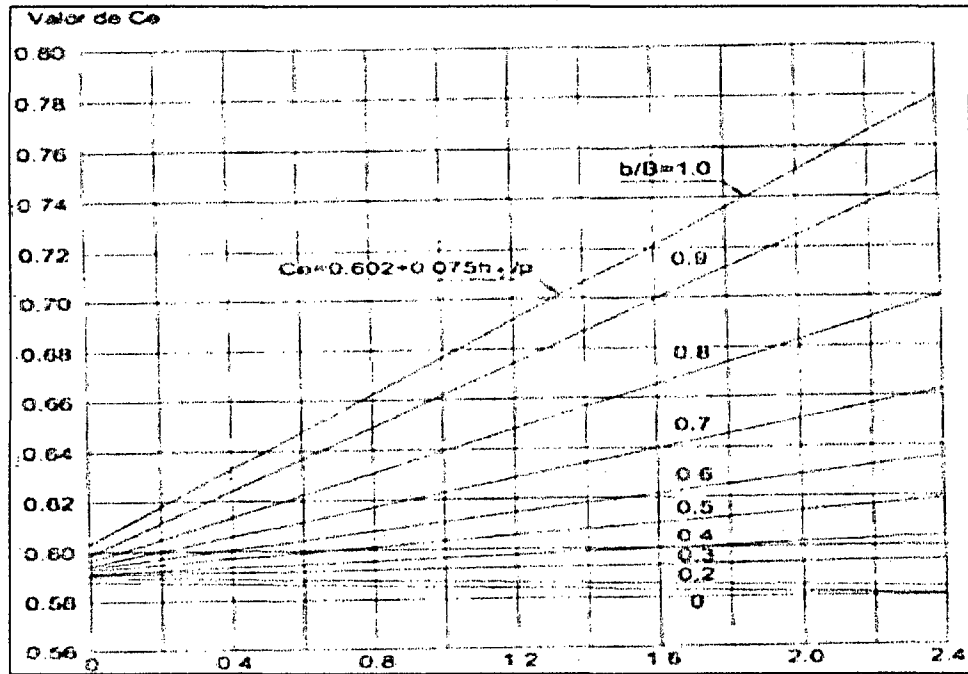


Figura 16. Valores de  $C_e$ , n función de  $h_1/p$ , y  $b/B$ .



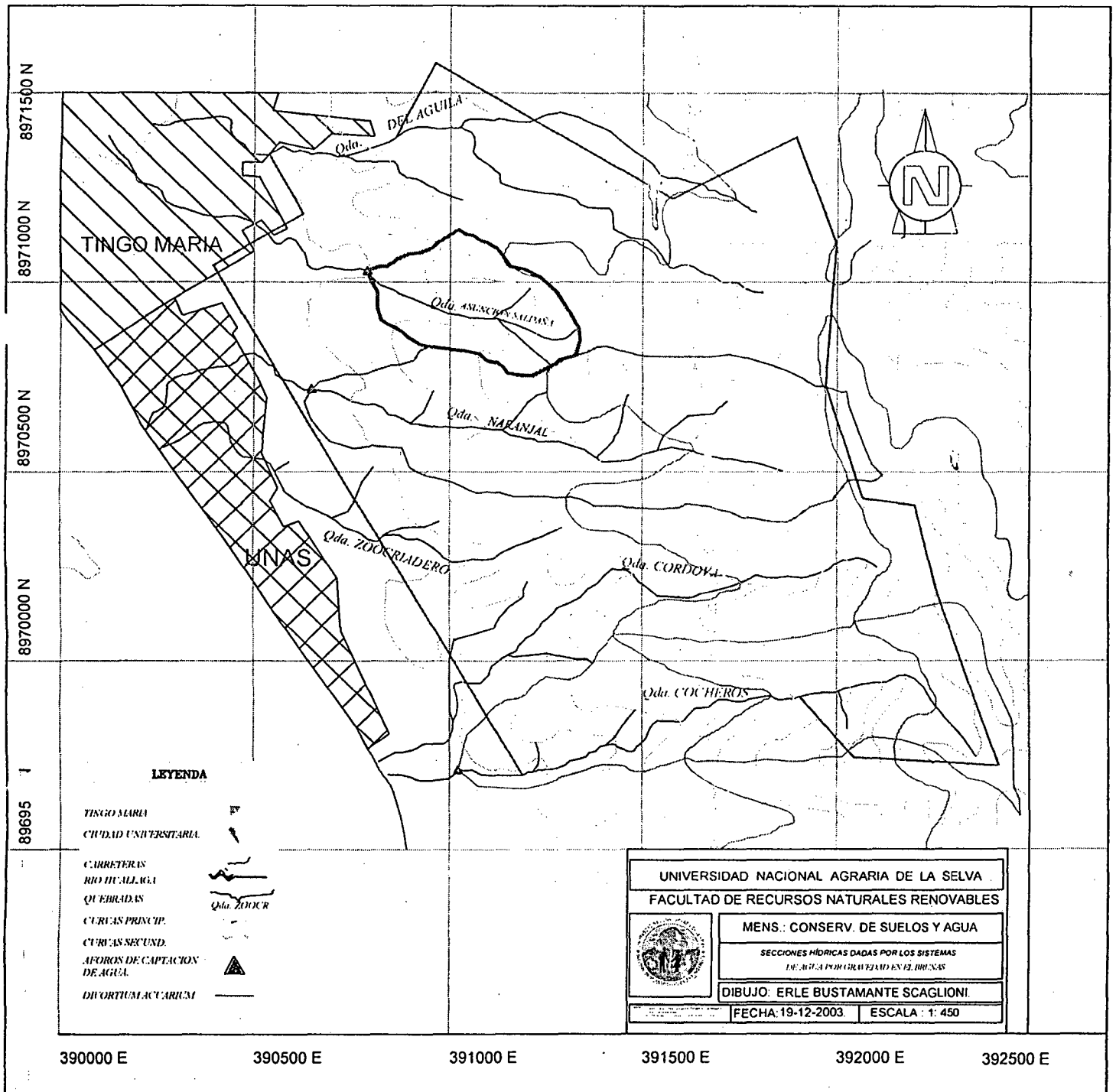


Figura 17. Mapa de delimitación de la parte alta de la microcuenca del BRUNAS.

## ANEXO 10. PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE LA PENDIENTE DE LA CUENCA- MÉTODO DE HORTON.

En una copia del plano de delimitación de la cuenca que contiene curvas de nivel se procedió:

**Siguiendo la orientación del dren principal** se traza un reticulado de acuerdo al siguiente criterio:

Si la cuenca tiene un área menor o igual a 250 Km<sup>2</sup>., es necesario formar un reticulado de por lo menos 4 cuadrados por lado.

Se asocia, el reticulado así formado, un sistema de ejes rectangulares x, e y acotándose cada eje, correspondiéndole una coordenada a cada línea del reticulado.

A continuación se mide la longitud de cada línea del reticulado en las direcciones x e y, contándose además el número de intersecciones y tangencias de cada línea con las curvas de nivel de desnivel constante en las direcciones x, e y.

Se evalúa la pendiente de la cuenca en las direcciones x, e y, según las siguientes fórmulas:

$$S_x = N_x D / L_x \quad ; \quad S_y = N_y D / L_y$$

En las que:

$S_x$ : pendiente de la cuenca en la dirección x

$S_y$ : pendiente de la cuenca en la dirección y

$N_x$ : número total de intersecciones y tangencias de las líneas del reticulado con las curvas de nivel en la dirección x

$N_y$ : número total de intersecciones y tangencias de las líneas del reticulado con las curvas de nivel en la dirección, y

D: desnivel constante entre curvas de nivel

$L_x$ : longitud total de las líneas del reticulado comprendidas dentro de la cuenca en la dirección x.

$L_y$ : longitud total de las líneas del reticulado comprendidas dentro de la cuenca en la dirección y.

Se determina el ángulo entre las líneas del reticulado y las curvas de nivel para aplicar la ecuación de Horton y obtener la pendiente media "S" de la cuenca; pero determinar la secante del ángulo es muy laboriosa, por lo que Horton sugiere tomar un valor promedio de 1.57

$$S_c = N.D.\sec \theta / L \quad (8)$$

En la que:  $L = L_x + L_y$  ;  $N = N_x + N_y$

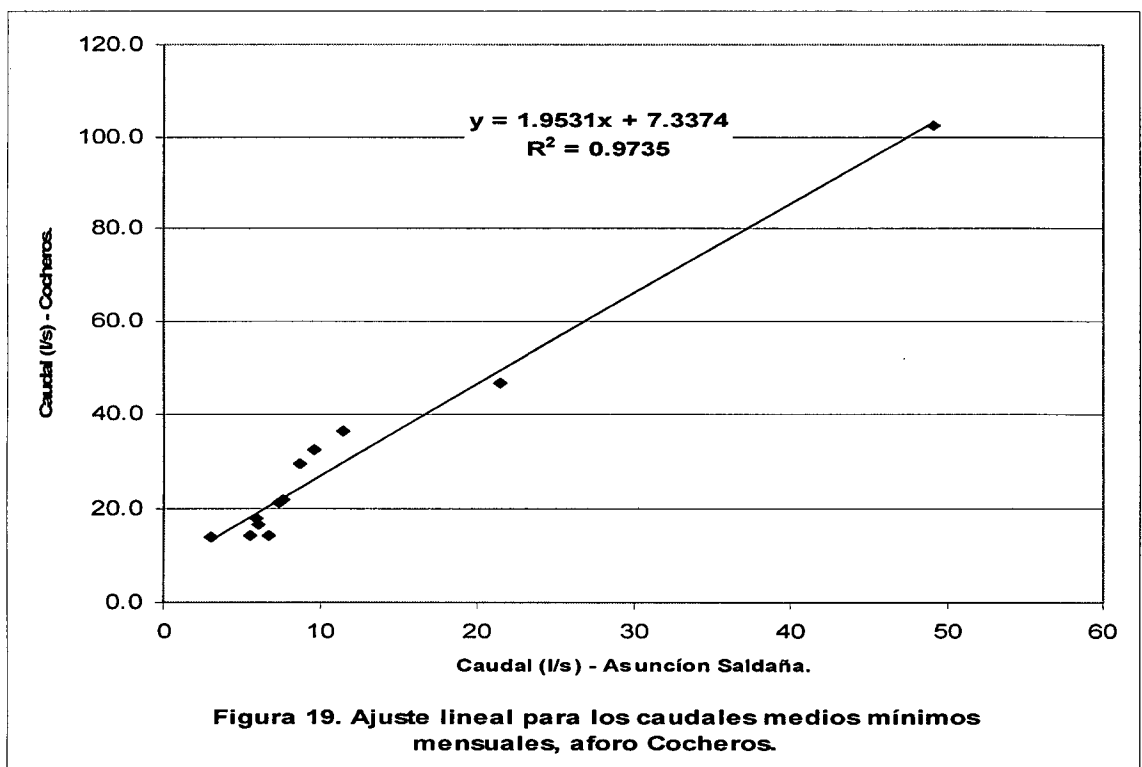
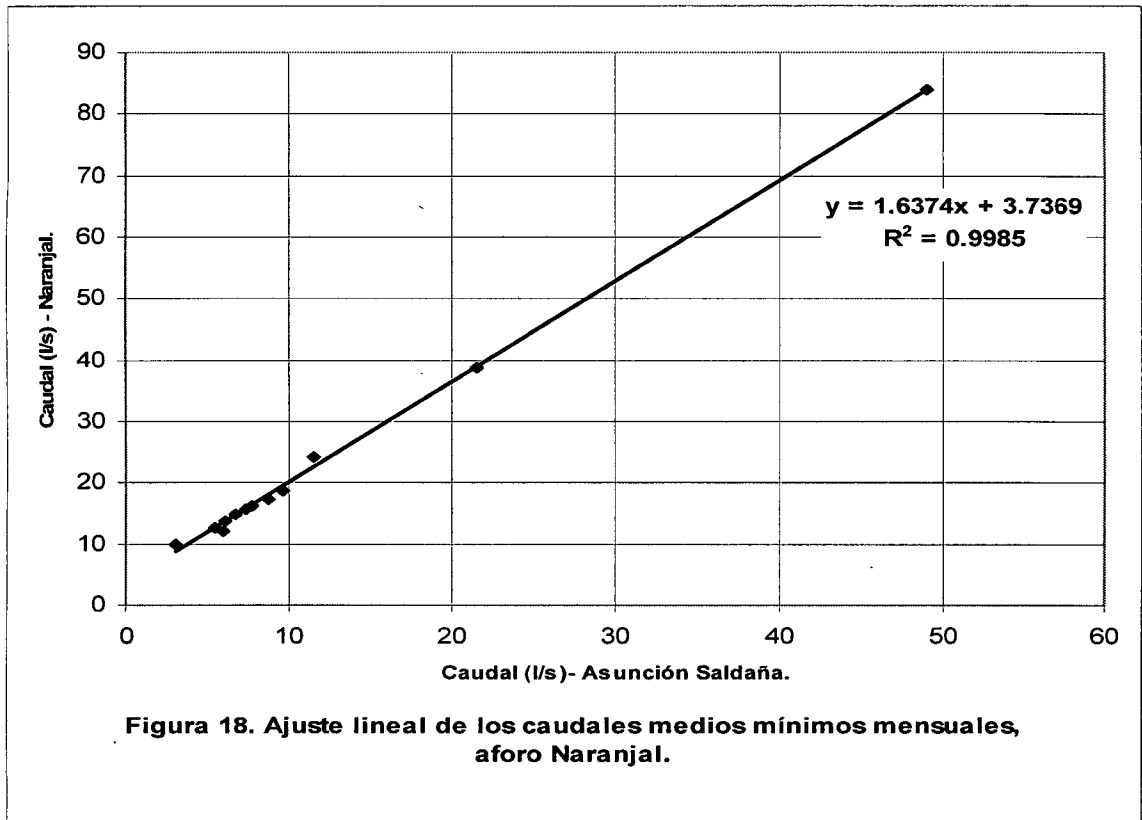
El número de las intersecciones y tangencias así como las longitudes de las líneas del reticulado pueden presentarse como se indican.

#### Cuadro 16. Hoja para el cálculo de la pendiente de la cuenca.

Determinación de la pendiente de la cuenca del Río.....				
Según el criterio de Horton				
Desnivel constante entre las curvas de nivel: .....				
Línea del Reticulado	Intersección y Tangencias		Longitud de la Línea de reticulado (Km.).	
	$N_x$	$N_y$	$N_x$	$N_y$
0	.	.	.	.
1	.	.	.	.
2	.	.	.	.
Suma	a	B	C	d
Suma total	a+b		c+d	

## A - 11

Resultado del Análisis de Consistencia entre los aforos de las microcuencas del BRUNAS.



## A - 12

**Cuadro 17. Población actual de los centros poblados  
abastecidos de agua por el BRUNAS.**

<b>Población por centros poblados (Habitantes)</b>			
<b>Años</b>	<b>A. Saldaña</b>	<b>UNAS</b>	<b>Buenos Aires</b>
1986	90	-	-
1987	-	-	180
1993	128	-	-
2000	-	-	525
2004	245	736	660

Fuente: Elaboración propia, (\*) Oficina de Ingeniería y Mantenimiento UNAS.

## A - 13

**Resultados de los caudales efectivos disponibles mediante el Método ecológico.****Cuadro 18. Caudales Efectivos en el Aforo Asunción Saldaña.  
Periodo Junio 2003 a Mayo 2004.**

Meses	Caudal al 75% (l/s).	Caudal máximo captado (l/s).	Caudal Efectivo (l/s).
Jun-03	3.04	0.14	2.9
Jul-03	5.95	0.14	5.81
Ago-03	9.62	0.14	9.48
Sep-03	8.73	0.14	8.59
Oct-03	11.51	0.14	11.37
Nov-03	21.5	0.14	21.36
Dic-03	49	0.14	48.86
Ene-04	7.7	0.14	7.56
Feb-04	7.37	0.14	7.23
Mar-04	6.72	0.14	6.58
Abr-04	6.1	0.14	5.96
May-04	5.51	0.14	5.37

**Cuadro 19. Caudales Efectivos en el Aforo Naranjal  
Periodo Junio 2003 a Mayo 2004.**

Meses	Caudal al 75% (l/s).	Caudal máximo captado (l/s).	Caudal Efectivo (l/s).
Jun-03	10	0.78	9.22
Jul-03	12.17	0.78	11.39
Ago-03	18.7	0.78	17.92
Sep-03	17.27	0.78	16.49
Oct-03	24.15	0.78	23.37
Nov-03	38.94	0.78	38.16
Dic-03	83.96	0.78	83.18
Ene-04	16.344	0.78	15.564
Feb-04	15.8	0.78	15.02
Mar-04	14.74	0.78	13.96
Abr-04	13.725	0.78	12.945
May-04	12.7427	0.78	11.9627

**Cuadro 20. Caudales Efectivos en el Aforo Cocheros  
Periodo Junio 2003 a Mayo 2004.**

Meses	Caudal al 75% (l/s).	Caudal máximo captado (l/s).	Caudal Efectivo (l/s).
Jun-03	13.90	0.67	13.23
Jul-03	17.90	0.67	17.23
Ago-03	32.60	0.67	31.93
Sep-03	29.40	0.67	28.73
Oct-03	36.30	0.67	35.63
Nov-03	46.50	0.67	45.83
Dic-03	102.50	0.67	101.83
Ene-04	21.80	0.67	21.13
Feb-04	21.20	0.67	20.53
Mar-04	14.30	0.67	13.63
Abr-04	16.40	0.67	15.73
May-04	14.10	0.67	13.43

**Cuadro 21. Caudales Efectivos en el Aforo Asunción Saldaña.  
Año 2024.**

Meses	Caudal al 75% (l/s).	Caudal máximo captado (l/s).	Caudal Efectivo (l/s).
Jun-03	3.04	0.14	2.9
Jul-03	5.95	0.14	5.81
Ago-03	9.62	0.14	9.48
Sep-03	8.73	0.14	8.59
Oct-03	11.51	0.14	11.37
Nov-03	21.5	0.14	21.36
Dic-03	49	0.14	48.86
Ene-04	7.7	0.14	7.56
Feb-04	7.37	0.14	7.23
Mar-04	6.72	0.14	6.58
Abr-04	6.1	0.14	5.96
May-04	5.51	0.14	5.37

**Cuadro 22. Caudales Efectivos en el Aforo Naranjal  
Año 2024.**

Meses	Caudal al 75% (l/s).	Caudal máximo captado (l/s).	Caudal Efectivo (l/s).
Jun-03	10	0.78	9.22
Jul-03	12.17	0.78	11.39
Ago-03	18.7	0.78	17.92
Sep-03	17.27	0.78	16.49
Oct-03	24.15	0.78	23.37
Nov-03	38.94	0.78	38.16
Dic-03	83.96	0.78	83.18
Ene-04	16.344	0.78	15.564
Feb-04	15.8	0.78	15.02
Mar-04	14.74	0.78	13.96
Abr-04	13.725	0.78	12.945
May-04	12.7427	0.78	11.9627

**Cuadro 23. Caudales Efectivos en el Aforo Cocheros  
Año 2024.**

Meses	Caudal al 75% (l/s).	Caudal máximo captado (l/s).	Caudal Efectivo (l/s).
Jun-03	13.90	0.67	13.23
Jul-03	17.90	0.67	17.23
Ago-03	32.60	0.67	31.93
Sep-03	29.40	0.67	28.73
Oct-03	36.30	0.67	35.63
Nov-03	46.50	0.67	45.83
Dic-03	102.50	0.67	101.83
Ene-04	21.80	0.67	21.13
Feb-04	21.20	0.67	20.53
Mar-04	14.30	0.67	13.63
Abr-04	16.40	0.67	15.73
May-04	14.10	0.67	13.43

## A - 14

## Hojas de Cálculo para el Diseño del Sistema de agua por gravedad.

**CALCULOS PARA EL DISEÑO**

PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POR GRAVEDAD ASUNCION SALDAÑA.

## UBICACIÓN :

Localidad.....: Asunción Saldaña.  
 Distrito.....: Rupa Rupa.  
 Provincia.....: LEONCIO PRADO  
 Departamento.....: HUANUCO  
 Región.....: HUANUCO

## DATOS DE DISEÑO

1.- Periodo de diseño.....= 20 años a partir 2004  
 2.- Población de diseño.. =

A.- población inicial :

Año	poblacion
1986	90
1993	128
2004	245

B.- Años para el que se calculara  
 la población futura :  
 se calculará para los años:

1.- 2014  
 2.- 2024

## CALCULO DE LA POBLACION FUTURA :

a.- Metodo de la parábola de segundo grado:

$$P=A+BX+CX^2$$

P= Población futura.

A= Poblacion inicial.

B,C= Constantes .

X= Intervalo de tiempo.

Año	poblacion	X
1986	90	-----
1993	128	7
2004	245	18

A= 90  
 B= 3.40332  
 C= 0.289

2014	412	28
2024	637	38

poblacion en el	2014	=	412
poblacion en el	2024	=	637.1068

b.- Metodo geometrico o del interes compuesto

donde: Pf= Población futura  
 Po= Población inicial  
 r= Razn de crecimiento  
 t= N° de años expresado en decadas

$$Pf=Po(1+r)^t$$

$$r = \left\{ \frac{Pf}{Po} \right\}^{(1/t)} - 1$$

Año	poblacion	t	r
1986	90	-----	-----
1993	128	0.7	0.6540
2004	245	1.1	0.8044
2014	424	1	
2024	733	2	

promedio r = 0.73

poblacion en el 2014 = 423.64 hab.  
 poblacion en el 2024 = 733 hab.

c.- Metodo del interes simple

$$Pf = Po * (1+r * t) \quad r = (Pf - Po) / (Po * t)$$

Año	poblacion	t	r
1986	90	-----	-----
1993	128	0.7	0.6032
2004	245	1.1	0.8310
2014	421	1	
2024	596	2	

promedio r = 0.717

poblacion en el 2014 = 421 hab.  
 poblacion en el 2024 = 596 hab.

d.- Metodo Aritmetico

$$Pf = Po + r * t \quad r = (Pf - Po) / (t)$$

Año	poblacion	t	r
1986	90	-----	-----
1993	128	0.7	54.29
2004	245	1.1	106.36
2014	325	1	
2024	406	2	

promedio r = 80.32

poblacion en el 2014 = 325 hab.  
 poblacion en el 2024 = 406 hab.

e.- Prorrateo entre todos los métodos y hallando el mas probable

Método	pob.	pob.
	2014	2024
parabola	412	637
geometrico	424	733
interes simple	421	596
aritmetico	325	406
poblacion final	395	593

**POBLACION FUTURA**  
**593 Habitantes**



## CALCULOS PARA EL DISEÑO

PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POR GRAVEDAD ELPALOMAR (UNAS)

**UBICACIÓN :**

Localidad: UNAS  
 Distrito: Rupa Rupa.  
 Provincia: LEONCIO PRADO  
 Departamento: HUANUCO  
 Región: HUANUCO

**DATOS DE DISEÑO**

1.- Período de diseño.....=  años a partir

2.- Población de diseño.. =

A.- población inicial :

Año	población.
1998	180
1999	200
2004	225

B.- Años para el que se calculara la población futura :  
 se calculará para los años:

1.-   
 2.-

**CALCULO DE LA POBLACION FUTURA :**

a.- Metodo de la parábola de segundo grado:

$$P=A+BX+CX^2$$

P= Población futura.

A= Poblacion inicial.

B,C= Constantes .

X= intervalo de tiempo.

Año	poblacion	X
1998	180	-----
1999	200	1
2004	225	6
2014	-100	16
2024	-925	26

A= 180  
 B= 22.5  
 C= -2.500

poblacion en el 2014 = -100  
 poblacion en el 2024 = -925

b.- Metodo geometrico o del interes compuesto

donde: Pf= Población futura  
 Po= Población inicial  
 r= Razón de crecimiento  
 t= N° de años expresado en decadas

$$Pf=Po(1+r)^t$$

$$r= (Pf / Po)^{(1/t)} -1$$

Año	población	t	r
1998	180	-----	-----
1999	200	0.1	1.8680
2004	225	0.5	0.2656
2014	475	1	
2024	1002	2	

promedio r = 1.11

Resultados:  
 poblacion en el 2014 = 474.75 hab.  
 poblacion en el 2024 = 1002 hab.

c.- Metodo del interés simple

$$Pf= Po * (1+r * t)$$

$$r= (Pf - Po) / (Po * t)$$

Año	poblacion	t	r
1998	180	-----	-----
1999	200	0.1	1.1111
2004	225	0.5	0.2500
2014	378	1	
2024	531	2	

promedio r = 0.681

poblacion en el 2014 = 378 hab.  
 poblacion en el 2024 = 531 hab.

d.- Metodo Aritmetico

$$Pf= Po + r * t$$

$$r= (Pf - Po) / (t)$$

Año	poblacion	t	r
1998	180	-----	-----
1999	200	0.1	200.00
2004	225	0.5	50.00
2014	350	1	
2024	475	2	

promedio r = 125.00

poblacion en el 2014 = 350 hab.  
 poblacion en el 2024 = 475 hab.

e.- Prorrateo entre todos los métodos y hallando el mas probable

Método	pob.	pob.
	2014	2024
parabola	-100	-925
geometrico	475	1002
interes simple	378	531
aritmetico	350	475
<b>poblacion final</b>	<b>276</b>	<b>271</b>

**POBLACION FUTURA**  
**271 Habitantes**

**CALCULOS PARA EL DISEÑO**

PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POR GRAVEDAD BUENOS AIRES.

**UBICACIÓN :**

Localidad.....: Buenos Aires.  
 Distrito.....: Rupa Rupa.  
 Provincia.....: LEONCIO PRADO  
 Departamento.....: HUANUCO  
 Región.....: HUANUCO

**DATOS DE DISEÑO**

1.- Período de diseño.....=  años a partir

2.- Población de diseño.. =

**A.- Poblacion inicial :**

Año	población.
1987	250
2000	525
2004	660

**B.- Años para el que se calculara la población futura :**

se calculará para los años:

1.-   
 2.-

**CALCULO DE LA POBLACION FUTURA :****a.- Metodo de la parábola de segundo grado:**

$$P=A+BX+CX^2$$

P= Población futura.

A= Poblacion inicial.

B,C= Constantes .

X= Intervalo de tiempo.

Año	poblacion	X
1987	250	---
2000	525	13
2004	660	17

A= 250  
 B= 11.5214932  
 C= 0.741

2014	1101	27
2024	1691	37

poblacion en el 2014 = 1101  
 poblacion en el 2024 = 1690.656

**b.- Metodo geometrico o del interes compuesto**

donde: Pf= Población futura  
 Po= Población inicial  
 r= Razn de crecimiento  
 t= N° de años expresado en decadas

$$Pf=Po(1+r)^t$$

$$r = (Pf / Po)^{(1/t)} - 1$$

Año	población	t	r
1987	250	---	---
2000	525	1.3	0.7695
2004	660	0.4	0.7720

promedio r = 0.77

2014	1169	1
2024	2070	2

Resultados:  
 poblacion en el 2014 = 1168.71 hab.  
 poblacion en el 2024 = 2070 hab.

**c.- Metodo del interes simple**

$$Pf = Po * (1+r * t)$$

$$r = (Pf - Po) / (Po * t)$$

Año	poblacion	t	r
1987	250	---	---
2000	525	1.3	0.8462
2004	660	0.4	0.6429
2014	1151	1	
2024	1643	2	

promedio r = 0.745

poblacion en el 2014 = 1151 hab.  
 poblacion en el 2024 = 1643 hab.

**d.- Metodo Aritmetico**

$$Pf = Po + r * t$$

$$r = (Pf - Po) / (t)$$

Año	poblacion	t	r
1987	250	---	---
2000	525	1.3	211.54
2004	660	0.4	337.50
2014	935	1	
2024	1209	2	

promedio r = 274.52

poblacion en el 2014 = 935 hab.  
 poblacion en el 2024 = 1209 hab.

**e.- Prorrateo entre todos los métodos y hallando el mas probable**

Método	pob. 2014	pob 2024
parabola	1101	1691
geometrico	1169	2070
interes simple	1151	1643
aritmetico	935	1209
<b>poblacion final</b>	<b>1089</b>	<b>1653</b>

**POBLACION FUTURA**  
**1663 Habitantes**

Cuadro 24. Demanda de agua por edificaciones, Sistema de agua Zootecnia o Naranjal UNAS.

Edificación	Norma que lo ampara	Área	Dotación	Est/Habitac.	Dotación (l/d)	Dotación (l/s)
Módulo de la Facultad de Ingeniería de Sistemas.	S.222.2.08	1428.48	6		8570.88	0.099
Aulas de Ingeniería Sistemas y Zootecnia.	S.222.2.06	896	3		2688	0.031
Internado de Damas.	S.222.2.05		200	80	16000	0.185
Internado de Damas María Angola.	S.222.2.05		200	96	19200	0.222
Vivienda.	S.222.2.0-1	296.11	1700		1700	0.02
Vivienda.	S.222.2.0-1	96	1700		1700	0.02
Vivienda.	S.222.2.0-1	96	1700		1700	0.02
Vivienda.	S.222.2.0-1	96	1700		1700	0.02
Vivienda.	S.222.2.0-1	96	1700		12000	0.02
Internado (Chino).	S.222.2.05		200	60	24000	0.139
Internado (Sheraton).	S.222.2.05		200	120	8000	0.278
Internado (Callao).	S.222.2.05		200	40	16000	0.093
Internado (Británico).	S.222.2.05			80	28000	0.185
Internado (N° 6).	S.222.2.05			140	24000	0.327
Ampliación de Internado.	S.222.2.05		200	120	8570.88	0.278
Módulo de la Facultad Recursos Naturales R.	S.222.2.08	1428.48	6		2688	0.099
Aulas de la Facultad Recursos Naturales R.	S.222.2.06	896	3		50	0.031
Estación Meteorológica.	S.222.2.09	100	0.5			0.001
Almacén Patronio.	S.222.2.09				256.88	0.003
Garaje.	S.222.2.09	513.76	0.5		500	0.003
Taller de mecánica.	S.222.2.09	180	0.5		500	0.006
Taller de carpintería.	S.222.2.09	180	0.5		500	0.006
Depósito de vehículos.	S.222.2.09					0.006
Heliconias.	S.222.2.09					0.15
<b>Demanda total</b>						<b>2.242</b>
<b>Máxima demanda</b>						<b>2.362</b>
<b>SALDO (l/s).</b>						<b>0.122</b>

## A - 16

Resultados de los caudales estimados mediante el uso de distribuciones probabilísticas.

**Cuadro 25. Caudales Medios Mínimos (l/s). Parte Alta de la Microcuenca del BRUNAS  
Periodo Junio 2003 a Mayo 2004.**

Orden	A. Saldaña.	Naranjal.	Cocheros.	Frecuencia (%)	Tr (Años)
1	19.60	14.04	57.71	7.69	13.00
2	6.11	7.49	11.47	16.67	6.00
3	6.11	9.41	13.66	25.00	4.00
4	5.22	6.89	7.19	33.33	3.00
5	4.65	4.25	4.89	41.67	2.40
6	4.65	4.31	5.23	50.00	2.00
7	3.85	3.85	3.48	58.33	1.71
8	3.85	3.85	4.29	66.67	1.50
9	2.42	3.03	3.42	75.00	1.33
10	1.80	2.32	1.20	83.33	1.20
11	1.80	2.32	3.07	91.67	1.09
12	1.42	2.30	1.20	100.00	1.00

**Cuadro 26. Caudales (l/s), esperados para tiempos de retornos  
Quebrada Asunción Saldaña**

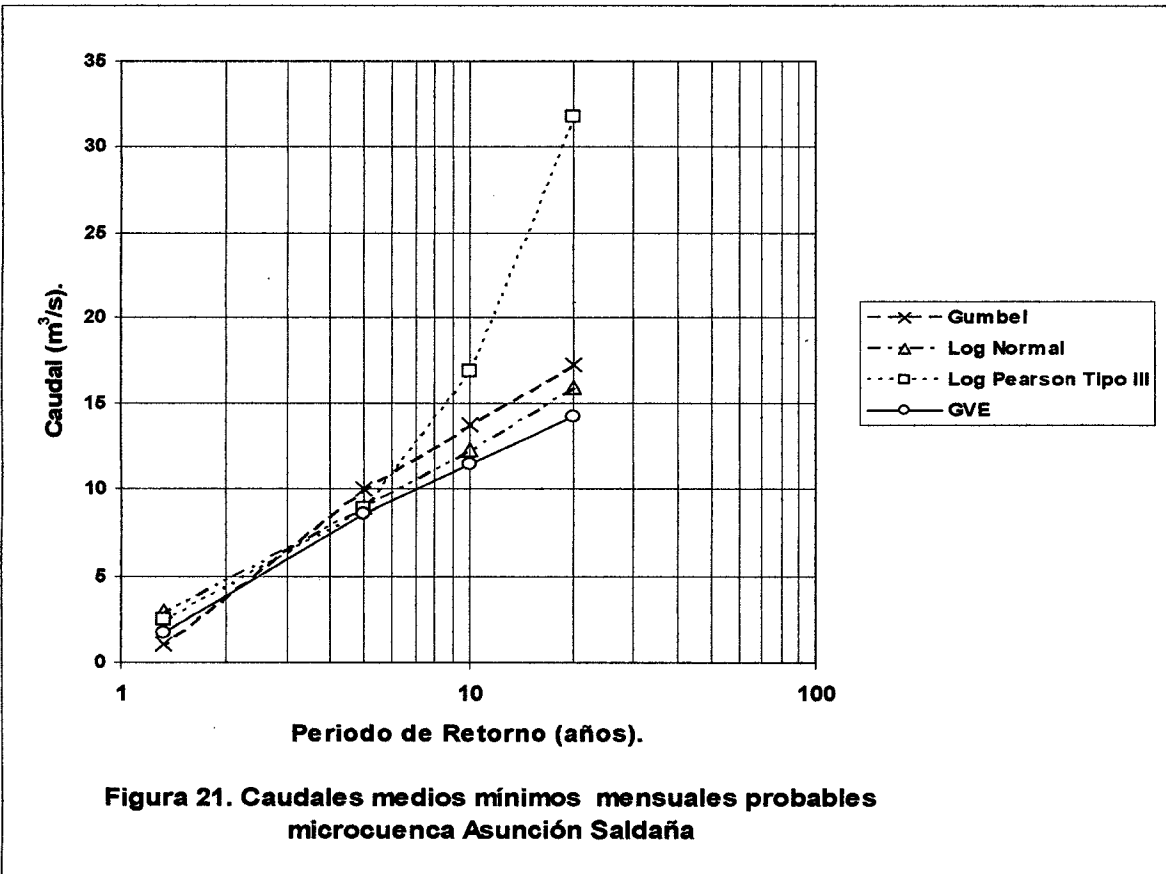
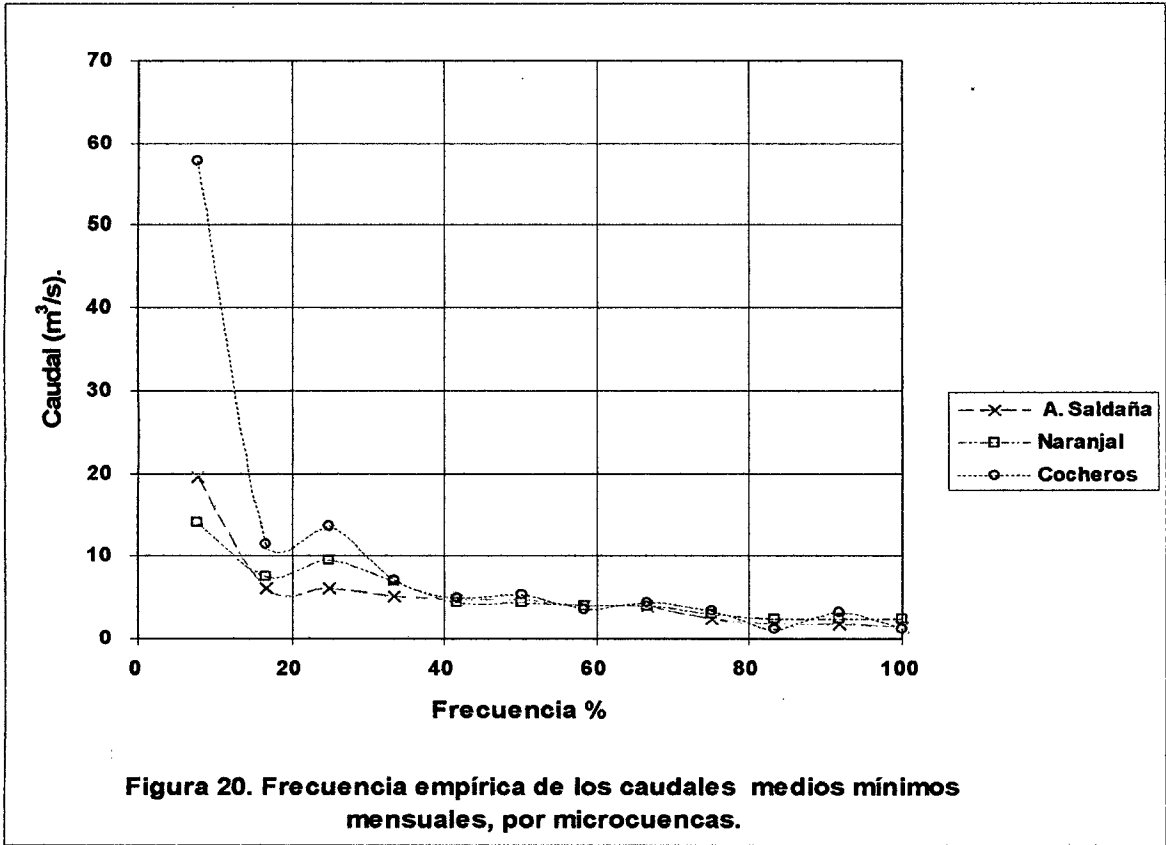
Distribución de Valores Extremos				
Tiempo de retorno (años)	Gumbel	Logaritmo Normal	Logaritmo de Pearson III	Valor extremo Tipo I
20	17.28	15.88	31.79	14.17
10	13.73	12.26	16.85	11.45
5	10.03	8.93	8.86	8.61
1.33	1.03	2.91	2.44	1.69

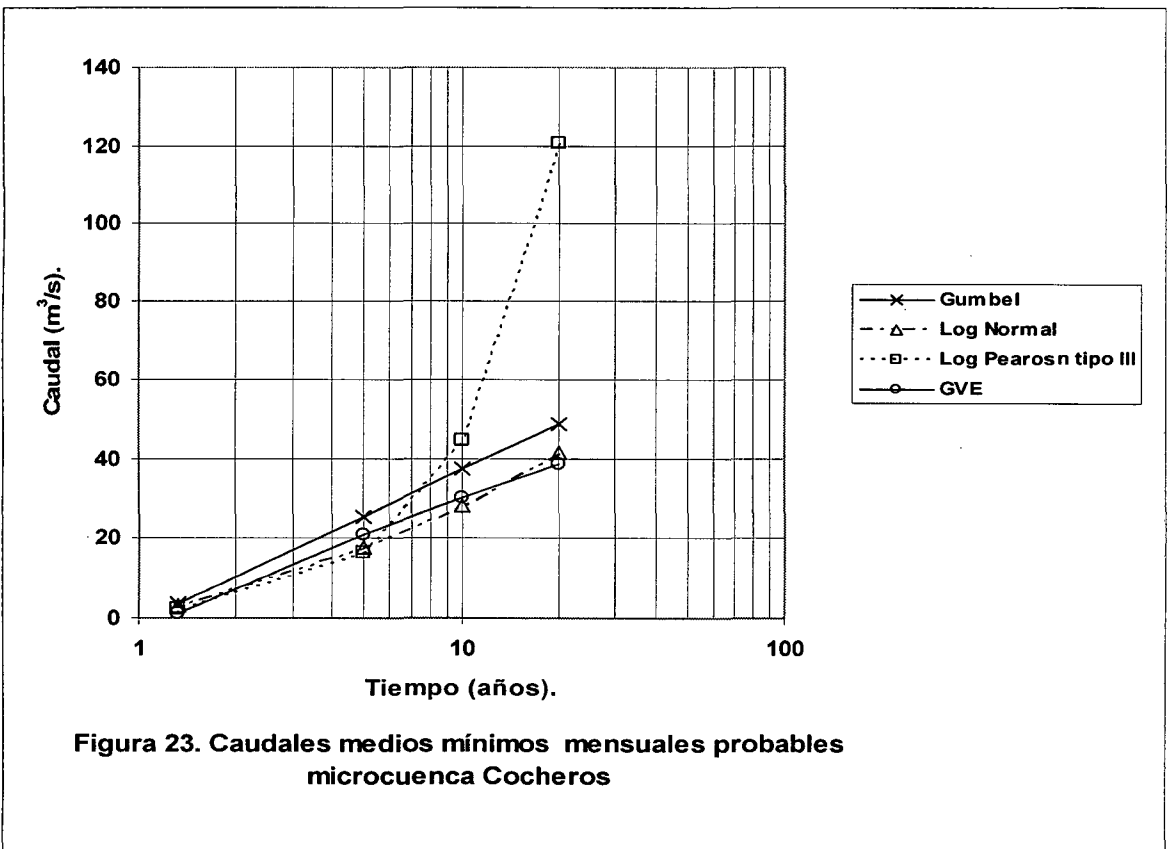
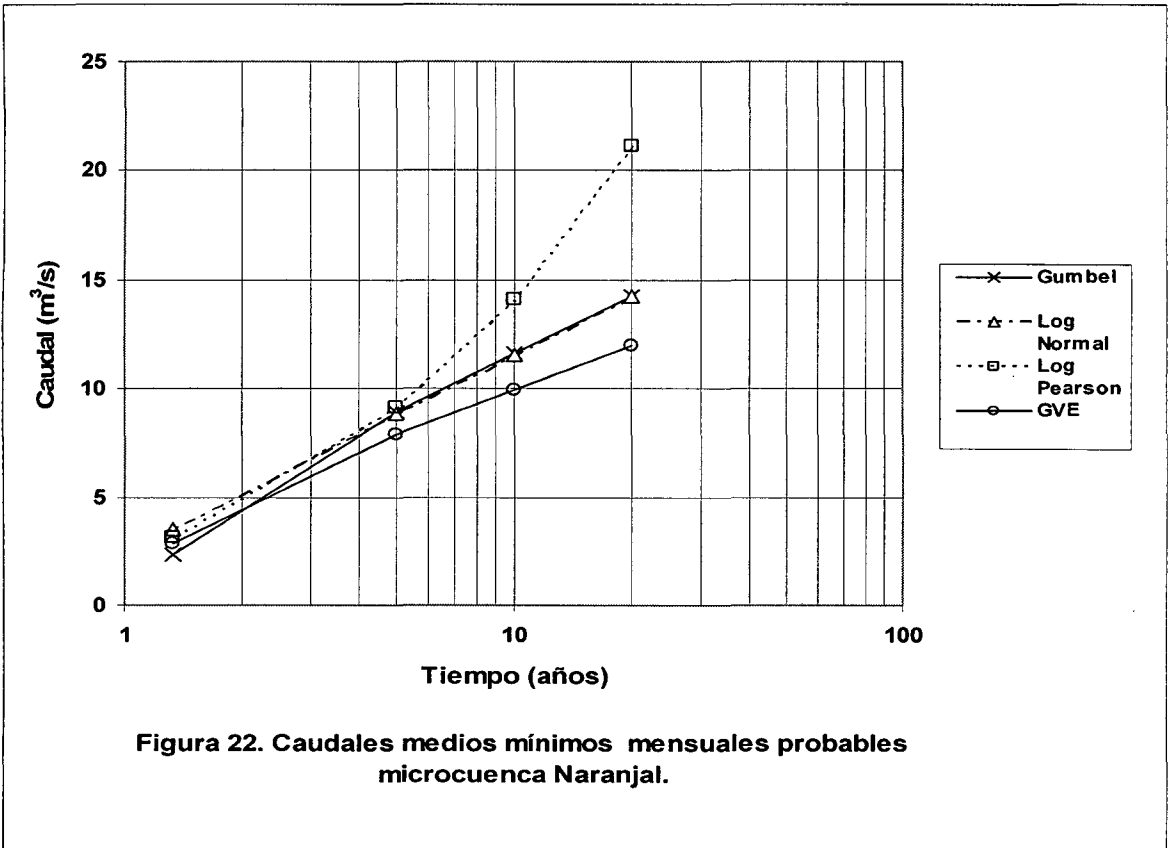
**Cuadro 27. Caudales (L/s), esperados para tiempos de retornos  
Quebrada Naranjal**

Distribución de Valores Extremos				
Tiempo de retorno (años)	Gumbel	Logaritmo Normal	Logaritmo de Pearson III	Valor extremo Tipo I
20	14.25	14.27	21.14	11.97
10	11.65	11.52	14.13	9.97
5	8.94	8.87	9.15	7.90
1.33	2.32	3.51	3.14	2.83

**Cuadro 28. Caudales (L/s), esperados para tiempos de retornos  
Quebrada Cocheros**

Distribución de Valores Extremos				
Tiempo de retorno (años)	Gumbel	Logaritmo Normal	Logaritmo de Pearson III	Valor extremo Tipo I
20	48.81	41.42	120.77	38.80
10	37.41	28.17	44.62	30.06
5	25.52	17.60	16.60	20.94
1.33	3.50	3.33	2.57	1.25





## A - 17

### Resultado del Balance Hídrico mediante las tres metodologías de Disponibilidad de Recursos Hídricos en el año 2004 y 2024.

**Cuadro 29. Balance hídrico para caudales disponibles al 75% de persistencia Aforo Asunción Saldaña- Periodo Junio 2003 a Mayo 2004.**

Mes	Disponibilidad de agua		Demanda de agua		Balance hídrico (L/mes)
	Caudal (l/s).	Volumen (L/mes)	Vol. (l/d)	Vol (L/mes)	
Jun-03	3.04	7,879,680.00	10,310.41	309,312	7,570,367.81
Jul-03	5.95	15,936,480.00	10,310.41	319,623	15,616,857.40
Ago-03	9.62	25,766,208.00	10,310.41	319,623	25,446,585.40
Sep-03	8.73	22,628,160.00	10,310.41	309,312	22,318,847.81
Oct-03	11.51	30,828,384.00	10,310.41	319,623	30,508,761.40
Nov-03	21.50	55,728,000.00	10,310.41	309,312	55,418,687.81
Dic-03	49.00	131,241,600.00	10,310.41	319,623	130,921,977.40
Ene-04	7.70	20,623,680.00	10,310.41	319,623	20,304,057.40
Feb-04	7.37	18,466,272.00	10,310.41	299,002	18,167,270.21
Mar-04	6.72	17,998,848.00	10,310.41	319,623	17,679,225.40
Abr-04	6.10	15,811,200.00	10,310.41	309,312	15,501,887.81
May-04	5.50	14,731,200.00	10,310.41	319,623	14,411,577.40

**Cuadro 30. Balance hídrico para caudales disponibles al 75% de persistencia Aforo Naranjal- Periodo Junio 2003 a Mayo 2004.**

Mes	Disponibilidad de agua		Demanda de agua		Balance hídrico (L/mes)
	Caudal (l/s).	Volumen (L/mes)	Vol. (l/d)	Vol (L/mes)	
Jun-03	10.00	25,920,000.00	56,087.29	1,682,618.72	24,237,381.28
Jul-03	12.17	32,596,128.00	56,087.29	1,738,706.02	30,857,421.98
Ago-03	18.70	50,086,080.00	56,087.29	1,738,706.02	48,347,373.98
Sep-03	17.27	44,763,840.00	56,087.29	1,682,618.72	43,081,221.28
Oct-03	24.15	64,683,360.00	56,087.29	1,738,706.02	62,944,653.98
Nov-03	38.94	100,932,480.00	56,087.29	1,682,618.72	99,249,861.28
Dic-03	83.96	224,878,464.00	56,087.29	1,738,706.02	223,139,757.98
Ene-04	16.34	43,775,769.60	56,087.29	1,738,706.02	42,037,063.58
Feb-04	15.80	39,588,480.00	56,087.29	1,626,531.43	37,961,948.57
Mar-04	14.74	39,479,616.00	56,087.29	1,738,706.02	37,740,909.98
Abr-04	13.73	35,575,200.00	56,087.29	1,682,618.72	33,892,581.28
May-04	12.74	34,130,047.68	56,087.29	1,738,706.02	32,391,341.66

**Cuadro 31. Balance hídrico para caudales disponibles al 75% de persistencia Aforo Asunción Cocheros- Periodo Junio 2003 a Mayo 2004.**

Mes	Caudal disponible		Demanda de agua		Balance hídrico (L/mes)
	Caudal (l/s).	Volumen (L/mes)	Vol. (l/d)	Vol (L/mes)	
Jun-03	13.90	36,028,800.00	48,064.21	1,441,926.42	34,586,873.58
Jul-03	17.90	47,943,360.00	48,064.21	1,489,990.64	46,453,369.36
Ago-03	32.60	87,315,840.00	48,064.21	1,489,990.64	85,825,849.36
Sep-03	29.40	76,204,800.00	48,064.21	1,441,926.42	74,762,873.58
Oct-03	36.30	97,225,920.00	48,064.21	1,489,990.64	95,735,929.36
Nov-03	46.50	120,528,000.00	48,064.21	1,441,926.42	119,086,073.58
Dic-03	102.50	274,536,000.00	48,064.21	1,489,990.64	273,046,009.36
Ene-04	21.80	58,389,120.00	48,064.21	1,489,990.64	56,899,129.36
Feb-04	21.20	53,118,720.00	48,064.21	1,393,862.21	51,724,857.79
Mar-04	14.30	38,301,120.00	48,064.21	1,489,990.64	36,811,129.36
Abr-04	16.40	42,508,800.00	48,064.21	1,441,926.42	41,066,873.58
May-04	14.10	37,765,440.00	48,064.21	1,489,990.64	36,275,449.36

**Cuadro 32. Balance Hídrico Estadístico, para caudales disponibles al 75% de persistencia  
Aforo Asunción Saldaña- Periodo Junio 2003 a Mayo 2004.**

Mes	Disponibilidad de agua		Demanda de agua		Balance hídrico (L/mes)
	Caudal (l/s)	Volumen (L/mes)	Vol. (l/d)	Vol (L/mes)	
Jun-03	1.88	4,872,960.00	10,310.41	309,312	4,563,647.81
Jul-03	1.88	5,035,392.00	10,310.41	319,623	4,715,769.40
Ago-03	1.88	5,035,392.00	10,310.41	319,623	4,715,769.40
Sep-03	1.88	4,872,960.00	10,310.41	309,312	4,563,647.81
Oct-03	1.88	5,035,392.00	10,310.41	319,623	4,715,769.40
Nov-03	1.88	4,872,960.00	10,310.41	309,312	4,563,647.81
Dic-03	1.88	5,035,392.00	10,310.41	319,623	4,715,769.40
Ene-04	1.88	5,035,392.00	10,310.41	319,623	4,715,769.40
Feb-04	1.88	4,710,528.00	10,310.41	299,002	4,411,526.21
Mar-04	1.88	5,035,392.00	10,310.41	319,623	4,715,769.40
Abr-04	1.88	4,872,960.00	10,310.41	309,312	4,563,647.81
May-04	1.88	5,035,392.00	10,310.41	319,623	4,715,769.40

**Cuadro 33. Balance Hídrico Estadístico, para caudales disponibles al 75% de persistencia  
Aforo Naranjal- Periodo Junio 2003 a Mayo 2004.**

Mes	Caudal disponible		Demanda de agua		Balance hídrico (L/mes)
	Caudal (l/s)	Volumen (L/mes)	Vol. (l/d)	Vol (L/mes)	
Jun-03	2.89	7,490,880.00	56,087.29	1,682,618.72	5,808,261.28
Jul-03	2.89	7,740,576.00	56,087.29	1,738,706.02	6,001,869.98
Ago-03	2.89	7,740,576.00	56,087.29	1,738,706.02	6,001,869.98
Sep-03	2.89	7,490,880.00	56,087.29	1,682,618.72	5,808,261.28
Oct-03	2.89	7,740,576.00	56,087.29	1,738,706.02	6,001,869.98
Nov-03	2.89	7,490,880.00	56,087.29	1,682,618.72	5,808,261.28
Dic-03	2.89	7,740,576.00	56,087.29	1,738,706.02	6,001,869.98
Ene-04	2.89	7,740,576.00	56,087.29	1,738,706.02	6,001,869.98
Feb-04	2.89	7,241,184.00	56,087.29	1,626,531.43	5,614,652.57
Mar-04	2.89	7,740,576.00	56,087.29	1,738,706.02	6,001,869.98
Abr-04	2.89	7,490,880.00	56,087.29	1,682,618.72	5,808,261.28
May-04	2.89	7,740,576.00	56,087.29	1,738,706.02	6,001,869.98

**Cuadro 34. Balance Hídrico Estadístico, para caudales disponibles al 75% de persistencia  
Aforo Asunción Cocheros- Periodo Junio 2003 a Mayo 2004.**

Mes	Caudal disponible		Demanda de agua		Balance hídrico (L/mes)
	Caudal (l/s)	Volumen (L/mes)	Vol. (l/d)	Vol (L/mes)	
Jun-03	2.69	6,972,480.00	48,064.21	1,441,926.42	5,530,553.58
Jul-03	2.69	7,204,896.00	48,064.21	1,489,990.64	5,714,905.36
Ago-03	2.69	7,204,896.00	48,064.21	1,489,990.64	5,714,905.36
Sep-03	2.69	6,972,480.00	48,064.21	1,441,926.42	5,530,553.58
Oct-03	2.69	7,204,896.00	48,064.21	1,489,990.64	5,714,905.36
Nov-03	2.69	6,972,480.00	48,064.21	1,441,926.42	5,530,553.58
Dic-03	2.69	7,204,896.00	48,064.21	1,489,990.64	5,714,905.36
Ene-04	2.69	7,204,896.00	48,064.21	1,489,990.64	5,714,905.36
Feb-04	2.69	6,740,064.00	48,064.21	1,393,862.21	5,346,201.79
Mar-04	2.69	7,204,896.00	48,064.21	1,489,990.64	5,714,905.36
Abr-04	2.69	6,972,480.00	48,064.21	1,441,926.42	5,530,553.58
May-04	2.69	7,204,896.00	48,064.21	1,489,990.64	5,714,905.36



**Cuadro 35. Balance Hídrico Efectivo, para caudales disponibles efectivos  
Aforo Asunción Saldaña- Período Junio 2003 a Mayo 2004.**

Mes	Disponibilidad Efectiva		Demanda de agua		Balance hídrico (L/mes)
	Caudal (l/s).	Volumen (L/mes)	Vol. (l/d)	Vol (L/mes)	
Jun-03	2.90	7516800.0	10,310.41	309,312.19	7,207,487.81
Jul-03	5.81	15561504.0	10,310.41	319,622.60	15,241,881.40
Ago-03	9.48	25391232.0	10,310.41	319,622.60	25,071,609.40
Sep-03	8.59	22265280.0	10,310.41	309,312.19	21,955,967.81
Oct-03	11.37	30453408.0	10,310.41	319,622.60	30,133,785.40
Nov-03	21.36	55365120.0	10,310.41	309,312.19	55,055,807.81
Dic-03	48.86	130866624.0	10,310.41	319,622.60	130,547,001.40
Ene-04	7.56	20248704.0	10,310.41	319,622.60	19,929,081.40
Feb-04	7.23	18115488.0	10,310.41	299,001.79	17,816,486.21
Mar-04	6.58	17623872.0	10,310.41	319,622.60	17,304,249.40
Abr-04	5.96	15448320.0	10,310.41	309,312.19	15,139,007.81
May-04	5.37	14383008.0	10,310.41	319,622.60	14,063,385.40

**Cuadro 36. Balance Hídrico Efectivo, para caudales disponibles efectivos  
Aforo Naranjal- Período Junio 2003 a Mayo 2004.**

Mes	Disponibilidad efectiva		Demanda de agua		Balance hídrico (L/mes)
	Caudal (l/s).	Volumen (L/mes)	Vol. (l/d)	Vol (L/mes)	
Jun-03	9.22	796,608.00	56,087.29	1,682,618.72	(886,010.72)
Jul-03	11.39	30,506,976.00	56,087.29	1,738,706.02	28,768,269.98
Ago-03	17.92	47,996,928.00	56,087.29	1,738,706.02	46,258,221.98
Sep-03	16.49	42,742,080.00	56,087.29	1,682,618.72	41,059,461.28
Oct-03	23.37	62,594,208.00	56,087.29	1,738,706.02	60,855,501.98
Nov-03	38.16	98,910,720.00	56,087.29	1,682,618.72	97,228,101.28
Dic-03	83.18	222,789,312.00	56,087.29	1,738,706.02	221,050,605.98
Ene-04	15.56	41,686,617.60	56,087.29	1,738,706.02	39,947,911.58
Feb-04	15.02	37,634,112.00	56,087.29	1,626,531.43	36,007,580.57
Mar-04	13.96	37,390,464.00	56,087.29	1,738,706.02	35,651,757.98
Abr-04	12.95	33,553,440.00	56,087.29	1,682,618.72	31,870,821.28
May-04	11.96	32,040,895.68	56,087.29	1,738,706.02	30,302,189.66

**Cuadro 37. Balance Hídrico Efectivo, para caudales disponibles efectivos  
Aforo Cocheros - Período Junio 2003 a Mayo 2004.**

Mes	Disponibilidad efectiva		Demanda de agua		Balance hídrico (L/mes)
	Caudal (l/s).	Volumen (L/mes)	Vol. (l/d)	Vol (L/mes)	
Jun-03	13.23	1,143,072	48,064.21	1,441,926.42	(298,854.42)
Jul-03	17.23	1,488,672	48,064.21	1,489,990.64	(1,318.64)
Ago-03	31.93	2,758,752	48,064.21	1,489,990.64	1,268,761.36
Sep-03	28.73	2,482,272	48,064.21	1,441,926.42	1,040,345.58
Oct-03	35.63	3,078,432	48,064.21	1,489,990.64	1,588,441.36
Nov-03	45.83	3,959,712	48,064.21	1,441,926.42	2,517,785.58
Dic-03	101.83	8,798,112	48,064.21	1,489,990.64	7,308,121.36
Ene-04	21.13	1,825,632	48,064.21	1,489,990.64	335,641.36
Feb-04	20.53	1,773,792	48,064.21	1,393,862.21	379,929.79
Mar-04	13.63	1,177,632	48,064.21	1,489,990.64	(312,358.64)
Abr-04	15.73	1,359,072	48,064.21	1,441,926.42	(82,854.42)
May-04	13.43	1,160,352	48,064.21	1,489,990.64	(329,638.64)

**Cuadro 38. Balance Hídrico para caudales disponibles al 75% de persistencia  
Aforo Asunción Saldaña - Año 2024.**

Mes	Caudal disponible		Demanda de agua		Balance hídrico (L/mes)
	Caudal (l/s)	Volumen (L/mes)	Vol. (l/d)	Vol (L/mes)	
Jun-03	3.04	7,879,680.00	41,215.82	1,236,474	6,643,205.50
Jul-03	5.95	15,936,480.00	41,213.50	1,277,619	14,658,861.50
Ago-03	9.62	25,766,208.00	41,213.50	1,277,619	24,488,589.50
Sep-03	8.73	22,628,160.00	41,213.50	1,236,405	21,391,755.00
Oct-03	11.51	30,828,384.00	41,213.50	1,277,619	29,550,765.50
Nov-03	21.50	55,728,000.00	41,213.50	1,236,405	54,491,595.00
Dic-03	49.00	131,241,600.00	41,213.50	1,277,619	129,963,981.50
Ene-04	7.70	20,623,680.00	41,213.50	1,277,619	19,346,061.50
Feb-04	7.37	18,466,272.00	41,213.50	1,195,192	17,271,080.50
Mar-04	6.72	17,998,848.00	41,213.50	1,277,619	16,721,229.50
Abr-04	6.10	15,811,200.00	41,213.50	1,236,405	14,574,795.00
May-04	5.50	14,731,200.00	41,213.50	1,277,619	13,453,581.50

**Cuadro 39. Balance Hídrico para caudales disponibles al 75% de persistencia  
Aforo Naranjal - Año 2024.**

Mes	Caudal disponible		Demanda de agua		Balance hídrico (L/mes)
	Caudal (l/s)	Volumen (L/mes)	Vol. (l/d)	Vol (L/mes)	
Jun-03	10.00	25,920,000.00	56,083.20	1,682,496	24,237,504.00
Jul-03	12.17	32,596,128.00	56,083.20	1,738,579	30,857,548.80
Ago-03	18.70	50,086,080.00	56,083.20	1,738,579	48,347,500.80
Sep-03	17.27	44,763,840.00	56,083.20	1,682,496	43,081,344.00
Oct-03	24.15	64,683,360.00	56,083.20	1,738,579	62,944,780.80
Nov-03	38.94	100,932,480.00	56,083.20	1,682,496	99,249,984.00
Dic-03	83.96	224,878,464.00	56,083.20	1,738,579	223,139,884.80
Ene-04	16.34	43,775,769.60	56,083.20	1,738,579	42,037,190.40
Feb-04	15.80	39,588,480.00	56,083.20	1,626,413	37,962,067.20
Mar-04	14.74	39,479,616.00	56,083.20	1,738,579	37,741,036.80
Abr-04	13.73	35,575,200.00	56,083.20	1,682,496	33,892,704.00
May-04	12.74	34,130,047.68	56,083.20	1,738,579	32,391,468.48

**Cuadro 40. Balance Hídrico para caudales disponibles al 75% de persistencia  
Aforo Asunción Cocheros - Año 2024.**

Mes	Caudal disponible		Demanda de agua		Balance hídrico (L/mes)
	Caudal (l/s)	Volumen (L/mes)	Vol. (l/d)	Vol (L/mes)	
Jun-03	13.90	36,028,800	167,448.90	5,023,467	31,005,333
Jul-03	17.90	47,943,360	167,448.90	5,190,916	42,752,444
Ago-03	32.60	87,315,840	167,448.90	5,190,916	82,124,924
Sep-03	29.40	76,204,800	167,448.90	5,023,467	71,181,333
Oct-03	36.30	97,225,920	167,448.90	5,190,916	92,035,004
Nov-03	46.50	120,528,000	167,448.90	5,023,467	115,504,533
Dic-03	102.50	274,536,000	167,448.90	5,190,916	269,345,084
Ene-04	21.80	58,389,120	167,448.90	5,190,916	53,198,204
Feb-04	21.20	53,118,720	167,448.90	4,856,018	48,262,702
Mar-04	14.30	38,301,120	167,448.90	5,190,916	33,110,204
Abr-04	16.40	42,508,800	167,448.90	5,023,467	37,485,333
May-04	14.10	37,765,440	167,448.90	5,190,916	32,574,524

**Cuadro 41. Balance Hídrico Estadístico, para caudales disponibles al 75% de persistencia  
Aforo Asunción Saldaña - Año 2024.**

Mes	Caudal disponible		Demanda de agua		Balance hídrico (L/mes)
	Caudal (l/s)	Volumen (L/mes)	Vol. (l/d)	Vol (L/mes)	
Jun-03	1.88	4872960	41215.81665	1236474.5	3636485.5
Jul-03	1.88	5035392	41215.81665	1277690.316	3757701.684
Ago-03	1.88	5035392	41215.81665	1277690.316	3757701.684
Sep-03	1.88	4872960	41215.81665	1236474.5	3636485.5
Oct-03	1.88	5035392	41215.81665	1277690.316	3757701.684
Nov-03	1.88	4872960	41215.81665	1236474.5	3636485.5
Dic-03	1.88	5035392	41215.81665	1277690.316	3757701.684
Ene-04	1.88	5035392	41215.81665	1277690.316	3757701.684
Feb-04	1.88	4710528	41215.81665	1195258.683	3515269.317
Mar-04	1.88	5035392	41215.81665	1277690.316	3757701.684
Abr-04	1.88	4872960	41215.81665	1236474.5	3636485.5
May-04	1.88	5035392	41215.81665	1277690.316	3757701.684

**Cuadro 42. Balance Hídrico Estadístico, para caudales disponibles al 75% de persistencia  
Aforo Naranja I- Año 2024.**

Mes	Caudal disponible		Demanda de agua		Balance hídrico (L/mes)
	Caudal (l/s)	Volumen (L/mes)	Vol. (l/d)	Vol (L/mes)	
Jun-03	2.89	7490880	56087.29081	1682618.724	5808261.276
Jul-03	2.89	7740576	56087.29081	1738706.015	6001869.985
Ago-03	2.89	7740576	56087.29081	1738706.015	6001869.985
Sep-03	2.89	7490880	56087.29081	1682618.724	5808261.276
Oct-03	2.89	7740576	56087.29081	1738706.015	6001869.985
Nov-03	2.89	7490880	56087.29081	1682618.724	5808261.276
Dic-03	2.89	7740576	56087.29081	1738706.015	6001869.985
Ene-04	2.89	7740576	56087.29081	1738706.015	6001869.985
Feb-04	2.89	7241184	56087.29081	1626531.434	5614652.566
Mar-04	2.89	7740576	56087.29081	1738706.015	6001869.985
Abr-04	2.89	7490880	56087.29081	1682618.724	5808261.276
May-04	2.89	7740576	56087.29081	1738706.015	6001869.985

**Cuadro 43. Balance Hídrico Estadístico, para caudales disponibles al 75% de persistencia  
Aforo Asunción Cocheros - Año 2024.**

Mes	Caudal disponible		Demanda de agua		Balance hídrico (L/mes)
	Caudal (l/s)	Volumen (L/mes)	Vol. (l/d)	Vol (L/mes)	
Jun-03	2.69	6972480	167457.5	5023725	1948755
Jul-03	2.69	7204896	167457.5	5191182.5	2013713.5
Ago-03	2.69	7204896	167457.5	5191182.5	2013713.5
Sep-03	2.69	6972480	167457.5	5023725	1948755
Oct-03	2.69	7204896	167457.5	5191182.5	2013713.5
Nov-03	2.69	6972480	167457.5	5023725	1948755
Dic-03	2.69	7204896	167457.5	5191182.5	2013713.5
Ene-04	2.69	7204896	167457.5	5191182.5	2013713.5
Feb-04	2.69	6740064	167457.5	4856267.5	1883796.5
Mar-04	2.69	7204896	167457.5	5191182.5	2013713.5
Abr-04	2.69	6972480	167457.5	5023725	1948755
May-04	2.69	7204896	167457.5	5191182.5	2013713.5

**Cuadro 44. Balance Hídrico Efectivo, para caudales disponibles efectivos  
Aforo Asunción Saldaña- Año 2024.**

Mes	Disponibilidad Efectiva		Demanda de agua		Balance hídrico (L/mes)
	Caudal (l/s).	Volumen (L/mes)	Vol. (l/d)	Vol (L/mes)	
Jun-03	2.90	7,516,800	41,215.82	1236474.50	6,280,325.50
Jul-03	5.81	15,561,504	41,215.82	1277690.32	14,283,813.68
Ago-03	9.48	25,391,232	41,215.82	1277690.32	24,113,541.68
Sep-03	8.59	22,265,280	41,215.82	1236474.50	21,028,805.50
Oct-03	11.37	30,453,408	41,215.82	1277690.32	29,175,717.68
Nov-03	21.36	55,365,120	41,215.82	1236474.50	54,128,645.50
Dic-03	48.86	130,866,624	41,215.82	1277690.32	129,588,933.68
Ene-04	7.56	20,248,704	41,215.82	1277690.32	18,971,013.68
Feb-04	7.23	18,115,488	41,215.82	1195258.68	16,920,229.32
Mar-04	6.58	17,623,872	41,215.82	1277690.32	16,346,181.68
Abr-04	5.96	15,448,320	41,215.82	1236474.50	14,211,845.50
May-04	5.37	14,383,008.00	41,215.82	1277690.32	13,105,317.68

**Cuadro 45. Balance Hídrico Efectivo, para caudales disponibles efectivos  
Aforo Naranjal-Año 2024.**

Mes	Disponibilidad efectiva		Demanda de agua		Balance hídrico (L/mes)
	Caudal (l/s).	Volumen (L/mes)	Vol. (l/d)	Vol (L/mes)	
Jun-03	9.22	796,608.00	56,087.29	1682618.724	(886,010.72)
Jul-03	11.39	30,506,976.00	56,087.29	1738706.015	28,768,269.98
Ago-03	17.92	47,996,928.00	56,087.29	1738706.015	46,258,221.98
Sep-03	16.49	42,742,080.00	56,087.29	1682618.724	41,059,461.28
Oct-03	23.37	62,594,208.00	56,087.29	1738706.015	60,855,501.98
Nov-03	38.16	98,910,720.00	56,087.29	1682618.724	97,228,101.28
Dic-03	83.18	222,789,312.00	56,087.29	1738706.015	221,050,605.98
Ene-04	15.56	41,686,617.60	56,087.29	1738706.015	39,947,911.58
Feb-04	15.02	37,634,112.00	56,087.29	1626531.434	36,007,580.57
Mar-04	13.96	37,390,464.00	56,087.29	1738706.015	35,651,757.98
Abr-04	12.95	33,553,440.00	56,087.29	1682618.724	31,870,821.28
May-04	11.96	32,040,895.68	56,087.29	1738706.015	30,302,189.66

**Cuadro 46. Balance Hídrico Efectivo, para caudales disponibles efectivos  
Aforo Cocheros - Año 2024.**

Mes	Disponibilidad efectiva		Demanda de agua		Balance hídrico (L/mes)
	Caudal (l/s).	Volumen (L/mes)	Vol. (l/d)	Vol (L/mes)	
Jun-03	13.23	1,143,072	167,457.50	5,023,725.06	(3,880,653.06)
Jul-03	17.23	1,488,672	167,457.50	5,191,182.56	(3,702,510.56)
Ago-03	31.93	2,758,752	167,457.50	5,191,182.56	(2,432,430.56)
Sep-03	28.73	2,482,272	167,457.50	5,023,725.06	(2,541,453.06)
Oct-03	35.63	3,078,432	167,457.50	5,191,182.56	(2,112,750.56)
Nov-03	45.83	3,959,712	167,457.50	5,023,725.06	(1,064,013.06)
Dic-03	101.83	8,798,112	167,457.50	5,191,182.56	3,606,929.44
Ene-04	21.13	1,825,632	167,457.50	5,191,182.56	(3,365,550.56)
Feb-04	20.53	1,773,792	167,457.50	4,856,267.56	(3,082,475.56)
Mar-04	13.63	1,177,632	167,457.50	5,191,182.56	(4,013,550.56)
Abr-04	15.73	1,359,072	167,457.50	5,023,725.06	(3,664,653.06)
May-04	13.43	1,160,352	167,457.50	5,191,182.56	(4,030,830.56)