

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

TÍTULO

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y BALANCE HÍDRICO DE LA CUENCA
ALTA DEL RÍO CATAMAYO HASTA LA ESTACIÓN EL ARENAL EN
EL SITIO EL BOQUERÓN, PROVINCIA DE LOJA.

AUTOR

Oscar Lenin Juela Sivisaca

TESIS DE GRADO PREVIA A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA

DIRECTOR

Ing. Rafael Enrique González González
González

ASESOR

Ing. Aníbal González

LOJA – ECUADOR

2011

"Estudio hidrológico y balance hídrico de la cuenca alta del río
Catamayo hasta la estación el arenal en el sitio el boquerón, provincia
de Loja"

TESIS DE GRADO

PRESENTADA AL TRIBUNAL CALIFICADOR COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

APROBADA:

Ing. Gonzalo Jaramillo González

PRESIDENTE

Ing. Marco Reinoso Acaro

VOCAL

Ing. Hermel Loaiza Carrión

VOCAL

Ing. Rafael González G.

Ing. Aníbal González G.

DIRECTOR

ASESOR

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “ **ESTUDIO HIDROLÓGICO Y BALANCE HÍDRICO DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO CATAMAYO HASTA LA ESTACIÓN EL ARENAL EN EL SITIO EL BOQUERÓN, PROVINCIA DE LOJA**” realizado por el señor Oscar Lenin Juela Sivisaca egresado de la Carrera de Ingeniería Agrícola, ha sido dirigido, revisado y aprobado en su integridad, por lo que se autoriza la publicación de la misma.

Loja, julio del 2011

Ing. Rafael González G.

Ing. Aníbal González G.

DIRECTOR

ASESOR

Ing. Gonzalo Jaramillo González

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE LA TESIS “ESTUDIO
HIDROLÓGICO Y BALANCE HÍDRICO DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO
CATAMAYO HASTA LA ESTACIÓN EL ARENAL EN EL SITIO EL BOQUERÓN,
PROVINCIA DE LOJA”**

CERTIFICA:

Que la tesis del egresado de la Carrera de Ingeniería Agrícola, Oscar Lenin Juela Sivisaca, ha sido revisada y en la misma se han incorporado todas las sugerencias, y luego de una segunda revisión se ha procedido a su calificación y aprobación, por lo que autorizamos su publicación.

Loja, julio del 2011

Ing. Gonzalo Jaramillo

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

AUTORÍA

Las ideas y opiniones vertidas en el presente trabajo de investigación y desarrollo del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor:

.....

Oscar Lenin Juela Sivisaca

DEDICATORIA

Con mucho amor y gratitud, A mi poder superior DIOS, por haberme dado la vida, salud, fortaleza, tenacidad y buena voluntad para permanecer íntegro en el sendero implantado según su voluntad.

A mis amados padres Foster Juela y Maria Sivisaca por haberme enseñado a cultivar en Mi valores de honestidad, respeto y perseverancia para mi formación personal, social e intelectual.

A mis queridos hermanos Mónica, Lena, Iliana y Vladimir, a mis sobrinos y amigos, por compartir conmigo momentos de alegría y de tristezas, por su gran apoyo incondicional sin pedir nada a cambio.

Con mucho amor y cariño

Oscar...

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios por darme la buena voluntad y la sabiduría para el cumplimiento de esta tesis, de igual manera a mis padres Foster Juela y María Sivisaca por su apoyo incondicional en las decisiones que he tomado, a mis hermanos Mónica, Lena, Iliana y Vladimir y a mis sobrinos, por darme motivos para seguir adelante y ser mi apoyo moral en los momentos de flaqueza, un agradecimiento muy especial a la persona que durante mi vida estudiantil universitaria me acompaño y apoya en las decisiones que tome.

Quiero agradecer a la comunidad de NA y AA, por haberme enseñado a encontrar una nueva forma de vivir y disfrutar la vida.

A la Universidad Nacional de Loja, en especial a los Docentes de la Carrera de Ingeniería Agrícola por sus conocimientos impartidos y al personal administrativo que me acompaño durante mi vida universitaria.

Un inmenso agradecimiento al Ingeniero Rafael González director de la presente investigación, por ofrecerme su confianza y la posibilidad de realizar este trabajo bajo su dirección, por su apoyo infinito de paciencia y en especial por sus continuas dosis de optimismo y lealtad,

Al ingeniero Aníbal González que en calidad de asesor siempre me apoyo, al personal del Centro Integrado de Geomática Ambiental por sus continuas palabras de apoyo.

De igual manera, mi gratitud y lealtad a los miembros del Tribunal Calificador de la tesis: Ing. Gonzalo Jaramillo, Ing. Marco Reinoso y al Ing. Hermel Loaiza.

Quiero expresar un gran reconocimiento a las personas que con sus sabios conocimientos, experiencias y orientaciones han sabido guiarme hasta la culminación de mi carrera profesional. A mis queridos compañeros(as) y amigos(as) por su apoyo, amistad y consideración.

Oscar Lenin Juela Sivisaca

ÍNDICE GENERAL

1.	<u>1.</u>	<u>RESUMEN</u>	
	1	
2.	<u>INTRODUCCIÓN</u>		8
3.	<u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>		12
3.1.	<u>Que es la hidrología</u>		12
3.2.	<u>Ciclo hidrológico y sus principales componentes</u>		12
3.2.1.	<u>Precipitación</u>		13
3.2.2.	<u>La escorrentía</u>		13
3.2.3.	<u>Infiltración y percolación</u>		14
3.2.4.	<u>Evaporación y evapotranspiración</u>		15
3.3.	<u>La cuenca hidrográfica</u>		16
3.3.1.	<u>Enfoque sistémico de la cuenca hidrográfica</u>		17
3.3.2.	<u>Funciones de una cuenca</u>		18
3.3.3.	<u>Parámetros morfométricos y fisiográficos de una cuenca hidrográfica</u>		19
3.4.	<u>La precipitación atmosférica</u>		24
3.4.1.	<u>Formación de la precipitación</u>		25
3.4.2.	<u>Clasificación de las precipitaciones</u>		26
3.5.	<u>Los ríos</u>		28
3.5.1.	<u>La evolución de un río</u>		28
3.6.	<u>Análisis de la estadística disponible</u>		29
3.6.1.	<u>Curva de Descarga</u>		29
3.6.2.	<u>Curva de Duración General</u>		38
3.6.3.	<u>Curva de Variación Estacional</u>		40

4.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	41
4.1.	<u>Descripción general del área de estudio</u>	41
4.1.1.	<u>Ubicación geográfica</u>	42
4.1.2.	<u>Características de la subcuenca</u>	42
4.2.	<u>Materiales</u>	43
4.2.1.	<u>Materiales de oficina</u>	43
4.2.2.	<u>Materiales de campo</u>	44
4.3.	<u>Métodos</u>	44
4.3.1.	<u>Metodología para determinar el primer objetivo.</u>	44
4.3.2.	<u>Estudio hidrológico</u>	48
4.3.3.	<u>Metodología para segundo objetivo.</u>	53
4.3.4.	<u>Metodología para el tercer objetivo.</u>	57
5.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	58
5.1.	<u>Resultados del primer objetivo</u>	58
5.1.1.	<u>Morfología de la cuenca</u>	58
5.1.2.	<u>Curva de descarga y caudales medios diarios, en función de los niveles disponibles.</u>	60
5.1.3.	<u>Análisis de la duración y variación de los caudales.</u>	61
5.2.	<u>Resultados para el segundo objetivo</u>	62
5.2.1.	<u>Balance Hídrico.</u>	62
5.3.	<u>Resultados para el tercer objetivo</u>	67
5.3.1.	<u>Difusión de los resultados.</u>	67
6.	<u>CONCLUSIONES</u>	68
7.	<u>RECOMENDACIONES</u>	69
8.	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	71

9. <u>ANEXO</u>	72
-----------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Ciclo hidrológico	12
fig. 2. Curva de duración de caudales: a) río de alta pendiente b) río de llanura	39
fig. 3. Mapa de ubicación del área de estudio.	41
fig. 4. Curva hipsométrica	46
fig. 5. Curva de probabilidad de la estación el boquerón para el mes de octubre, para un periodo de 31 años.....	53
fig. 6. Curva de descarga 1	85
fig. 7. Curva de descarga 2	86
fig. 8. Curva de descarga 3	87
fig. 9. Curva de duración general.....	88
fig. 10. Curva de variación estacional	89
fig. 11. Histograma de precipitación de la cuenca alta del río catamayo	90
fig. 12. Precipitación vs evapotranspiración	91
fig. 13. Altura media de la cuenca, a partir de la curva hipsométrica....	92
fig. 14. Río catamayo aguas arriba de la estación hidrométrica el arenal.	96
fig. 15. Georefenciación de la estación hidrométrica el arenal.	96
fig. 16. Estación hidrométrica el arenal totalmente inoperante.....	96
fig. 17. Estación hidrométrica el arenal destruida por socavación.....	96
fig. 18. Estado actual del limnógrafo y limnómetro en la estación el arenal.	97

fig. 19. Cable y carro con el que cuenta actualmente la estación hidrométrica el arenal.....	97
fig. 20. Vista panorámica de la estación hidrométrica el arenal.	97
fig. 21. Limnómetro de la estación hidrométrica el arenal.	97
fig. 22. Panorámica de la parte baja de la cuenca, hasta el puente el boquerón.	98
fig. 23. Estado actual de la cobertura vegetal en la parte baja de la cuenca del catamayo.	98
fig. 24. Panorámica de la parte media alta de la cuenca, desde la parte alta del valle de vilcabamba.	98
fig. 25. Estado actual de la cobertura vegetal en la parte media alta de la cuenca del catamayo.....	98
fig. 26. Panorámica de las áreas con vegetación natural de la parte media alta de la cuenca del catamayo.	99
fig. 27. Intervención antropológica en las partes altas de la cuenca del catamayo.	99
fig. 28. Cobertura vegetal de la cuenca del campana-malacatos.	99
fig. 29. Panorámica de la cuenca alta del campana-malacatos.	99
fig. 30. Afluentes del río campana -malacatos.	100
fig. 31. Río campana, afluente del río catamayo.....	100
fig. 32. Río campana-malacatos aguas abajo del sistema de riego que lleva el mismo nombre.....	100
fig. 33. Sistema de cultivos existentes en el sector la era	101
fig. 34. Sistemas agrícolas de cultivos.....	101
fig. 35. Cultivo de pepino sembrado siguiendo las curvas de nivel, uno de los más predominantes del sector.	101

fig. 36. Suelos degradados debido a la falta de prácticas de conservación de suelos.	101
fig. 37. Cultivo de maíz en el sector malacatos.....	102
fig. 38. Inexistente cubierta vegetal debido al mal manejo de cultivos.	102
fig. 39. Tierras abandonadas por su baja fertilidad y falta de lluvias.....	102
fig. 40. Vegetación natural de faique en la parte baja de la cuenca catamayo.	102
fig. 41. Incremento de la frontera agrícola producto de la deforestación.	103
fig. 42. Quema de la cobertura vegetal, para ampliar la frontera agrícola.	103
fig. 43. Superficie que será utilizada para la siembra de cultivos, en el sector juanes-el tambo-catamayo.....	103
fig. 44. Estudiantes de la carrera de ingeniería agrícola invitados a la difusión de resultados.....	104
fig. 45. Tesista receptando sugerencias en la socialización de resultados.	104
fig. 46. Docentes y estudiantes invitados a la difusión de resultados.	104
fig. 47. Presentación de resultados.	104
fig. 48. Miembros de la comisión académica de la carrera de ingeniería agrícola.	105
fig. 49. Comisión académica realizando observaciones da los resultados expuestos.	105
fig. 50. Exposición de los resultados a los estudiantes y docentes invitados en el día de campo.	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estadística de aforos de la estación hidrométrica el arenal en el sitio el boquerón	72
Tabla 2. Factor de corrección f, por duración media de las horas sol expresada en unidades de 30 días, con 12 horas de sol cada una.....	94
Tabla 3. Parámetros para el cálculo del coeficiente de escurrimiento c.	95

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clase de forma de la cuenca.....	23
Cuadro 2. Intervalo de clase recomendado para la elaboración de la curva de duración general de la cuenca alta del río catamayo.	51
Cuadro 3. Parámetros morfométricos de la cuenca alta del catamayo.	58
Cuadro 4. Ecuaciones de las curvas de descarga para la obtención de los caudales medios diarios.	60
Cuadro 5. Estaciones meteorológicas con los años de estadística que se trabajó en el estudio.	63
Cuadro 6. Balance hídrico de la cuenca alta del río catamayo hasta la estación el arenal en el sitio el boquerón. Método de Thornthwaite	64
Cuadro 7. Balance hídrico de la cuenca alta del río catamayo hasta la estación el arenal en el sitio el boquerón. Método general. .	65
Cuadro 8. Estadística de caudales publicada por el inamhi y rellenada a partir de las curvas de descarga, realizadas en este estudio de la estación el arenal en el río el boquerón.....	74
Cuadro 9. Precipitación media de la cuenca.	93
Cuadro 10. Temperatura media de la cuenca.....	93

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo. 1: Estadística de aforos.....	72
Anexo. 2: Estadística de caudales.....	74
Anexo. 3: Curvas de descarga.....	85
Anexo. 4: Curva de duración general	88
Anexo. 5: Curva de variación estacional.....	89
Anexo. 6: Histograma de distribución de la precipitación en la zona de estudio.....	90
Anexo. 7: Relación entre precipitación vs evapotranspiración.	91
Anexo. 8: Curva hipsométrica	92
Anexo. 9: Cuadros de precipitación y temperatura media de la cuenca	93
Anexo. 10: Tabla para el cálculo de la evapotranspiración.....	94
Anexo. 11: Tabla para el cálculo de la infiltración.	95
Anexo. 12: Fotografías del estado actual de la estación hidrométrica el arenal en el sitio el boquerón.....	96
Anexo. 13: Fotografías de la cuenca alta del río catamayo.....	98
Anexo. 14: Sistemas de cultivos y deforestación.....	101
Anexo. 15: Difusión de los resultados obtenidos en el estudio (día de campo).....	104

2. RESUMEN

El tema de investigación se lo realizó en la cuenca del Catamayo, específicamente el sitio de estudio es la parte alta de la cuenca, que se encuentra ubicado en la provincia de Loja, está limitada al norte con los cantones de Loja y Catamayo, al sur y al este con la provincia de Zamora Chinchipe y al oeste con los cantones de Quilanga y Gonzanama.

Los objetivos planteados en la investigación son los siguientes: **1)** Determinar los caudales del río Catamayo, en función de la estadística disponible y analizar su distribución en el tiempo; **2)** Efectuar el balance hídrico de la Cuenca del Río Catamayo hasta el sitio establecido; **3)** Difundir los resultados y metodología para su conocimiento y aplicación.

La información requerida para la realización de la investigación fue, estadística de aforos y niveles de la estación El Arenal, información cartográfica actualizada, además de softwares como: Excel, AutoCad, ArcGis.

Previa a la realización de los objetivos planteados, se obtuvo la caracterización morfométrica de la cuenca con la aplicación de las ecuaciones básicas de la morfometría.

El análisis e interpretación de la estadística de aforos permitieron determinar las curvas de descarga y con la aplicación de las diferentes tipos de ecuaciones que se las obtuvo mediante el ajuste matemático, se lograron determinar caudales a partir de niveles existentes. Además de la curva de descarga también se generaron las curvas de duración general y variación estacional, mediante el análisis estadístico de frecuencia de caudales.

El estudio del balance hídrico se basa en la aplicación del principio de conservación de masas, también conocido como

ecuación de la continuidad. Ésta establece que, para cualquier volumen arbitrario y durante cualquier período de tiempo, la diferencia entre las entradas y salidas estará condicionada por la variación del volumen de agua almacenada. En general, la técnica del balance hídrico implica mediciones de ambos aspectos, almacenamientos y flujos del agua. La ecuación del balance hídrico, para cualquier zona o cuenca natural, indica los valores relativos de entrada y salida de flujo y la variación del volumen de agua almacenada en la zona o masa de agua.

El área de estudio posee una superficie de; (1127,34 Km²), se la clasifica como una cuenca grande, con un perímetro de 162.73 Km y una longitud axial de 72 Km tomada desde el punto más alto hasta el punto más bajo de la cuenca.

Según el índice de compacidad (K) de Gravelius de 1.36, la clasifica como una cuenca con tendencia a ser ovalada – redonda a oval – oblonga, la altura media de la cuenca es de 2 080 m.s.n.m, valor obtenido con la curva hipsométrica, la pendiente media de la cuenca por su valor de 56,4%, indica que es una cuenca con alta pendiente.

El valor de la pendiente media del cauce es de 10,73%, nos indica que es un cauce accidentado medio. La densidad de drenaje de 1,26 km/km², según las leyes de Horton; señala que es una cuenca bien drenada, la densidad de red de cauces con 0,546 cauces/km² indica que, es una cuenca con bastantes ríos, quebradas permanentes y perennes.

Con la interpretación de los aforos existentes, se lograron determinar tres curvas de descarga. La curva uno con un periodo de validez del 04 Abril 1973 a 13 Abril 1984, con las ecuaciones $Q=14,897(h)^{2,005}$, para una altura de $0,30 < h < 0,50$; $Q=69,800(h-0,15)^{2,784}$, para una altura $0,50 < h < 1,030$; $Q=47,863(h)^{2,504}$, para una altura $1,030 < h$

< 1,70; la curva dos con un periodo de validez del 14 Abril 1984 a 30 Junio 1988, con las ecuaciones $Q=12,585(h)^{2,428}$, para una altura de $0,50 < h < 0,70$; $Q=16,676(h)^{3,200}$, para una altura de $0,70 < h < 1,20$; $Q=17,948(h)^{2,757}$, para una altura de $1,20 < h < 1,60$; y la curva tres con un periodo de validez del 01 Julio 1988 a 14 Abril 2005, con las ecuaciones $Q=19,567(h)^{1,509}$, para una altura de $0,20 < h < 0,53$; $Q=54,165(h-0,15)^{2,011}$, para una altura de $0,53 < h < 1,05$; $Q=39,315(h)^{2,404}$, para una altura de $1,05 < h < 1,70$.

La curva de duración general tiene gran utilidad cuando se trata de estudiar el aprovechamiento del agua sin regulación o con un grado de regulación parcial; misma que indica los caudales para una cierta probabilidad en términos de porcentaje de tiempo, en ese sentido los caudales mayores tienen menor probabilidad de ocurrir durante el año. La curva de variación estacional en cambio indica la distribución de los valores mensuales del año hidrológico, respecto al tiempo y la probabilidad que dichos valores ocurran.

Los caudales realmente utilizables son los que van desde el orden del 50 al 100%, debido a que se los puede regular mediante el diseño de una obra hidráulica, permitiendo almacenar el excedente del invierno para cubrir el déficit en la época de secano.

La planificación de los cultivos también depende de la interpretación de estas curvas, porque en los meses en que los caudales son bien bajos, debería el cultivo estar en las fases en que las necesidades de riego no son mayores, o tratar que estos meses coincida con la preparación del suelo.

Es por esta razón que las curvas de duración general, así como la de variación estacional son de mucha importancia en el análisis hidrológico de un área en estudio, debido a que nos permitirán conocer

el comportamiento hidrológico de un río tanto en probabilidad de ocurrencia de caudales así como su distribución en el tiempo.

De acuerdo al balance hídrico se ha determinado que la deficiencia de agua es el aspecto más relevante, el mismo que se demuestra mediante el balance hídrico mensual, permitiendo visualizar de forma general las necesidades de riego en caso de proyectar agricultura intensiva.

Summary

This research was done in the basin of the Catamayo, specifically the study site is the top of the basin, which located in the province of Loja, this is bounded on the north by the cantons of Loja and Catamayo, on the south and east by the province of Zamora Chinchipe and the west by the cantons of Quilanga and Gonzanamá.

The objectives established in the research are as follow: 1) Determine the Catamayo river flow, and it's functions will the available statistics and the analysis their distribution in the set time scale; 2) Note the water balance of the Catamayo River Basin until the site is established; 3) Disseminate the results and methodology used in order the that the results can be tested.

The information required for conducting this research was statistics of gauging and the levels of the El Arenal station, update cartographic information and use of software such as: Excel, AutoCAD, ArcGIS.

Earlier result established the objectives and the characterization of the basin morphometric with application of basic equations.

The analysis and statistical interpretation of gauging has permitted the determination of the discharge curves besides the application of several kinds allowed through mathematical adjustment to achieve the

determined gauges from the existing levels. The discharge curve also generated the duration general curves and curve seasonal variation, through statistical analysis of frequency of flows.

The study of the water balance was based on the principle of the conservation of mass, also known as the continuity equation. It established that, for any arbitrary volume and during any period of time, the difference between the inputs and outputs was conditional on the variation of the volume of stored water. In general, the technology of the water balance involved measurements of both, storage and flows of water. The water balance equation, by any zone or natural basin, signs the values relative to inputs and outputs and the variation of the volume of stored water in the zone or water mass.

The study area has a surface of; (1127.34 km²), is classified as a large basin, has a perimeter of 162.73 km and an axial length of 72 km measured from the highest point to the lowest point of the basin.

According to the index of compactness (K) Gravelius (1.36), it is classified as a basin with a tendency to be oval - round or oval - oblong, the average height of the basin is 2 080 meters above sea level, value is achieved with the hypsometric curve, the average slope of the basin value of 56.4%, indicates that it is a basin with a height slope.

The value of the average slope of streams is 10.73%, it indicates that the channel is of an uneven medium. The drainage density of 1.26 km/km² under the laws of Horton, indicate that it is a well-drained basin, the density of the mains channels with 0.546 streams/km² indicates that it is a basin with many rivers, permanent and perennials gorges.

The interpretation of existing flows, enable the determination of three discharge curves. Curve number one has a validity period of 04 April 1973 to April 1984, with equations $Q=14,897(h)^{2.005}$, for a height of

$0,30 < h < 0,50$; $Q = 69,800(h - 0,15)^{2,784}$, for a height $0,50 < h < 1,030$;
 $Q = 47,863(h)^{2,504}$, for a height $1,030 < h < 1,70$. Curve number two has a
 validity period of April 1984 to June 1988 with equations $Q = 12,585(h)^{2,428}$,
 for a height of $0,50 < h < 0,70$; $Q = 16,676(h)^{3,200}$, for a height $0,70 < h <$
 $1,20$; $Q = 17,948(h)^{2,757}$, for a height $1,20 < h < 1,60$; and curve three has a
 validity period from July 1988 to April 2005, with equations
 $Q = 19,567(h)^{1,509}$, for a height $0,20 < h < 0,53$; $Q = 54,165(h - 0,15)^{2,011}$, for a
 height $0,53 < h < 1,05$; $Q = 39,315(h)^{2,404}$, for a height $1,05 < h < 1,70$.

The duration of the general curve has greater utility when the water rate is studied without regulation or with a partial regulation. This indicates that it flows for a certain probability in the limits of the percentage of time. In this sense the high the flows the lesser the occurrence probability during the year. The seasonal variation curve in change indicates the various distributions of monthly values of the hydrological year, with regard to time and the probability that these values will occur.

The really usable flows are in the order of the 50 to 100%, normally due through the design of the hydraulics staving the excessive flows of winter to cover the deficit in dry time.

The planning of crops also depends on the interpretation of these curves, because in the months that the flows are lowest, the crop has to be in the stages were the necessities of irrigation are not high or treat those months which coincide with the preparation of the soil.

It is for this reason that, the duration of the general curve and the seasonal variation curve are of very high importance in the hydrological analysis of the area of study. At the time of the known hydrological performance of the river so much in probable occurrence of flows and it's time of distribution is known.

The agreement of the hydrological balance was determined so that the water deficiency of the aspect more relevant. This in itself shows through hydrological balance each month, letting the observer of the general view of the necessities of irrigation in respect of the intensive agriculture of the project.

3. INTRODUCCIÓN

Según Ven Te Chow, 1994, el agua es la sustancia más abundante de la tierra, es el principal constituyente de todos los seres vivos y es una fuerza importante que constantemente está cambiando la superficie terrestre. También es un factor clave en la climatización de nuestro planeta para la existencia humana y en la influencia para el progreso de la civilización. La hidrología que cubre todas las fases del agua de la tierra es una materia de gran importancia para el ser humano y su ambiente. Aplicaciones prácticas de la hidrología se encuentran en labores tales como el diseño, operación de estructuras hidráulicas, abastecimiento de agua, tratamiento y disposición de aguas residuales, irrigación, drenaje, generación hidroeléctrica, control de inundaciones, navegación, erosión, control de sedimentos, etc. El papel de la hidrología es ayudar a analizar los problemas relacionados con estas labores y promover una guía para el planteamiento y manejo de los recursos hídricos.

La hidrología de una región está determinada por sus patrones de clima tales como la topografía, la geología y la vegetación. También a medida que la civilización progresa, las actividades humanas invaden gradualmente el medio ambiente natural del agua, alterando el equilibrio dinámico del ciclo hidrológico e iniciando nuevos procesos y eventos.

Por tal razón podemos decir que, los fenómenos hidrológicos son extremadamente complejos y es posible que nunca se los entienda en su totalidad. Sin embargo, en ausencia de un conocimiento perfecto, pueden representarse en forma simplificada por medio del concepto de sistema, mismo que se puede decir que es, un conjunto de partes conectadas entre sí, que forman un todo. Con estos conceptos claros se puede mostrar que, el ciclo hidrológico, es un sistema cuyos componentes son precipitación, evaporación, escorrentía y otras fases

del ciclo hidrológico, estos componentes analizados de manera conjunta nos dan como resultado el balance hídrico de una cuenca.

A partir del estudio del balance hídrico es posible hacer una evaluación cuantitativa de los recursos hídricos de una cuenca hidrográfica y sus modificaciones por la influencia de las actividades del hombre, como también es fundamental para conseguir un uso racional de los recursos de agua en el espacio y en el tiempo, así como para mejorar el control y redistribución de los mismos. El balance hídrico ayuda en la predicción de las consecuencias debidas a cambios artificiales en el régimen de ríos, lagos y cuencas subterráneas. La información que proporciona el balance hídrico de las cuencas de ríos y lagos para cortos periodos de tiempo (estaciones, meses, semanas y días) se utiliza para explotación de embalses y para predicciones hidrológicas.

El conocimiento del balance hídrico es también muy importante para el estudio del ciclo hidrológico. Con los datos del balance hídrico es posible comparar recursos específicos de agua en un sistema, en diferentes períodos de tiempo, y establecer el grado de su influencia en las variaciones del régimen natural.

Las cuencas hidrográficas del Ecuador, en su mayoría no tienen un manejo adecuado de conservación, por tal razón se encuentran en un gran porcentaje degradadas lo que ocasiona que el ciclo hidrológico del agua se vea afectado, provocando poca retención de humedad, erosión e inundaciones en las épocas de lluvias y escasez de agua en los períodos de estiaje.

Dentro del territorio que comprende La provincia de Loja, se ubican algunas cuencas importantes, siendo una de ellas la cuenca del río Catamayo. Esta cuenca es de vital importancia para la producción agrícola y pecuaria de la provincia de Loja y el norte del Perú, pero el

incremento de la deforestación en toda la cuenca, ha permitido la expansión de la frontera agrícola provocando de esta manera, una degradación a través de la pérdida de suelo por los diferentes tipos de erosión (hídrica, eólica, etc.), problema que se incrementa con el tiempo.

En el río Catamayo, los registros de caudales no han sido constantes a tal punto que, especialmente en su estación El Arenal, en el puente Boquerón, del cantón Catamayo, la inestabilidad en la sección del cauce, ha causado muchas dificultades en la formulación y ajuste de las curvas de descarga; y es más, en los últimos años no se ha efectuado un trabajo responsable respecto de la realización de aforos y su continuidad. Es así como a partir del año 1993 el proceso de aforamiento se ha estancado y a pesar de existir aforos hasta el año 2009 la escasa frecuencia no permite establecer curvas de descarga estables y confiables. En tal virtud actualizar los caudales del río Catamayo, en función de los niveles disponibles a partir de una curva de descarga, calibrada en base a la estadística de aforos de la estación antes mencionada, justifico plenamente cualquier trabajo hidrológico que se oriente en este sentido.

Este trabajo, además de ser una investigación para la obtención del título de ingeniero agrícola, sirve para afianzar los conocimientos adquiridos en clase, a su vez que permitirá incursionar en el campo de la hidrología, ciencia a la cual se me ha demostrado un interés.

Objetivos

Objetivo general

Estudiar el comportamiento hidrológico de la Cuenca del Río Catamayo hasta la Estación en Puente Boquerón y determinar los caudales disponibles, así como su distribución en el tiempo (Balance Hídrico).

Objetivos específicos

- Determinar los caudales del río Catamayo, en función de la estadística disponible y analizar su distribución en el tiempo.
- Efectuar el balance hídrico de la Cuenca del Río Catamayo hasta el sitio establecido.
- Difundir los resultados y metodología para su conocimiento y aplicación.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Que es la hidrología

Ciencia que estudia al agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie de la tierra, sus propiedades físicas y químicas y su relación con el medio ambiente incluyendo a los seres vivos.

La hidrología, proporciona métodos para resolver los problemas prácticos que se presentan en el diseño, la planificación y la operación de estructuras hidráulicas, por esta razón antes de realizar cualquier tipo de obra hidráulica se debe realizar un estudio hidrológico.

4.2. Ciclo hidrológico y sus principales componentes

Se denomina ciclo hidrológico al conjunto de cambios que experimenta el agua en su naturaleza, tanto en su estado sólido, líquido y gaseoso, como en su forma de agua superficial, agua subterránea, etc. El ciclo hidrológico es completamente irregular y es precisamente contra estas irregularidades que lucha el hombre. Como todo ciclo el hidrológico no tiene ni principio ni fin, y su descripción puede comenzar en cualquier punto.

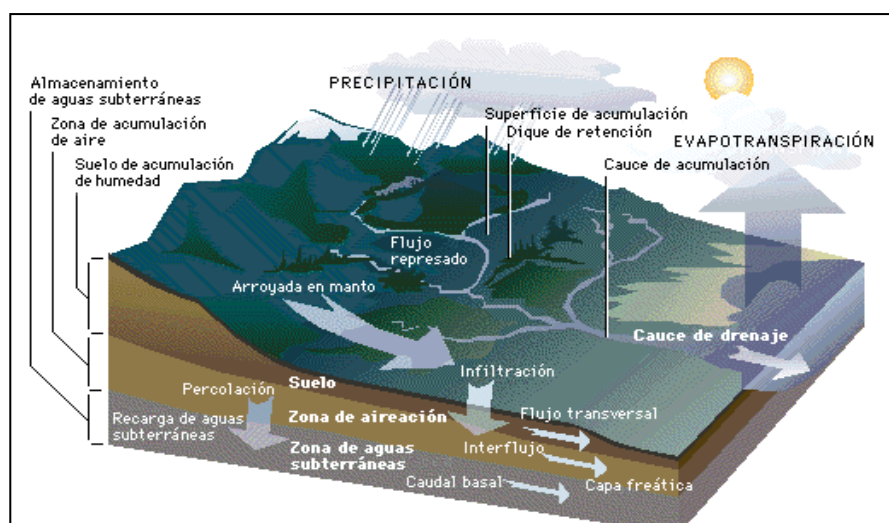


Fig. 1. Ciclo hidrológico

4.2.1. Precipitación

Se denomina precipitación, al agua procedente de la atmósfera y que en forma líquida o sólida se deposita sobre la superficie terrestre. La formación de la precipitación requiere la elevación de una masa de agua en la atmósfera de tal manera que se enfríe y parte de su humedad se condense para que posteriormente se precipite a la superficie terrestre. Los mecanismos principales para la elevación de masas de aire son: la elevación frontal, donde el aire caliente es elevado sobre el aire frío por un pasaje frontal; la elevación orográfica, mediante la cual una masa de aire se eleva para pasar por encima de una cadena montañosa; y la elevación convectiva, donde el aire se arrastra hacia arriba por una acción convectiva hasta llegar a una altura en que encuentre condiciones favorables para la condensación y la posterior precipitación (Vásquez, 2000).

La Intensidad de las precipitaciones varía de un lugar a otro aunque no se encuentren a mucha distancia. A lo largo de un año también hay variaciones. Existen zonas en las que en un solo día cae más lluvia que en otros a lo largo de todo el año. Las causas que influyen en la distribución de precipitaciones en el planeta son: la proximidad al mar, incremento de la humedad del aire, y las corrientes ascendentes de aire, como las que obligan a realizar las cordilleras, sobre las cuales las precipitaciones son más numerosas e intensas en la ladera enfrentada a los vientos más frecuentes, o barlovento.

4.2.2. La escorrentía

Cantidad de agua de una lluvia y/o tormenta, que drena o escurre sobre la superficie del suelo. Cuando ocurren lluvias más intensas o frecuentes, el agua llega hasta la superficie, produciéndose por un lado, la infiltración y por otro lado, la saturación del suelo y la escorrentía. (Monsalve 1999).

Cuando ocurre escorrentía, ésta fluye a los cauces, incrementando su volumen a medida que llega agua de las partes más lejanas, y comienza a decrecer el caudal suavemente al poco tiempo de terminar la lluvia.

En detalle, parte importante de la escorrentía generada por un evento lluvioso, es realmente de flujo sub-superficial o hipodérmico, es decir, es el agua que no circula en régimen de lámina libre sino que inicialmente se infiltra, escapa de la evapotranspiración y en vez de constituir infiltración eficaz circula horizontalmente por la parte superior de la zona no saturada hasta volver a la superficie.

4.2.3. Infiltración y percolación

Infiltración es la entrada de agua en el suelo. La capacidad de infiltración es la velocidad máxima a la cual puede penetrar agua a la superficie del suelo. La infiltración está sujeta al estado del horizonte superficial del suelo, cuyas condiciones determinan si las precipitaciones se convierten o no en escorrentía.

Se denomina percolación al movimiento de agua a través del suelo hacia niveles inferiores, la capacidad de percolación es la capacidad máxima a la cual el agua se puede mover a través del suelo. (Monsalve 1999).

4.2.3.1. Factores que afectan a las capacidades de infiltración y percolación

- El tamaño y número de los poros no capilares.
- El contenido de materia orgánica en el suelo
- El tipo de suelo, la textura y la estructura.
- El contenido de humedad y ensanchamiento.
- Los bosques favorecen a la infiltración.
- La capacidad de infiltración y percolación.

4.2.4. Evaporación y evapotranspiración

La evaporación, es el paso del agua de estado líquido a gaseoso, este cambio ocurre cuando algunas moléculas del agua adquieren la suficiente energía cinética para salir por sí solas de la superficie del agua. Los dos factores principales que influyen en la evaporación desde la superficie abierta son: el suministro de energía para proveer el calor latente de vaporización y la habilidad de transportar el vapor fuera de la superficie de evaporación. Con respecto a la evaporación fisiológica o transpiración, es el resultado del proceso físico y biológico por el cual el agua cambia de estado, a través del metabolismo de la planta y pasa a la atmósfera.

Entonces se dice que la evapotranspiración, es la combinación de la evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de la vegetación. Los mismos factores que dominan la evaporación desde una superficie de agua abierta, también dominan a la evapotranspiración. En hidrología existe interés en conocer la evapotranspiración de los cultivos, lo cual se puede calcular indirectamente a partir del concepto de Evapotranspiración Potencial (ETP), que en sí es, la tasa de evaporación de una superficie completamente cubierta de vegetación de altura uniforme, con adecuado suministro de agua. (Vásquez, 2000).

De manera práctica, la evaporación y la evapotranspiración son procesos que se realizan en la naturaleza de forma simultánea, son interdependientes y es muy difícil su medición por separado. El cálculo de la evapotranspiración es fundamental para la estimación de la demanda de riego de un cultivo y la estimación del escurrimiento medio anual de una cuenca.

4.3. La cuenca hidrográfica

Según (Vásquez, 2000) "Una cuenca hidrográfica es el sistema, área o ámbito geográfico, delimitado por el *divortium aquarum*, donde ocurre el ciclo hidrológico e interactúan los factores naturales, sociales, económicos, políticos e institucionales y que son variables en el tiempo".

Es también la unidad natural definida por la existencia de la divisoria de aguas en un territorio dado. Sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones; también conocido como "*divortium aquarum*". El *divortium aquarum*, teóricamente, es una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura relativa entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta; desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión, en la zona hipsométricamente más baja. Al interior de las cuencas se pueden delimitar subcuencas o cuencas de orden inferior.

Las divisorias que delimitan las subcuencas se conocen como *divortium aquarum* secundarias. Los procesos de los ecosistemas que describen el intercambio de materia y flujo de energía a través de la vinculación de los elementos estructurales del ecosistema pueden ser vistos como un sistema, pues dentro de la cuenca, se tienen los componentes hidrológicos, ecológicos, ambientales y socio-económicos, que desempeña cada uno determinadas funciones. "La cuenca integra procesos y patrones de los ecosistemas, donde las plantas y los animales ocupan una diversidad de hábitat generado por variaciones de tipos de suelo, geomorfología y clima en un gradiente altitudinal". (www.ine.gob.mx).

La cuenca posee elementos identificables: los recursos naturales y el factor antrópico (acción humana), que considera los asentamientos humanos, infraestructura desarrollada, prácticas agro-productivas,

también la organización institucional, la coordinación interinstitucional y el marco normativo que se pueda tener para el manejo o tratamiento de las cuencas hidrográficas.

En relación a la clasificación de las cuencas hidrográficas, ésta es bastante subjetiva, pero en general se las puede clasificar atendiendo a su tamaño de la siguiente manera.

Cuenca grande: Es aquella en la que predominan las características fisiográficas de la misma (pendiente, elevación, área, cauce). Una cuenca, para fines prácticos, se considera grande, cuando el área es mayor a 250 km².

Cuencas pequeñas: Es aquella que por su área responde muy rápido a las lluvias de fuerte intensidad y pequeña duración, y en la cual las características físicas (tipo de suelo, vegetación) son más importantes que las del cauce. Se considera cuenca pequeña aquella cuya área varía desde unas pocas hectáreas hasta un límite, que para propósitos prácticos, se considera 250 km².

No necesariamente se analiza con el mismo criterio una cuenca pequeña que una grande. Para una cuenca pequeña, la forma y cantidad de escurrimiento están influenciadas principalmente por las condiciones físicas del suelo; por lo tanto, el estudio hidrológico debe enfocarse con más atención a la cuenca misma, mientras que para una cuenca muy grande, el efecto de almacenaje del cauce es muy importante, por lo cual deberá darse también atención a las características de éste último. (Villón 2002).

4.3.1. Enfoque sistémico de la cuenca hidrográfica

Un sistema es el conjunto de componentes que conforman un todo y que interactúan entre sí, dentro de un límite determinado, donde reciben insumos y generan productos a través de diferentes procesos y

fenómenos naturales. El enfoque sistemático considera que, en el análisis de una cuenca lo más importante no consiste en considerar la actuación o papel particular de cada uno de los elementos constitutivos: agua, suelo, clima, vegetación, fauna hombre, etc., sino la interacción entre éstos, para conocer a cabalidad la dinámica real de la cuenca.

Vásquez (2000), señala que la suerte de cada uno de los elementos de la cuenca depende de lo que ocurra con los otros, por lo tanto, los trabajos que se ejecuten en ella deben considerar las interacciones y flujos de energía que se den entre sus partes y componentes.

4.3.2. Funciones de una cuenca

Las cuencas hidrográficas cumplen muchas funciones, entre las principales se mencionan:

Función hidrológica: Las cuencas hidrográficas cumplen esta función, cuando receptan el agua de las diferentes fuentes de precipitación, la almacenan y posteriormente la distribuyen a través de, los manantiales y ríos durante distintos momentos a lo largo del tiempo.

Función Ecológica: Provee diversidad de espacios a través de los cuales se completa el ciclo hidrológico, en donde a su vez, se llevan a cabo interacciones entre las características de la calidad física y química del agua. Además provee de hábitat para la flora y fauna que constituyen los elementos biológicos del ecosistema y que se encuentran en interacción directa con el agua.

Función Ambiental: Las cuencas hidrográficas, constituyen verdaderos sumideros de Dióxido de Carbono (CO₂), regulan la recarga hídrica y los ciclos bio-geoquímicos, albergan bancos de germoplasma y contribuyen a conservar la biodiversidad.

Función Socioeconómica: Suministra recursos para el desarrollo de actividades productivas que dan sustento a la población, provee de un espacio para el desarrollo social y cultural de la sociedad. La cuenca constituye una unidad espacial eco-geográfica relevante para analizar los procesos ambientales generados como consecuencia.

4.3.3. Parámetros morfométricos y fisiográficos de una cuenca hidrográfica

Las características morfométricas y fisiográficas de una cuenca, son elementos que tienen gran importancia en el comportamiento hidrológico de esta unidad de territorio, pues éstas características tienen un impacto directo en el drenaje, ya que condicionan tanto el volumen de escurrimiento como la velocidad de repuesta.

Así pues, el estudio sistemático de los parámetros físicos de las cuencas es de gran utilidad práctica, pues con base en ellos se puede lograr una transferencia de información de un sitio a otro, donde existe poca información: bien sea que fallen datos, bien que haya carencia total de información de registros hidrológicos, siempre que exista cierta semejanza geomorfológica y climática de las zonas en cuestión.

Los parámetros más importantes y de mayor influencia sobre una cuenca son:

4.3.3.1. Parámetros de forma

Dada la importancia de la configuración de las cuencas, se trata de cuantificar estas características por medio de índices o coeficientes, los cuales relacionan el movimiento del agua y las respuestas de la cuenca a tal movimiento.

Los principales factores de forma son:

a) Superficie

Se refiere al área proyectada en un plano horizontal, es de forma irregular y se obtiene después de delimitar la cuenca. Su cálculo es importante porque sirve de base para la determinación de otros elementos (parámetros, coeficientes, relaciones, etc.); además por lo general los caudales de escurrimiento crecen a medida que aumenta la superficie de la cuenca y, porque el área puede relacionarse con la producción de sedimentos generándose lo que se conoce como tasa de degradación, la cual puede estar asociada con la erosión del suelo, a través de la relación de la producción de sedimentos y la remoción definida como tasa de entrega de un área de drenaje. (Martínez, et al. 2001).

Debido a que la forma de la cuenca es muy irregular, el cálculo del área de la cuenca no se puede realizar por fórmulas geométricas, en la actualidad para el cálculo de este parámetro se utilizan diferentes software. Se mide en kilómetros cuadrados, y en hectáreas cuando la cuenca es pequeña.

b) Perímetro

Se refiere al borde de la forma de la cuenca proyectada en un plano horizontal, es de forma irregular y se obtiene una vez delimitada la cuenca. Se mide en Km y para su cálculo también se utiliza diferente software. Es importante porque en conexión con el área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca.

c) Longitud Axial (La)

Esta medida se considera como la longitud en línea recta, desde el punto de nacimiento de la corriente hasta el punto de desembocadura a un caudal mayor, o punto más bajo de la cuenca. A ésta línea recta se le considera como el eje principal de la cuenca.

d) Longitud del Cauce

La longitud de un río es la distancia entre la desembocadura y el nacimiento.

e) Ancho Promedio (Ap)

Corresponde al área de la cuenca, relacionada con su longitud axial, y se expresa como:

$$Ap = \frac{A}{La};$$

Donde:

Ap = Ancho promedio (Km)

A = Área de la cuenca (Km²)

La = Longitud Axial (Km)

f) Factor de forma:

Este factor interviene principalmente en la manera como se presenta el volumen de agua escurrido a la salida de la cuenca. Generalmente los volúmenes escurridos en cuencas alargadas son más uniformes a lo largo del tiempo, en cambio, en cuencas compactas el agua tarda menos en llegar a la salida, en donde se concentra en un tiempo relativamente corto.

Existen varios índices que expresan la forma de las cuencas hidrográficas, y se obtienen a partir de la superficie y medidas lineales de la cuenca, como por ejemplo: el índice de compacidad de Gravelius, que relaciona el perímetro de la cuenca con el de la circunferencia de un círculo de igual área a la de la cuenca:

$$K = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

K= Índice de compacidad.

0.28 = Valor constante.

P = Perímetros de cuenca (Km).

A = Área de cuenca (Km²).

La razón para usar la relación del área equivalente a la ocupada por un círculo es porque una cuenca circular tiene mayores posibilidades de producir avenidas superiores, dada su simetría.

El valor mínimo que se puede obtener es de 1 y cuando mayor sea el índice, más alargada será la cuenca. (Villón, 2002).

g) Coeficiente de compacidad

Es el resultado de dividir el perímetro de la cuenca por el perímetro de un círculo de igual área que la de la cuenca; es otro índice de forma. Para hallarlo se utiliza la siguiente fórmula:

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi \cdot A}}$$

Donde:

K_c = Es el coeficiente de compacidad (Cuadro 1).

P = Perímetro de la cuenca.

π = Signo "Pi" que es igual a 3.1416.

A = Área de la cuenca.

Este coeficiente está relacionado con el tiempo de concentración, que es el tiempo que tarda una gota de lluvia en moverse desde la parte más lejana de la cuenca hasta el desagüe; en este momento ocurre la máxima concentración de agua en el cauce, puesto que está llegando gotas de lluvia de todos los puntos de la cuenca.

A medida que el coeficiente (K_c) tiende a 1,0, sea cuando la cuenca tiende a ser redonda, aumenta la peligrosidad de la cuenca a las crecidas, porque las distancias relativas de los puntos de la divisoria con respecto a uno central, no presentan diferencias, mayores y el tiempo de concentración se hace menor, por lo tanto mayor será la posibilidad de que las ondas de crecida sean continuas (Vásquez 2000).

Cuadro 1. Clase de forma de la cuenca.

Clases de forma	Rangos de clase	Forma de la cuenca
Clase K_c1	1,0 – 1,25	Tendencia a ser redonda a oval – redonda
Clase K_c2	1,25 – 1.50	Tendencia a ser oval – redonda a oval – oblonga.
Clase K_c3	1,50 – 1,75	Tendencia a ser oval – oblonga a rectangular – oblonga.

Fuente: Elaborado por Oscar Juela

4.3.3.2. Parámetros de relieve

Son muy importantes ya que el relieve de una cuenca puede tener más influencia sobre la respuesta hidrológica que la forma misma de la cuenca. Los parámetros relativos de relieve son:

a) Pendiente media del cauce (S_c)

Es un parámetro muy importante, en el estudio del recurso hídrico, ya que se relaciona con las características hidráulicas del escurrimiento, en particular con la velocidad de propagación de las ondas de avenida y con la capacidad para el transporte de sedimentos.

b) Pendiente media de la cuenca

La pendiente media del terreno es un parámetro esencial, pues da un índice de la velocidad media de la escorrentía y su poder de arrastre y de la erosión sobre la cuenca, está relacionada con la infiltración, con el escurrimiento superficial, con la contribución de agua subterránea a la corriente y con la duración del escurrimiento.

c) Altitud media de la cuenca

La importancia de conocer la altitud media de una cuenca, se debe a la influencia que ésta tiene en la temperatura como en la forma de precipitación.

4.4. La precipitación atmosférica

La precipitación es el producto líquido o sólido de la condensación del vapor de agua que cae de las nubes y se deposita en el terreno procedente de la atmósfera, dicho término comprende: lluvia, llovizna, granizo, nieve, rocío, escarcha y la precipitación de la neblina.

Por un lado, se requiere conocer la precipitación media. Este dato se refiere a la entrada de agua al sistema hidrológico que se realiza mediante el fenómeno de la lluvia o de cualquier otro tipo de precipitación. La precipitación, es la caída de agua desde la atmósfera en estado líquido –lluvia– o sólido –nieve, granizo, escarcha– a partir del

fenómeno de condensación. Esta información en conjunto con la del tipo textural del suelo permite definir el almacenamiento y los cambios en la humedad del suelo.

La Precipitación tiene relación con diversos factores climáticos como la altitud, el relieve y la vegetación. En este sentido, se pueden establecer relaciones que permitan inferir aproximadamente la cantidad de lluvia sobre un área específica.

Lo anterior, puede realizarse si se tienen datos de precipitación de estaciones cercanas a dicha área y estos datos se correlacionan con la altitud (a mayor altitud, mayor precipitación), el relieve (zonas de influencia, exposición a los vientos dominantes, etc.) y la cobertura vegetal (requerimientos de lluvia para cada tipo de vegetación) del área en estudio. Unido a esto, se deberá tener información respecto al comportamiento climático regional y el comportamiento también regional de la precipitación. Además de lo anterior, es posible aprovechar la información que proporciona el análisis de imágenes satelitales.

4.4.1. Formación de la precipitación

La condensación del vapor atmosférico se lleva a cabo alrededor de innumerables núcleos higroscópicos, en forma tal que las partículas de las nubes son tan pequeñas ($\pm 0,01$ mm) que un movimiento del aire a 15 cm/minuto, es suficiente para mantenerlas en suspensión. Bajo condiciones favorables, las gotas de agua o de cristales de hielo según la temperatura, comienzan a aumentar de tamaño hasta tal punto que ya el aire es incapaz de sostenerlos y entonces caen.

Las gotas con un radio menor de 0,1 mm en su viaje hacia el suelo a través del aire, con un 90 % de humedad relativa, se evaporan a una distancia de 3,0 m, mientras que gotas de 0,5 mm pueden caer hasta 22 000 m es evidente que gran parte del agua que emana de las nubes,

nunca alcanza el suelo; y para el propósito de la hidrología, la precipitación se define como el agua en forma líquida o sólida que llega al suelo. Un radio de 0,1 mm es aceptado como el tamaño de gota que marca la frontera entre las nubes y la precipitación.

Los elementos esenciales para la formación de la precipitación son la humedad disponible en el aire y un mecanismo que produzca la condensación y la formación de las gotas. Según el mecanismo que produce el ascenso del aire da lugar a los tres tipos de precipitación: convectiva, orográfica y ciclónica.

4.4.1.1. La precipitación anual

Representa el volumen total de agua que cae anualmente sobre una región o localidad dada. Este volumen varía considerablemente de un año para otro, por lo cual el dato correspondiente tiene una importancia limitada a menos que los registros se hayan tomado durante un número considerable de años y la información se haya analizado para determinar los límites de desviación correspondientes.

4.4.1.2. La precipitación estacional o mensual

Es una información sobre la distribución estacional o mensual de las lluvias, permite diferenciar los períodos húmedos de los secos, puede así establecerse el régimen de las lluvias durante los períodos considerados, de tal manera que cualquier predicción que vaya a realizarse en este sentido será solo aproximada y estará sujeta a la desviación de promedio que se haya calculado en base a muchos años de registro.

4.4.2. Clasificación de las precipitaciones

La precipitación se la puede clasificar de acuerdo a tres criterios: modo de formación (ciclónicas, convectivas, orográficas), estado físico

(líquidas, sólidas, mixtas), y duración y abundancia (larga duración y poco abundantes y, corta duración y abundantes).

4.4.2.1. Precipitación ciclónica

Resultan del levantamiento del aire, que converge en un aire de baja presión. Pueden presentar dos casos frontales y no frontales.

4.4.2.2. Las precipitaciones frontales

Están ligadas a los movimientos ascendentes y ocurren a lo largo de las superficies frontales y pueden ser causadas por la influencia de un frente frío o de un frente cálido. **Las precipitaciones no frontales** no están asociados a los frentes atmosféricos.

4.4.2.3. Precipitaciones convectivas

Se producen generalmente en las tardes calurosas, cuando el movimiento ascendente convectivo es máximo. La masa de aire caliente y ligera asciende rápidamente y supera el nivel de condensación donde se enfría formando nubes de tipo cumuliforme, que dan origen a este tipo de lluvia puntual muchas veces de gran intensidad.

4.4.2.4. Precipitaciones orográficas

Ocurre cuando una masa de aire es obligada a subir por la ladera de una montaña y, en el ascenso, necesariamente se enfría. Este fenómeno produce llovizna o nevadas de baja intensidad, que son siempre mayores a barlovento. En las cadenas montañosas el máximo de precipitación se produce antes de la divisoria de aguas.

4.5. Los ríos

Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado, rara vez constante a lo largo del año, y desemboca en el mar, en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente. La parte final de un río es su desembocadura. Algunas veces terminan en zonas desérticas donde sus aguas se pierden por infiltración y evaporación

4.5.1. La evolución de un río

Considerado como un sistema vivo, el río presenta aspectos muy variables según se trate de su curso alto o de su desembocadura. La composición de sus aguas es variable desde el origen a la desembocadura, pues en su curso arrastra y disuelve sustancias que lo alteran. Otro tanto sucede con la temperatura, que en la porción final muestra una estratificación vertical debido al mayor caudal y mayor profundidad. La velocidad de la corriente varía en función de la pendiente, y es máximo en el nacimiento y mínima en el curso inferior.

En cuanto al río se lo ha dividido en tres porciones iguales:

4.5.1.1. Curso alto

Comprende la región entre el nacimiento del río y el punto en que la pendiente deja de ser acentuada. Es la zona de los arroyos y torrentes propios de la montaña. El caudal es escaso pero muy rápido, la temperatura baja, la turbidez escasa y la calidad del agua muy buena y rica en oxígeno.

4.5.1.2. Curso medio

Se inicia en el punto en que disminuye la corriente, comienza a formarse depósitos y llega hasta aquella zona en la que los depósitos adquieren gran importancia e incluso pueden desviar su curso. El

caudal, la temperatura y la turbidez aumentan, disminuye el oxígeno y la calidad del agua comienza a ser dura.

4.5.1.3. Curso bajo

Cuando el río deja en sus márgenes grandes depósitos de arena es que ha iniciado su periodo final, que acaba en la desembocadura. El caudal es ahora máximo, pero la corriente y el contenido de oxígeno son mínimos, la turbidez y la temperatura son altas.

4.6. Análisis de la estadística disponible

La información hidrométrica del río es muy escasa, solo se dispone de una serie de aforos, realizados de una manera esporádica, los aforos, en función del nivel de agua correspondiente se dibujaron con el fin de identificar la tendencia de distribución cronológica de los escurrimientos ocurridos.

La revisión de aforos y el trazado armónico de las curva de descarga es fundamental para el correcto cálculo e interpretación de los caudales de un río. En las estaciones de aforo se determina la relación altura-caudal, esta relación se basa en el hecho físico de que el caudal varía con las variaciones de altura medidas en la sección, en su escala o limnómetro.

4.6.1. Curva de Descarga

La curva de descarga, de gasto o llamada también, de calibración de caudales, es una curva que relaciona los niveles de agua con los caudales registrados en los aforos, ésta, nos permite conocer el caudal a partir de una altura o lo que es lo mismo, basta con determinar la variación de la altura de agua para obtener la variación de los caudales, en función del tiempo.

Esta curva es producto de una serie de aforos que se realizan por un largo periodo de tiempo, creando una relación del caudal y nivel de agua en un tramo determinado de un cauce, el objetivo de que los aforos sean por un largo periodo de tiempo es que se ajusten a la realidad, teniendo niveles mínimos y máximos dentro de las mediciones, para que de esta forma, la curva de descarga, se ajuste mejor al comportamiento del cauce. Por medio de esta curva se obtienen los hidrógramas o gráficas variaciones del caudal contra el tiempo en una sección determinada.

El trazado de la Curva de Descarga o de Calibración permite deducir la relación continua H-Q para el rango de caudales o alturas aforadas cuando el río tiene escurrimiento en régimen establecido, que por lo general resultan valores medios o bajos. La extrapolación de la curva de descarga significa establecer la relación en un rango de caudales que nunca han sido aforados (Q de crecientes) y que tienen posibilidad física de ocurrir sobre la estación hidrométrica analizada.

En el caso de los aforos se aceptarán como buenos, todos los que tengan una desviación de $\pm 5\%$ con respecto a la curva de descarga anterior, en el caso de que hayan aforos que se salgan notoriamente fuera de la tendencia general del gráfico y que no estén definiendo una nueva curva de descarga, se deberá estudiar todos los aspectos necesarios para definir la causa de esta anomalía, en algunos casos deberá repetirse la comprobación preliminar que incluye factores como:

- Anotación de la fecha de llegada del informe
- Comprobación de la integridad y exactitud de la información general, es decir, fecha del aforo, designación de la estación, nomenclatura de ésta en caso de que sea necesario para uso de máquinas, número y marca del molinete usado, contacto usado, hélice, ecuación del molinete.

Luego deben examinarse otros factores para determinar fallas groseras o errores. En especial debe verificarse lo siguiente.

- Revisar el nivel de agua durante los aforos; si la estación posee limnógrafo debe verificarse con el gráfico o con el registro de estaciones vecinas.
- Determinar si el aforo se realizó en un lugar habitual o en otro distinto.
- Revisar muy detenidamente el perfil transversal de la sección de aforo para determinar posible socavación o embanques, y/o errores en las medidas de profundidad.
- Verificar el estado del molinete en el momento de efectuar el aforo, pues sucede, que se ha cambiado el molinete viejo en una estación de aforo por otro nuevo, notándose inmediatamente otra tendencia en los aforos realizados con el nuevo molinete.
- Leer detalladamente las nuevas anomalías indicadas por el aforador en el momento de efectuar el aforo y tratar de interpretarlas.
- Verificar la correcta posición de las planchas desplomadas, inclinadas o sencillamente mal referidas al banco de nivel.
- Recalcular nuevamente el aforo teniendo en cuenta especialmente las correcciones por:
 - Flujo desviado de la normal a la sección de aforos donde se efectuó la medida. En este caso debe multiplicarse el gasto obtenido en la sección donde se realizó el aforo por el coseno del ángulo que forma la corriente con la normal de la sección de aforos.
 - Para caudales altos la corrección por arrastre del molinete.
- Comprobar las velocidades obtenidas en diferentes aforos para una misma vertical de medida y en lo posible con igual tirante de agua.

- Verificar experimentalmente si los coeficientes que se están usando para calcular la velocidad media V_m , en una vertical son adecuados para el río donde se están efectuando las medidas.

4.6.1.1. Revisión y trazado armónico de las curvas de descarga

La curva de descarga de una estación, define la relación funcional:

$$Q=f(h)$$

Entre los tirantes de agua (h) observados y el caudal obtenido (Q) en su sección transversal.

Al revisar el trazado de la curva de descarga conviene tener en un solo gráfico todas las familias de curvas de descarga trazadas a la fecha, para la misma sección con el objeto de definir la curva de descarga fundamental de la sección en estudio.

Se definirá como curva de descarga fundamental de una sección limnimétrica de un río, a aquella, que ha permanecido por más tiempo válida en dicha sección y en torno a lo cual oscilan todas las nuevas, debido a los embanques y/o socavaciones que se producen en la sección limnimétrica.

Para el trazado hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Debe haber un suceso hidrológico (crecidas, fuertes embanques, etc), que justifiquen un cambio de curva, este suceso debe verificarse con la mayor agilidad posible estudiando los perfiles de la sección y las ondas de crecidas.
- Todas las curvas deben de tener la misma forma a menos de que un acontecimiento anormal justifique lo contrario.

- Para caudales muy grandes los efectos de socavación y embanques son despreciables, y por lo tanto las curvas deben de tener a un punto en común en su parte superior.
- El caudal resultante del cómputo hecho con esta curva, debe ser consecuente con los factores meteorológicos de la cuenca.
- El caudal resultante debe ser consecuente con los caudales obtenidos en secciones aguas arriba de la sección (Q menores) y con las secciones aguas abajo (Q mayores).
- Deben extrapolarse las curvas de descarga por algún método analítico, para independizar el trazado de las distintas curvas del criterio del calculista que está haciendo el trabajo.
- El caudal, para una crecida determinada debe caber en la sección de aforos, sin dar velocidades medias exageradas. Esto se comprueba fácilmente despejando la velocidad media de la fórmula de caudal.

4.6.1.2. Extrapolación de la curva de descarga

En esta parte se trata de explicar los distintos métodos de extrapolación de las curvas de descarga tanto en la parte alta, que es la más importante, como en su parte baja. Esto no quiere decir que todos los métodos sirvan para un caso específico de estudio de curva de descarga, debiéndose escoger el más adecuado para la sección en estudio.

El trazado y estudio de las curvas de descarga debe ser hecho por una persona con el conocimiento y criterio adecuado, para de esta manera poder realizar un análisis correcto del área en estudio, pues de otra manera se está expuesto a cometer grandes errores en el cálculo de los caudales.

Existen varios métodos de extrapolación de las curvas de descarga, entre los que podemos mencionar:

a) Extrapolación gráfica

Este es un método de extrapolación usado en algunos países que por la falta de información no pueden realizar otro método. Su uso solo se justifica como una primera extrapolación del dato que se quiere dar y nunca se debe dejar de confirmar con otro método.

Una vez obtenida la serie de aforos se ubican en un gráfico en papel natural, semi-logarítmico, o doble logarítmico, llevando en las ordenadas los niveles y en abscisas los caudales. Según la tendencia de los aforos se debe trazar una línea suavizada por todos los aforos y se prolonga más allá del último aforo medido, según la tendencia de la curva, este método se usa más en papel natural.

b) Área – velocidad

El caudal está dado por la ecuación:

$$Q=A*V_m$$

Siendo A la superficie encerrada por el perfil de la sección limnigráfica para una altura de agua determinada, y V_m la velocidad media correspondiente a la misma altura.

Con el perfil de la sección limnigráfica, es fácil determinar una curva de variación del área con respecto a la altura de agua obteniendo una curva cóncava, al mismo tiempo, de todos los aforos de la sección puede determinarse la velocidad media del agua.

$$V_m = \frac{Q}{A}$$

Luego se construye una curva entre altura de agua y velocidad media, obteniéndose en general una curva que tiende a un valor

asintótico para velocidades altas. Luego en este método se reduce a extrapolar la curva de velocidad media.

c) **Método de Stevens o $A\sqrt{D}$**

Este método se utiliza para ríos relativamente anchos y poco profundos. Este método es una modificación de la fórmula de Chezy para canales abiertos en que el caudal queda dado por la expresión.

$$Q = A * C \sqrt{SR} \dots\dots\dots (Chezy)$$

Donde

A= Área en m²

S= Pendiente del eje hidráulico (valor numérico)

R= Radio hidráulico, que para canales anchos y poco profundos se reemplaza por la profundidad media $D = \frac{A}{a}$; en m

a= ancho del río en la superficie del agua, en m.

C= constante adicional.

Luego esta ecuación queda

$$Q = C\sqrt{S} * A\sqrt{D}$$

Al igual que en la fórmula de Manning el factor hidráulico $C\sqrt{S}$ para valores altos de limnómetro tiende a hacerse constante y por consiguiente si se lleva a un gráfico los valores de Q con los valores de $A\sqrt{D}$ se obtendrá una recta que pasará por el origen.

d) **Aplicación de la fórmula de Manning.**

Aunque la fórmula de Manning está deducida para caudales y en condiciones de flujo uniforme, la experiencia de los últimos años indica que es valioso instrumento para analizar las características hidráulicas y geométricas de los aforos realizados. Además cuando se tiene una creciente, es por esto que la fórmula para canales abiertos pueden aplicarse a cauces naturales con mayor seguridad a los estados altos que los bajo, pues estos últimos quedan notoriamente influenciados por las condiciones del lecho.

El caudal queda dado por la expresión.

$$Q = AR^{2/3} \frac{\sqrt{s}}{n}$$

Donde

A= sección en m²

R= radio hidráulico $\frac{A}{P}$ en m

P= perímetro mojado en m

Pendiente del eje hidráulico (valor métrico) que se determina con las condiciones del terreno inmediatamente después de la crecida.

El término $AR^{2/3}$ depende de las características geométricas de la sección y mediante el perfil de la sección puede conocerse para cualquier nivel de agua. Con estos datos se construye una curva $h=f(AR^{2/3})$.

Al término $\frac{\sqrt{s}}{n}$ se lo puede determinar como factor hidráulico; pues, considera la rugosidad del lecho y la pendiente del eje hidráulico. Este término algunas veces tiende a un valor asintótico para niveles altos del

rio, la curva $h=f\left(\frac{\sqrt{s}}{n}\right)$ en que las altura de agua están en las ordenadas y $\frac{\sqrt{s}}{n}$ en abscisas, es por lo tanto la extrapolación relativamente sencilla.

Con la extrapolación de estas curvas se pueden determinar también los caudales para aquellas alturas de agua en que no se han obtenido aforos.

e) Curva Analítica

La determinación de la curva analítica tiene un gran valor, pues permite independizarse del criterio de los calculistas cuando dibujan una curva de descarga. Su simplicidad lo hace, por otra parte, preferido en los casos en que con la existencia de suficientes datos se puede evitar el recurrir a los métodos anteriores.

f) Curva exponencial

El resultado de la investigación de muchas curvas de descarga, ha llevado a la conclusión que estas pueden quedar representadas por la ecuación de una parábola de orden superior tangente al eje de las ordenadas, en este caso el caudal queda dado por la ecuación:

$$Q=C(h-h_0)^n$$

Donde

Q = caudal m^3/s .

h = nivel de agua leído en la escala

C , h_0 , n , constantes a determinar.

Aplicando logaritmos a la ecuación anterior.

$$\text{Log } Q = \text{log } C + n \text{ log } (h-h_0)$$

Se ve claramente que en escala log.-log esta es la ecuación una recta referida a los ejes de las coordenadas $\log(h-h_0)$ y $\log Q$.

El valor de h_0 , como ya se ha dicho representa la altura para la cual el caudal es nulo pudiendo ser positivo o negativo según como se encuentre la escala limnigráfica en el lecho del río.

La determinación de h_0 se puede determinar en el campo cuando se miden los caudales bajos.

4.6.2. Curva de Duración General

La curva de duración general llamada también como curva de persistencia, permanencia de caudales o de caudales clasificados, es una curva que indica el porcentaje del tiempo durante el cual los caudales pueden ser igualados o superados.

Las curvas de duración tienen formas típicas, que dependen de las características de las cuencas vertientes. En cuencas de montaña, por ejemplo, la pendiente pronunciada en el tramo inicial de la curva, indica que los caudales altos se presentan durante períodos cortos, mientras que en los ríos de llanura no existen diferencias muy notables en las pendientes de los diferentes tramos de la curva. Este hecho es útil para ajustar la forma de la curva de duración según las características de la cuenca cuando la serie de caudales medios es deficiente, o para transponer una curva de duración de una cuenca bien instrumentada de la misma región a la cuenca que tiene información escasa.

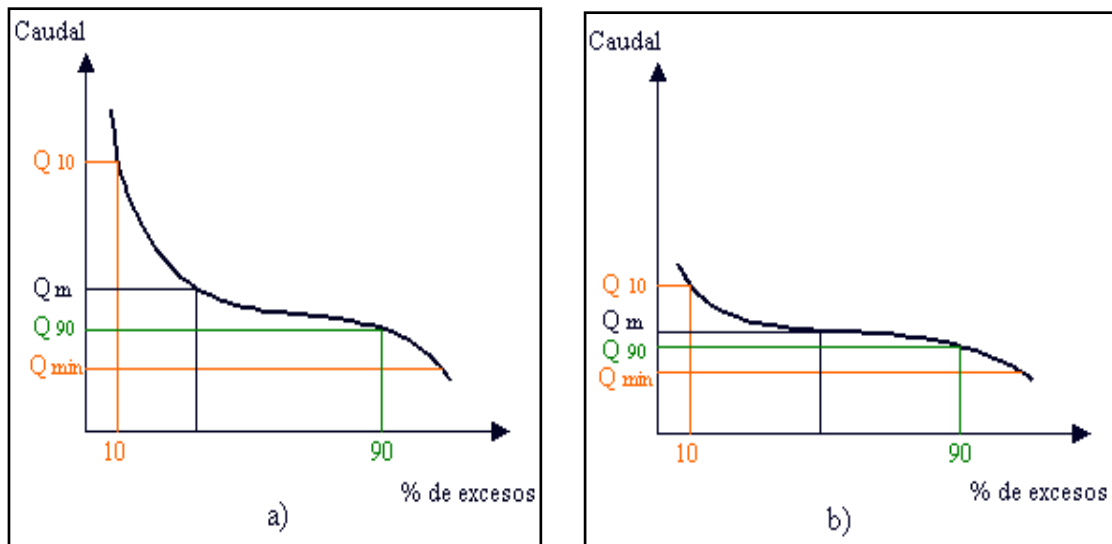


Fig. 2. Curva de duración de caudales: a) Río de alta pendiente b) Río de llanura

El caudal mínimo probable de la curva es, el caudal que la corriente puede suministrar durante todo el año con una probabilidad de excedencia próxima al 100 %, si este caudal es mayor que la demanda, entonces la fuente tiene capacidad para abastecer la demanda sin necesidad de almacenamiento.

En los estudios que se realizan en cuencas pequeñas las variaciones diarias del caudal son importantes. Por esta razón los análisis se hacen con base en la curva de duración de caudales diarios. Cuando la información hidrológica es escasa la serie histórica de los caudales medios diarios no existe, o si existe no es suficientemente confiable. En tal caso la curva de duración de caudales diarios no puede determinarse por métodos matemáticos, pero pueden hacerse estimativos utilizando relaciones empíricas entre lluvias y caudales. Estos estimativos pueden ocasionar sobre diseño de las obras.

La experiencia ha demostrado que las regresiones lluvia - caudal son aceptables para valores anuales, pero resultan deficientes cuando se utilizan con valores mensuales o diarios.

4.6.3. Curva de Variación Estacional

El análisis e interpretación de las curvas de variación estacional requieren un conocimiento estacional del caudal o de otro atributo hidrometeorológico del río en estudio.

Se puede decir que estas curvas, proporcionan una información sobre la distribución de los valores mensuales de los caudales en el año hidrológico de una cuenca, respecto al tiempo, es decir conceptualmente hablando nos determinan el régimen climatológico de una zona o el régimen hidrológico de un río.

Para la elaboración de estas curvas se lleva en las abscisas los días o meses de tiempo del que se dispone la estadística de caudales y en las ordenadas el parámetro de probabilidad, estas curvas para el caso de caudales medios mensuales dan una información sobre la distribución o variación estacional de estos caudales respecto a la variación del tiempo en función de la probabilidad de que dichos valores sean igualados o sobrepasados.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se hace referencia a la ubicación del sitio donde se realizó el trabajo de investigación, y se explica de una forma detallada la metodología para alcanzar los objetivos propuestos.

5.1. Descripción general del área de estudio

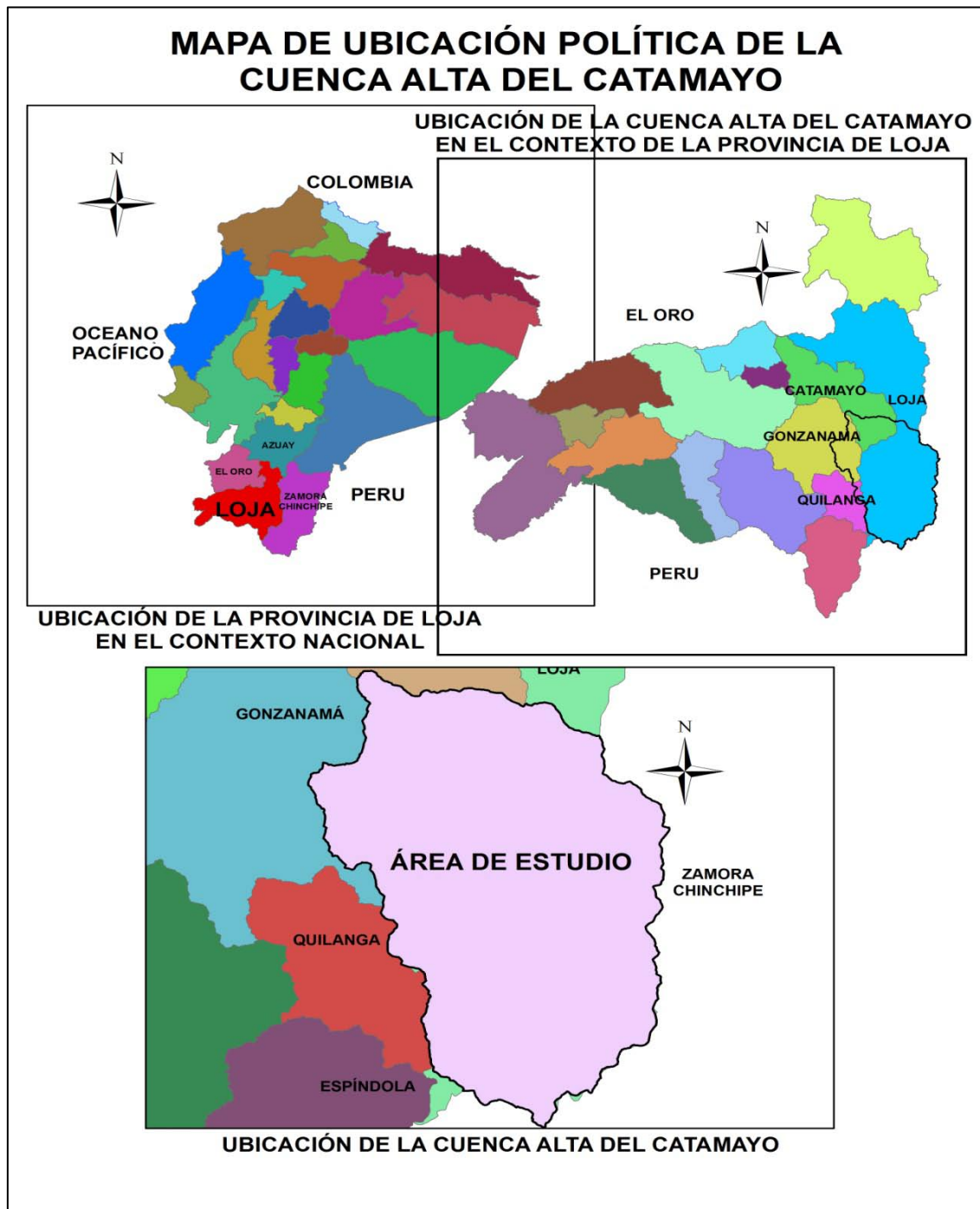


Fig. 3. Mapa de ubicación del área de estudio

El siguiente tema de investigación se realizó en la subcuenca del Catamayo-Chira, llamada cuenca del Catamayo, específicamente el sitio de estudio es la parte alta de la cuenca del Catamayo, dicho sitio se encuentra ubicado en la provincia de Loja y comprende los cantones de Loja, Catamayo y Gonzanama. Ésta limita al norte con los cantones de Loja y Catamayo, al sur y al este con la provincia de Zamora Chinchipe y al oeste con los cantones de Quilanga Y Gonzanamá.

5.1.1. Ubicación geográfica

La subcuenca en estudio, se encuentra ubicada entre las coordenadas:

Por el norte : 9 552 502,52

Por el sur : 9 501 498,29

Por el este : 711 117,48

Por el oeste : 675 869,10

Posee un área de 1 127.34 Km² y una elevación media de 2080 m.s.n.m., la cota más baja, sitio en donde se encuentra la estación hidrométrica El Arenal que se encuentra por los 1 160 msnm, y la cota más alta de la cuenca se encuentra alrededor de los 3 800 msnm.

5.1.2. Características de la subcuenca

Subcuenca Catamayo

- ✓ En la subcuenca Catamayo se encuentran las siguientes clases de cobertura vegetal: Cultivo, pasto, bosque, vegetación arbustiva y páramo.

- ✓ La cobertura de pastos con 566,84 ha (50,3%); En donde se puede encontrar: pastos cultivados, pasto natural y asociaciones pasto natural/ciclo corto, pastos cultivados/arboricultura;
- ✓ Vegetación arbustiva con 173,54 ha (15,4 %); En este clase de cobertura existen: arbustos, arbustos/pasto natural
- ✓ Cobertura boscosa con 281,16 ha (24,9 %); En este tipo vegetación existen: bosque natural con diferente grado y tipo de intervención humana, asociado con pasto natural, pasto cultivado, mezclado con arbustos, bosque seco en diferentes modalidades, bosque natural húmedo de montana, bosque húmedo de neblina, bosque plantado, bosque seco tipo sabana .
- ✓ Cultivos agrícolas con 76,08 ha (6,7 %); En este tipo existen: cultivos agrícolas anuales y permanentes, asociaciones de cultivos anuales con arbustos, pastos cultivados, pastos naturales, arboricultura, asociaciones de arboricultura con pastos naturales y cultivados;
- ✓ Páramos con 19,59 ha (1,7 %); La vegetación existente es el pajonal de páramo.
- ✓ En otros usos se ha incluido áreas denudadas, áreas urbanas y agua que abarcan 10,12 ha (0,9 %).

5.2. Materiales

5.2.1. Materiales de oficina

- ✓ Base de datos de aforos de la estación El Arenal, en el río el boquerón.
- ✓ Base de datos de las estaciones climatológicas de Vilcabamba, Malacatos, Quinara, La Toma (Aeropuerto), Yangana, Gonzanamá, Quilanga, Nambacola, La Argelia, San Francisco, Zamora.
- ✓ Software (Word, Excel, Power Point, AutoCad, ArcGis).
- ✓ Hardware (laptop).
- ✓ Calculadora.

- ✓ Lápiz, papel, etc.

5.2.2. Materiales de campo

- ✓ GPS Navegador (sistema de posicionamiento global).
- ✓ Cámara fotográfica.

5.3. Métodos

5.3.1. Metodología para determinar el primer objetivo.

“Determinar los caudales del río Catamayo, en función de la estadística disponible y analizar su distribución en el tiempo”.

Para cumplir con este objetivo se realizó en primera instancia la caracterización morfométrica del área de estudio.

5.3.1.1. Caracterización morfométrica de la cuenca

La metodología consistió en la generación de información primaria en base al análisis de la información cartográfica publicada por el IGM (Instituto Geográfico Militar). Para el cálculo de las variables necesarias requeridas para el análisis morfológico, todos los datos fueron manejados y procesados en programas computacionales como el AutoCad, Arc-Gis y las herramientas del SIG (sistemas de información geográfica), con la debida aplicación de las fórmulas de la morfometría.

a) Área de la sub-cuenca

Luego de haber realizado la delimitación de las zonas de interés hídrico, se determinó la superficie de la cuenca mediante el programa computacional AutoCad.

b) Perímetro de la cuenca

El cálculo del perímetro de la cuenca se lo realizó en el programa computacional AutoCad.

c) Forma de la cuenca

Para determinar la forma de la cuenca, se utilizó el índice de compacidad o índice de Gravelius. (Máximo Villón Béjar, 2002)

$$K = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

K: coeficiente de Gravelius

P: perímetro de la cuenca

A: área de la cuenca

Cuando el valor de K se acerca a 1, la cuenca tiende a ser circular y en caso contrario la forma de la cuenca es irregular, el valor mínimo es 1.

d) Elevación o altura media de la cuenca (curva hipsométrica)

La altitud media de la cuenca se determinó mediante la curva hipsométrica que relaciona la altitud con el área. (Máximo Villón Béjar, 2002).

Para elaborar la curva hipsométrica se utilizó el programa computación Excel, tomando en consideración los siguientes pasos.

- Se marcaron sub-áreas de la cuenca, siguiendo las curvas de nivel, para este caso las áreas estuvieron cada 200 metros.

- Para determinar las áreas parciales se utilizó el programa computacional AutoCad, seguidamente se determinó las áreas acumuladas del sitio.
- Con los datos de porcentaje de área acumulada en el eje de las X y con las alturas medias en el eje de las Y, se procede a graficar la tendencia de la curva hipsométrica.

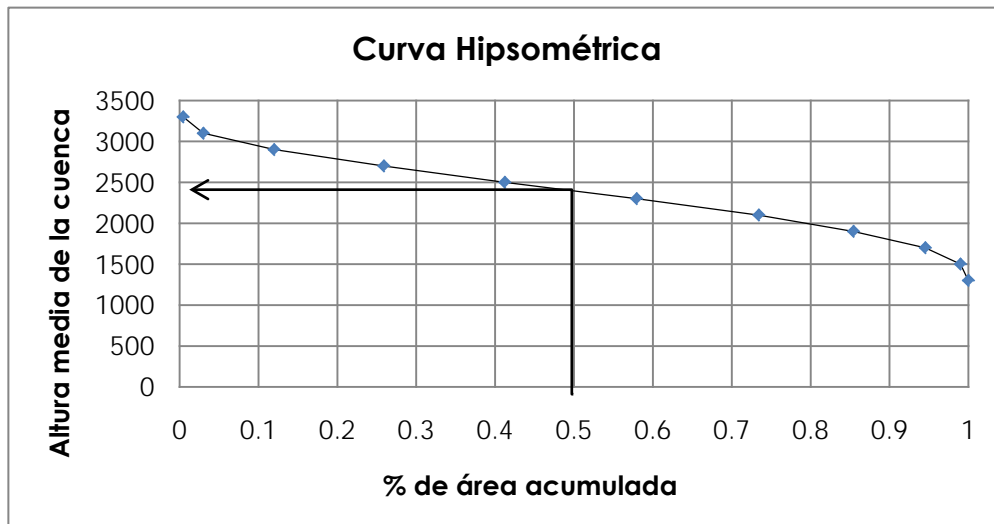


Fig. 4. Curva hipsométrica

e) Pendiente media de la cuenca

Para determinar la pendiente media de la cuenca se utilizó la siguiente fórmula, además de la ayuda del programa computacional AutoCad.

$$P_m = \frac{D}{A} (L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n)$$

Donde:

D= intervalo de nivel entre curva y curva= 200.

A = área de la cuenca= 151311568,5382 m².

L = longitud de la curva de nivel.

a) Alta pendiente.- > 30% mayor velocidad de escorrentía, disminuye la capacidad de infiltración

b) Baja pendiente.- < 30% menor velocidad de escorrentía, mayor capacidad de infiltración.

f) Drenaje de la cuenca

Para determinar la densidad de drenaje se utilizó el programa AutoCad, y la siguiente fórmula.

$$Dr = \frac{N}{A}$$

Donde:

N= número de cauces

A= área de la cuenca

g) Densidad de drenaje

Para determinar la densidad de drenaje se utilizó el programa AutoCad, y la siguiente fórmula.

$$Dd = \frac{L}{A}$$

Donde:

L= Longitud de toda la red de drenaje.

A= Área de la cuenca.

0,5 Km/km²= drenaje pobre.

3,5 km/km²= cuenca bien drenada.

h) Pendiente del cauce principal o pendiente de los cauces

El método que se empleó para determinar la pendiente de los cauces, es con la ecuación de Taylor Schwarz. (Máximo Villón, 2002).

$$S = \left[\frac{\sum L_i}{\sum \left[\frac{L_i}{\sqrt{S_i}} \right]} \right] \quad S_i = \frac{H}{L}$$

Donde:

S= pendiente media.

L_i= L= longitud de los tramos.

S_i= pendiente de los tramos.

H= diferencia de altura

Para el cálculo la pendiente media del cauce se realizó los siguientes pasos.

- Seleccionamos el cauce principal.
- Separamos el cauce principal de acuerdo a la distribución de las curvas de nivel, dividiéndolo en segmentos de igual pendiente, sin tener en cuenta que los tramos tengan la misma longitud.

5.3.2. Estudio hidrológico

5.3.2.1. Análisis y procesamiento de la información obtenida.

La estación El Arenal en el puente Boquerón fue instalada por el INAMHI en el mes de agosto de 1963, la misma contaba con un limnógrafo y limnómetro, en la actualidad la antes mencionada estación cuenta solo con cable y carro. Ver anexo 12, Fig. 16 y 17.

Su ubicación está aproximadamente a 60 metros aguas abajo del puente Boquerón de la carretera La Toma-Cariamanga, en las coordenadas geográficas 79°22'24" de longitud oeste, y 4°03'15" de latitud sur, con una altura del nivel de mar de 1168 msnm.

Los niveles de la altura del agua tomados con el limnómetro, se analizaron e interpretaron detenidamente, poniendo especial cuidado en la revisión de los periodos de registro intervenido.

Por tal razón se hicieron todos los esfuerzos posibles para conseguir los niveles diarios existentes, con los cuales se establecieron los caudales diarios y de esta manera realizar un análisis de mayor confiabilidad de la cuenca en estudio.

La estadística disponible de las alturas, de la estación limnimétrica de los años de registro, se interpretaron, tratando de reproducir el régimen natural de la cuenca.

Los periodos con información limnimétrica, que por uno u otro motivo no pudieron interpretarse; y aquellos con información dudosa, se tomaron como periodos sin información, estos periodos que se consideraron sin información se rellenó con estudios realizados con anterioridad a este trabajo en el mismo sitio de estudio.

5.3.2.2. Metodología para la realización de las curvas representativas

La información recolectada acerca del comportamiento del río Boquerón, se analizó tanto estadística como gráficamente, con lo que se facilitó su comprensión y análisis.

a) Determinación de las curvas de descarga

Las curvas de descarga se determinaron, para la estación El Arenal ubicado en el puente El Boquerón.

Para la extrapolación de las curvas de descarga se utilizaron los métodos de altura vs velocidad y el método logarítmico, con la finalidad de tener una mayor confiabilidad de los datos procesados.

La determinación de las curvas de descarga se tornó complicada debido a que la frecuencia de los aforos no es la más correcta para hacer un análisis adecuado, pero al mismo tiempo la inestabilidad de la sección del cauce ha provocado que durante el tiempo se hayan producido socavaciones y sedimentaciones, incidiendo de esta manera que la determinación de las curvas se haga más compleja.

La efectividad de la curva de descarga depende de la dispersión de la estadística de aforos, en el ajuste matemático de la curva se optó por descartar aforos que salgan de la tendencia de la curva o que no estén formando una nueva curva, al mismo tiempo también se eliminan los aforos que no tengan mucha confiabilidad, ya que estos inciden en la calidad y confiabilidad de la ecuación.

El método utilizado para encontrar la ecuación es el de los mínimos cuadrados, este permite algunos errores. Una vez que se demuestra que la curva está dentro de los rangos aceptables de error, se asume que las ecuaciones calculadas son las que reflejan o denotan el comportamiento hidráulico del río

Para los, niveles bajos tanto como los niveles altos, de los cuales que no se han registrado datos o aforos precisos, se recurrió a los métodos de extrapolación grafica, mismos que está explicado en la revisión de literatura.

b) Curva de duración general

Para la elaboración de la curva de duración general, aportada por el río Catamayo, durante los 12 meses del año, se operó de la siguiente manera.

- Se ordeno los caudales de mayor a menor.

$$Q_{\max} \dots Q_{\min}$$

- Se calculo el rango de la muestra.

$$R = Q_{\max} - Q_{\min}$$

- Se selecciono el número de intervalo de clase NC, para este estudio se utilizó el siguiente rango :

Cuadro 2. Intervalo de clase recomendado para la elaboración de la curva de duración general de la cuenca alta del río Catamayo.

m3/s		Intervalo varia de
Desde	Hasta	
124.7	124	0.7
124	100	1 en 1
100	50	0,5 en 0,5
50	26	0,4 en 0,4
26	14	0,3 en 0,3
14	10	0,2 en 0,2
10	1.6	0,1 en 0,1

Fuente: Elaborado por Oscar Juela

- Determinamos la amplitud ΔX de cada intervalo de clase.

$$\Delta X = \frac{R}{NC}$$

- Se calculo los limites de clase de cada uno de los intervalos
- Se determino el número de valores comprendidos en cada intervalo de clase.
- Calculamos el número de veces que un caudal es igual o mayor que el límite inferior del intervalo de clase.
- Se expreso en % el tiempo que el caudal diario supera el límite inferior del intervalo de clase. Como el límite inferior de clase se

registra durante los 365 días del tiempo considerado, y como este caudal es expresado en % representa una probabilidad de ocurrencia del 100%.

- Se trazo la curva de duración general.

c) Curva de variación estacional

Para la realización de la curva de variación estacional se tomo en consideración los siguientes pasos.

- Se obtuvo un registro de caudales mensuales.
- Se ordeno los **n** valores de cada mes (correspondiente a **n** años) en orden descendente.
- Se determino para cada valor la probabilidad que el evento sea igualada o excedida, para el cálculo de la probabilidad se utilizó el método de Hazen:

$$P = \frac{2m - 1}{2n} * 100$$

Donde:

P= Probabilidad acumulada, en porcentaje.

m= Número de orden del valor.

n= Número de valores

- A partir del gráfico, que se obtuvo de las probabilidades de cada uno de los meses, se determinan las probabilidades exactas.

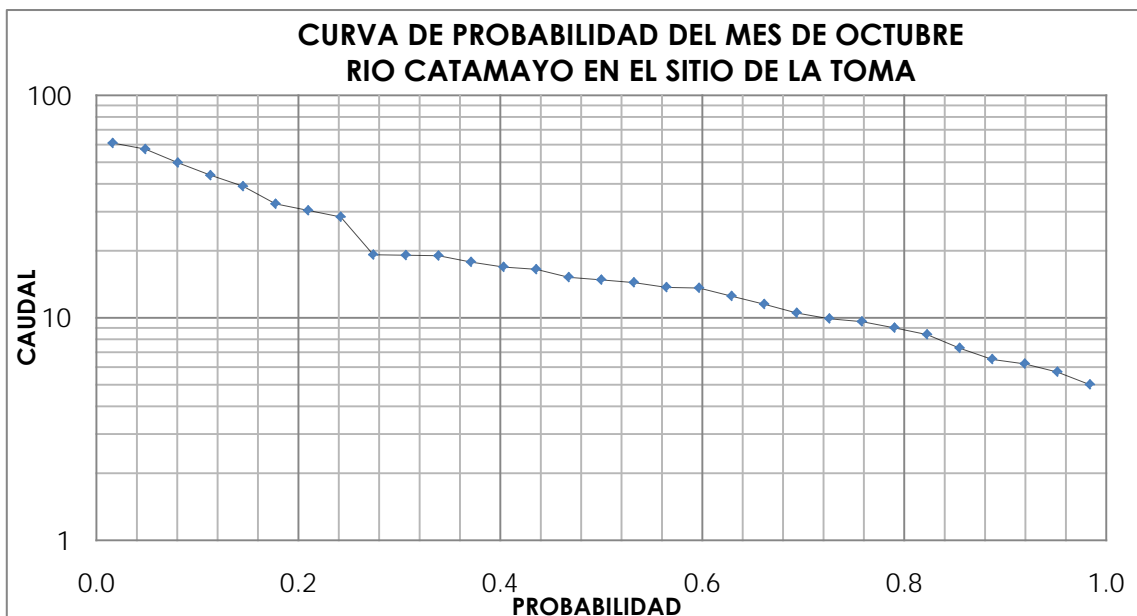


Fig. 5. Curva de probabilidad de la estación el boquerón para el mes de octubre, para un periodo de 31 años.

- La curva de variación estacional representa la probabilidad de ocurrencia de un caudal para un mes, para este caso las probabilidades de ocurrencia que se escogieron son 5, 50, 60, 75, 80, 90 y 95%.

5.3.3. Metodología para segundo objetivo

“Efectuar el balance hídrico de la Cuenca del Río Catamayo hasta el sitio establecido.”

Para el cálculo del balance hídrico se utilizó la información de las estaciones climáticas que se encontraban dentro de la zona de influencia de la cuenca en estudio, mismas que cuentan con información climática que caracteriza a este sitio de interés

La evapotranspiración, variable que interviene en la ecuación del balance hídrico se calculó mediante el método de Thornthwaite. Este método presenta dos importantes ventajas: 1) Los datos necesarios para realizar los cálculos, precipitación y temperatura, son de obtención

relativamente sencilla; 2) Utiliza valores exclusivamente climáticos para expresar el valor relativo de la precipitación.

5.3.3.1. La ecuación del balance hídrico

El estudio del balance hídrico, se basó en la aplicación del principio de conservación de masas, también conocido como ecuación de la continuidad. Ésta establece que, para cualquier volumen arbitrario y durante cualquier período de tiempo, la diferencia entre las entradas y salidas estará condicionada por la variación del volumen de agua almacenada.

En general, la técnica del balance hídrico, implicó mediciones de ambos aspectos, almacenamientos y flujos del agua; sin embargo, algunas mediciones se eliminaron en función del volumen y período de tiempo utilizados para el cálculo del balance.

La ecuación del balance hídrico, para cualquier zona, cuenca natural o cualquier masa de agua, indicó los valores relativos de entrada y salida de flujo y la variación del volumen de agua almacenada en la zona o masa de agua.

En general, las entradas en la ecuación del balance hídrico comprendieron la precipitación (P), en forma de lluvia, realmente recibida en la superficie del suelo. Las salidas en la ecuación fueron la evaporación desde la superficie de la masa de agua y la salida de corrientes de agua superficial y subterránea desde la cuenca. Cuando las entradas superaron a las salidas el volumen de agua almacenado (ΔS) aumenta y cuando ocurre lo contrario disminuyó. Todos los componentes del balance hídrico estuvieron sujetos a errores de medida o estimación.

Por lo tanto, el balance hídrico para cualquier masa de agua en cualquier intervalo de tiempo, en su forma más general, estuvo representado por la siguiente ecuación:

$$P - Q_s - ET - I = \Delta S$$

Donde:

P= precipitación (mm)

Q_s = escorrentía superficial en el punto de desagüe de la cuenca (m³/s)

ET= evapotranspiración (mm).

I= infiltración en el suelo (mm).

ΔS = almacenamiento superficial en depresiones y cauces (mm).

a) Estimación de la evapotranspiración método de Thornthwaite.

- ✓ Se calculó un "índice de calor mensual" (i) a partir de la temperatura media mensual.

$$i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1,514}$$

- ✓ Se calculó el "índice de calor anual" (I) sumando los 12 valores de "i".

$$I = \sum i$$

- ✓ Se calculó la ETP mensual "sin corregir" mediante la fórmula.

$$ETP_{sin\ corr.} = 16 \left(\frac{10.t}{I} \right)^a$$

Donde:

$ETP_{sin\ corr.}$ = ETP mensual en mm/mes para mese de 30 días y 12 horas de sol.

t= temperatura media mensual, °C.

I= índice de calor anual.

$$a = 675 \cdot 10^{-9} I^3 - 771 \cdot 10^{-7} I^2 + 1792 \cdot 10^{-5} I + 0,49239$$

- ✓ Corrección para nº de días del mes y el nº de horas sol.

$$ETP = ETP_{sin\ corr.} \cdot \frac{N}{12} \cdot \frac{d}{30}$$

$$L = \frac{N}{12} * \frac{d}{30}$$

Donde:

N= número máximo de horas de sol, dependiendo del mes y de la latitud.

L= valor que depende del mes y de la latitud. Ver anexo 10, tabla 3.

d= número de días del mes.

b) Estimación de la infiltración.

- ✓ Para el cálculo de la infiltración se tomó en consideración la siguiente ecuación.

$$I_{pj} = P_j - (P_j * K_{ej})$$

Donde:

I_{pj} = infiltración potencial mensual, en mm.

P_j = precipitación mensual promedio, en mm.

K_{ej} = coeficiente de escorrentía mensual, adimensional.

5.3.4. Metodología para el tercer objetivo.

“Difundir los resultados y metodología para su conocimiento y aplicación.”

Para dar cumplimiento a este objetivo se sistematizó los resultados obtenidos al final de la tesis, y se los puso a disposición en la Universidad Nacional de Loja y de la ciudadanía en general.

- ✓ Se hizo la entrega de una fotocopia de la tesis en la Carrera de Ingeniería Agrícola (C.I.A.).
- ✓ Se elaboró un artículo científico, que se publicará por algún medio de comunicación de nuestra ciudad.
- ✓ Se socializó los resultados, con los actores involucrados a través de una conferencia a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agrícola.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este capítulo presenta los resultados que se han obtenido para cada uno de los objetivos planteados, así como la discusión e interpretación de los mismos.

6.1. Resultados del primer objetivo

6.1.1. Morfología de la cuenca

Cuadro 3. Parámetros morfométricos de la cuenca alta del Catamayo.

Factor	Unidad	Valor	Interpretación
Morfometría de la cuenca			
Área	Km ²	1 127,34	Cuenca grande
Perímetro	Km	162,73	
Longitud axial	km	72	
Coeficiente de compacidad		1,36	Tendencia a ser oval- Redonda a oval-oblonga
Fisiografía			
Altitud media	msnm	2 080	
Pendiente media de la cuenca	%	56,4	
Pendiente media del cauce	%	10,73	Accidentado medio
Morfometría de drenaje			
Densidad de drenaje	km/km ²	1,26	
Densidad de red de cauces	Cauces/k m ²	0,546	

Fuente: Elaborado por Oscar Juela

El área de estudio posee una superficie de; (1127,34 Km²), se la clasificó según el criterio de Máximo Villón 2002, como una **cuenca grande**, debido a la superficie que abarca, tiene un perímetro de 162.73 Km y una longitud axial de 72 Km tomada desde el punto más alto de la cuenca hasta el punto más bajo, que en este caso es la desembocadura (estación El Arenal).

Según el índice de compacidad (K) de Gravelius, 1.36, se la clasificó como una cuenca con tendencia a **ser ovalada – redonda a oval – oblonga, rectangular oblonga**, debido a que su coeficiente es

mayor a la unidad y por ende de forma semicircular, es propensa a crecidas violentas o rápidas y de gran magnitud, este fenómeno sucede en cuencas pequeñas, en este caso como se la clasificó como una cuenca grande los caudales violentos o de gran magnitud no sucederán, en caso de que la precipitación como la intensidad sean de larga duración puede existir la posibilidad de que ocurra un evento extraordinario.

La altura media de la cuenca es de 2 080 msnm, valor obtenido mediante la interpretación de la curva hipsométrica, ver anexo 8.

La pendiente media de la cuenca por su valor de 56,4%, indica que es una cuenca con alta pendiente, al mismo tiempo que su velocidad de escurrimiento es mayor y por ende la capacidad de infiltración es menor. El valor de la pendiente media del cauce es de 10,73%, indicando que es un cauce accidentado medio.

La densidad de drenaje 1,26 km/km², según las leyes de Horton; es una cuenca bien drenada, esto se debe a dos factores: el tipo de geología que presenta la cuenca y la otra por la intervención antrópica, principalmente por la deforestación. Ver anexo 14, Fig. 38, 39, 40.

La densidad de red de cauces con su valor de 0,546 cauces/km² nos indica que, es una cuenca con bastantes ríos, quebradas permanentes y perennes, lo que origina que cuando se presenten épocas de invierno y no se tomen las debidas precauciones se pierdan cultivos y en algunos casos se produzcan desastres, como la pérdidas de animales, etc.

6.1.2. Curva de descarga y caudales medios diarios, en función de los niveles disponibles.

Los caudales generados en función de la estadística de niveles publicados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, a partir de las curvas de descarga se detallan en el anexo 2.

Cuadro 4. Ecuaciones de las curvas de descarga para la obtención de los caudales medios diarios.

Curva	Ecuación	Periodo de validez
Curva 1	$Q=14,897(h)^{2,005}$ $0,30 < h < 0,50$	04 Abril 1973 a 13 Abril 1984 " ver anexo 3"
	$Q=69,800(h-0,15)^{2,784}$ $0,50 < h < 1,030$	
	$Q=47,863(h)^{2,504}$ $1,030 < h < 1,70$	
Curva 2	$Q=12,585(h)^{2,428}$ $0,50 < h < 0,70$	14 Abril 1984 a 30 Junio 1988 " ver anexo 3"
	$Q=16,676(h)^{3,200}$ $0,70 < h < 1,20$	
	$Q=17,948(h)^{2,757}$ $1,20 < h < 1,60$	
Curva 3	$Q=19,567(h)^{1,509}$ $0,20 < h < 0,53$	01 Julio 1988 a 14 Abril 2005 " ver anexo 3"
	$Q=54,165(h-0,15)^{2,011}$ $0,53 < h < 1,05$	
	$Q=39,315(h)^{2,404}$ $1,05 < h < 1,70$	

Fuente: Elaborado por Oscar Juela

*Nota: la estadística de aforos se detalla en el anexo 1.

La elaboración de las curvas de descarga se limitó a un solo método de extrapolación, debido a que la información obtenida de los aforos no estuvo lo suficientemente detallada para poder realizar otro método extrapolación y compararlo con el que se realizó, por esta razón previa a la elaboración de las curvas se realizó un análisis de la información de los aforos existentes.

En la elaboración de las curvas de descarga del río Catamayo, hasta el sitio establecido, con la cantidad de aforos disponibles se ha logrado determinar seis curvas de descarga, las dos primeras curvas no se las tomo en cuenta para la realización de este estudio debido a que la estadística de niveles de la estación el Arenal va desde el año de

1978, y también porque ya existe un estudio de las mismas características en el sitio, realizado hasta el año de 1978. La curva seis, que para este estudio también no se la tomó en cuenta, debido a la falta de confiabilidad que genera.

La estadística de aforos indica que existen periodos en los cuales se han realizado aforos continuos, para citar un ejemplo, en el año de 1971 se han realizado 17 aforos, de los cuales 5 se los realizo en el mes de abril, así como hay años en los cuales los aforos han sido continuos, también hay años en los cuales se ha dejado de realizar, como es el caso, entre los años 1993 hasta 1997; en el año 1997 se hace otro aforo y después de esto se realiza uno más en el año 1999, de aquí los aforos se retoman en el año 2005, por esta razón es que durante estos periodos no se ha logrado calibrar una curva y por ende no se sabe el comportamiento hidrológico durante ese periodo de tiempo.

El mayor problema presentado en la elaboración de las curvas, es la estadística de aforos y la poca credibilidad de los mismos. En este caso el instituto encargado de la información hidrometeorológica INAMHI, ha generado caudales diarios, en algunos casos con valores que no tienen relación con el comportamiento del río, puesto que se mencionan caudales tan reducidos como 100 l/s y en algunos casos nulos con valores de 0 l/s, lo cual físicamente en el río Catamayo por su área de aporte y la lluvia medida es imposible.

Esta situación permite afirmar que la estadística de caudales publicada por el INAMHI, tiene valores en algunos casos inconsistentes.

6.1.3. Análisis de la duración y variación de los caudales.

La curva de duración general indica los caudales para una cierta probabilidad en términos de porcentaje de tiempo.

Los caudales realmente utilizables son los que van desde el orden de 50 al 100%, debido a que se los puede regular mediante el diseño de una obra hidráulica, permitiendo almacenar el excedente de las lluvias para cubrir el déficit en la época de secano.

La planificación de los cultivos también depende de la interpretación de estas curvas, porque en los meses en que los caudales son bien bajos, debería el cultivo estar en la fase en que las necesidades de riego no son mayores, o tratar que estos meses coincidan con la preparación del suelo.

Es por esta razón que las curvas de duración general, y de variación estacional son de mucha importancia en el análisis hidrológico de una área en estudio, debido a que permiten conocer el comportamiento hidrológico de un río, tanto en probabilidad de ocurrencia de caudales, así como su distribución en el tiempo.

6.2. Resultados para el segundo objetivo

6.2.1. Balance Hídrico

Como complemento del estudio hidrológico de la cuenca alta del río Catamayo hasta la estación el Arenal en el sitio el Boquerón, se presenta este estudio de evapotranspiración potencial en base al método de Thornthwaite, considerando los datos meteorológicos de los periodos entre 1969 hasta 1998, en algunos casos; las estaciones utilizadas para el análisis del balance hídrico se las detalla a continuación.

Cuadro 5. Estaciones meteorológicas con los años de estadística que se trabajó en el estudio.

Estación meteorológica	Periodo de información	
	Precipitación	Temperatura
La Argelia	1969 hasta 1998	1974 hasta 1998
La toma	1969 hasta 1998	1969 hasta 1994
Malacatos	1969 hasta 1998	1969 hasta 1993
Vilcabamba	1969 hasta 1998	1971 hasta 1993
Yangana	1969 hasta 1998	1979 hasta 1998
Quinara	1969 hasta 1996	
Nambacola	1964 hasta 1985	
Zamora	1969 hasta 1998	1964 hasta 1992
San Francisco	1974 hasta 1998	
Gonzanamá	1975 hasta 1998	1975 hasta 1998
Quilanga	1972 hasta 1998	1979 hasta 1991

Fuente: Elaborado por Oscar Juela

Siendo este un estudio general de la cuenca, se considera que este método dará resultados satisfactorios en cualquier aplicación del tipo general que se requiera, teniendo muy en cuenta que cuando se realicen investigaciones a determinados cultivos, será necesario recurrir a la clasificación del tipo de suelo y al estudio del sistema radicular del cultivo.

En el estudio se ha tomado en cuenta un total de 11 estaciones meteorológicas, instaladas dentro del área de investigación y que son influenciadas por el régimen climático.

En función del objetivo propuesto en la investigación se determinó que la deficiencia de agua es el aspecto más relevante, el mismo que se demuestra mediante el balance hídrico mensual, que permite visualizar de forma general las necesidades de una agricultura con riego.

Cuadro 6. Balance hídrico de la cuenca alta del río Catamayo hasta la estación El Arenal, sitio El Boquerón. Método de Thornthwaite

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Promedio mensual de precipitaciones (Pp - mm)	99.77	133.2	153.7	115.2	50.55	32.38	27.77	25.53	34.61	76.92	64.95	89.54
Promedio mensual evapotranspiración (ETP - mm/mes)	74.4	73.69	70.89	74.68	53.66	72.44	70.11	73.51	78.3	77.24	82.14	77.83
Pp - ETP	25.37	59.54	82.8	40.56	-3.11	-40.1	-42.3	-48	-43.7	-0.32	-17.2	11.71
Reserva del suelo(R)	25.37	84.92	167.7	208.3	205.2	165.1	122.8	74.79	31.1	30.78	13.59	25.3
Variación de la reserva (VR)	25.37	59.54	82.8	40.56	-3.11	-40.1	-42.3	-48	-43.7	-0.32	-17.2	11.71
ETR	80.01	79.44	78.05	79.69	73.45	53.62	37.53	29.11	35.48	69.41	63.05	74.2
FALTA DE AGUA (ET-ETR)	-5.61	-5.75	-7.16	-5.01	-19.8	18.82	32.58	44.4	42.82	7.825	19.09	3.629
EXCESO (EX)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DESAGUE (D)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaborado por Oscar Juela

Cuadro 7. Balance hídrico de la cuenca alta del río Catamayo hasta la estación El Arenal, sitio El Boquerón. Método general.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Meses/Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Promedio mensual de precipitaciones (Pp - mm)	99.8	133.2	153.7	115.2	50.5	32.4	27.8	25.5	34.6	76.9	64.9	89.5
Promedio mensual de caudales (Qs - m3/s)	28.2	34.8	40.0	36.4	30.4	34.1	26.8	23.3	19.8	20.1	16.3	21.8
Q (mm)	66.9	74.7	95.1	83.6	72.1	78.4	63.6	55.3	45.5	47.9	37.5	51.8
Promedio mensual de evapotranspiración (ETP - mm/mes)	74.4	73.69	70.89	74.68	53.66	72.44	70.11	73.51	78.3	77.24	82.14	77.83
INFILTRACION	55.4	73.9	85.3	63.9	28.1	17.9	15.4	14.2	19.2	42.7	36.0	49.7
BALANCE HIDRICO	$P - Q_s - ET - I = \Delta S$											
DEFICIT DE AGUA	-96.9	-89.1	-97.6	-107	-103	-136	-121	-117	-108	-90.8	-90.8	-89.7
ALMACENAMIENTO DE AGUA (ΔS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaborado por Oscar Juela

Para el estudio del balance hídrico, se analizó la precipitación por ser un parámetro fundamental, los resultados indican que el almacenaje de agua de la cuenca es cero, ¿pero cómo se entiende de que en esta cuenca el cauce principal tenga agua todo el año?; esto ocurre seguramente debido a que la parte alta de la cuenca está influenciado por el régimen climático del Oriente, en donde las precipitaciones en estos sectores son uniformes durante casi todo el año, mientras que en la parte media y baja de la cuenca, las precipitaciones tienen una distribución unimodal, con un pico en la temporada de invierno que va entre los meses de enero a abril o mayo, tal como se demuestra en el anexo 6.

El análisis de los resultados expresan lo siguiente: la cuenca del Río Catamayo en el sitio El Boquerón, tiene un régimen de precipitaciones abundantes en los cuatro primeros meses del año, mismas que superan a la evapotranspiración, razón por la cual se produce un excedente de agua en esta época, después de este periodo las lluvias decrecen hasta llegar a una ausencia casi total según como avanza el año, pero la demanda es en parte satisfecha por pequeñas lluvias y por las reservas de humedad del suelo, hasta llegar al mes de septiembre en donde se produce un secamiento total del suelo, y la deficiencia de agua se hace más notoria y severa.

La parte baja de la cuenca, o sea las zonas de Malacatos, Quinara, El Tambo, Catamayo, etc., son áridas y de escasa precipitación la mayor parte del año; debido a las altas temperaturas, la evapotranspiración es mayor que la precipitación, con excepción de los primeros meses del año, por tal razón se puede afirmar que en este sector existe deficiencia total de agua durante todo año, a excepción de los meses de invierno.

6.3. Resultados para el tercer objetivo

6.3.1. Difusión de los resultados

Se planificó la difusión de los resultados a través de un día de campo, realizado el miércoles 4 de mayo del año 2011, a partir de las 8h00, en el aula de proyecciones de la carrera de Ingeniería Agrícola. Al evento asistieron estudiantes de la carrera de ingeniería agrícola; miembros de la comisión académica; director y asesor de la tesis.

En el evento se socializo los resultados obtenidos en la investigación a través de la conferencia planificada por el tesista y comentada por los asistentes, el evento estuvo planificado en tres momentos: fase introductoria en la cual se dio a conocer los objetivos, fase central en la cual se dio a conocer los resultados específicos de la investigación y la fase final en la cual se abrió un espacio para el dialogo y sugerencias.

7. CONCLUSIONES

- La distribución temporal de los aforos realizados históricamente en la estación El Arenal no son secuenciales y no garantizan confiabilidad, por tanto las curvas de descarga, de duración general y variación estacional no son confiables.
- La socavación y sedimentación notoria en el sitio o en la sección de la estación el Arenal, produjeron una serie de curvas de descarga, con severas dificultades de definición de la ecuación matemática así como de sus periodos y niveles de validez.
- La información de niveles diarios con vacíos demasiado largos en tiempo no permitieron la generación o cálculo de una estadística completa de caudales diarios.
- Según la curva de duración general los caudales que pueden ser utilizados para riego, son 16,85 y 14,03 m³/s, conforme a las probabilidades del 70 a 80%, respectivamente.
- Para el área de la cuenca en estudio, el caudal de 10,30 m³/s (90%), constituye un caudal muy bajo con severas condiciones de degradación.
- La precipitación media anual de la cuenca en estudio es de 910 mm, con una distribución unimodal, concentrada en los meses de diciembre a abril.
- Los índices de infiltración de la cuenca en estudio, son bajos.
- Los resultados de la investigación fueron difundidos a los estudiantes de la carrera de ingeniería agrícola, autoridades, profesionales y comunidad en general.

8. RECOMENDACIONES

- Es conveniente que estos temas (hidrología), tanto en nuestra Área como Universidad sean profundizados para poder tener objetivos más claros a futuro de la hidrología, del cantón, provincia y país.
- Realizar temas de tesis relacionados con la hidrología de las cuencas más importantes de la provincia y el país, frente al cambio de uso del suelo.
- Que la Universidad, institución encargada de generar investigación, deberá exigir al INAMHI, la implementación y mantenimiento de estaciones hidrometeorológicas en la provincia, región y país, con el fin de contar con información confiable que garantice la calidad de los trabajos que se realizan.
- Utilizar la presente información para futuros estudios, en beneficio de los agricultores y de la ciudadanía en general, colaborando con el desarrollo agropecuario de la provincia y país.
- Que la información hidrometeorológica se ponga a disposición de los interesados: docentes, técnicos, estudiantes e instituciones, que permita aprovechar de mejor manera los conocimientos.
- Que se valore a la hidrología como una ciencia fundamental para la planificación y toma de decisiones en la ejecución de diferentes tipos de obras de infraestructura.
- Las Universidades faciliten el perfeccionamiento profesional en el conocimiento de la ciencia de la hidrología.
- Realizar un estudio integral de la hidrología de la provincia y región sur del país, utilizando la información existente y generando nueva información con mayores niveles de confiabilidad.
- Que se reponga de manera urgente la estación hidrométrica El Arenal del río Catamayo y se establezcan otras en los sitios que sean necesarios para realizar un monitoreo permanente.

- Que se establezcan estaciones hidrometeorológicas en toda la región sur, de conformidad con las especificaciones técnicas.

9. BIBLIOGRAFIA

- R. DAL-RÉ TENREIRO. 2003. Pequeños embalses de uso agrícola, Ediciones mundi-prensa, México.
- CAMPOS ARANDA. 1998. Procesos del ciclo hidrológico, Editorial universitaria Potosí, México.
- MARTÍNEZ, et al. 2001. Manual de hidrología. Ediciones mundi-prensa. Mexico.
- VILLON VEJAR, MÁXIMO. 2002. Hidrología, Editorial Villón, Lima Perú.
- MONSALVE SÁENZ, GERMAN. 2002. Hidrología en la ingeniería, Editorial escuela colombiana de ingeniería, Colombia.
- SUBCOMISIÓN ECUATORIANA PREDESUR. 1995. Estudio de factibilidad y diseño definitivo del proyecto de riego Malla del cantón Catamayo, provincia de Loja. Anexo de Ecoclimatología.
- V.T. CHOW, et al. 1996. Hidrología aplicada. Santa Fé de Bogotá – Colombia.
- NACIONES UNIDAS, PROGRAMA PARA EL DESARROLLO, ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL. 1972. Manual de Instrucciones, Estudios Hidrológicos. Publicación N° 70. San José, Costa Rica.
- Vásquez, 2000. Hidrología aplicada. Madrid-España.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Río>
- <http://ing.unne.edu.ar/pub/hidrologia/hidro-tp4.pdf>
- www.ine.gob.mx
- <http://www.oocities.org/gsilvam/curvas.htm>
- <http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/03/curva-de-duracion-de-caudales.html>
- Organización Meteorológica Mundial, 1983: Guía de prácticas hidrológicas. Quinta edición, 1994.

10. ANEXO

Anexo. 1: Estadística De Aforos

Tabla 1. Estadística de aforos de la estación hidrométrica el arenal en el sitio El Boquerón

N.-	ALTURA (h)	CAUDAL Q(m3/s)	FECHA DE AFORO	N.-	ALTURA (h)	CAUDAL Q(m3/s)	FECHA DE AFORO
1	1.042	5.400	07/10/1963	76	0.930	32.700	12/09/1980
2	1.490	27.000	15/02/1964	77	0.650	8.090	07/11/1980
3	1.320	20.150	30/04/1964	78	0.860	30.780	07/03/1981
4	1.245	17.800	27/06/1964	79	0.540	6.080	01/06/1981
5	1.100	11.800	30/08/1964	80	0.520	3.790	23/08/1981
6	1.115	14.200	02/11/1964	81	0.500	3.580	25/08/1981
7	1.155	12.930	17/11/1964	82	0.500	3.530	25/08/1981
8	1.140	11.300	18/12/1964	83	0.500	3.510	25/08/1981
9	1.185	13.320	02/02/1965	84	0.540	4.660	05/09/1981
10	1.195	13.880	27/04/1965	85	0.530	4.240	05/09/1981
11	1.385	35.200	19/05/1965	86	0.520	4.460	06/09/1981
12	1.610	67.600	21/07/1965	87	0.530	4.500	06/09/1981
13	1.455	48.930	22/07/1965	88	0.510	4.560	07/09/1981
14	1.060	14.760	16/09/1965	89	0.520	4.620	07/09/1981
15	0.950	9.160	27/10/1965	90	0.520	4.730	09/09/1981
16	0.980	8.868	19/12/1965	91	0.520	3.900	23/09/1981
17	1.150	22.560	20/04/1966	92	0.620	21.340	11/11/1981
18	0.950	9.720	22/06/1966	93	0.740	16.950	18/01/1982
19	0.850	4.930	06/11/1966	94	0.780	19.330	09/03/1982
20	0.960	13.780	28/05/1967	95	0.860	22.590	25/03/1982
21	1.340	40.150	24/07/1969	96	0.710	11.450	02/06/1982
22	0.920	9.320	13/11/1969	97	0.740	11.040	20/09/1982
23	1.380	20.600	12/12/1969	98	1.180	53.540	09/03/1983
24	1.340	36.680	30/03/1970	99	0.850	17.280	17/05/1983
25	1.200	31.800	27/06/1970	100	0.840	22.780	31/05/1983
26	1.030	20.660	30/06/1970	101	1.000	35.680	04/10/1983
27	0.970	16.600	02/07/1970	102	0.730	5.450	14/11/1983
28	0.990	18.660	09/07/1970	103	1.460	65.000	21/02/1984
29	1.510	61.780	07/02/1971	104	0.820	6.660	08/09/1984
30	1.560	72.000	09/02/1971	105	0.700	10.270	19/11/1984
31	1.780	84.890	21/02/1971	106	1.000	14.110	28/11/1984
32	1.310	40.900	04/03/1971	107	0.980	11.450	07/12/1984
33	1.250	34.790	05/03/1971	108	1.200	29.270	21/01/1985
34	1.200	29.610	07/03/1971	109	1.050	23.540	12/03/1985
35	1.310	41.400	16/04/1971	110	1.140	23.480	26/04/1985
36	1.290	46.370	18/04/1971	111	1.070	23.450	26/04/1985
37	1.190	35.100	20/04/1971	112	1.350	78.440	31/05/1985
38	1.180	36.380	21/04/1971	113	0.950	11.260	14/06/1985
39	1.200	34.260	22/04/1971	114	1.000	10.910	12/11/1985
40	1.280	45.600	29/05/1971	115	1.090	16.210	11/12/1985
41	1.040	21.480	07/06/1971	116	1.100	32.210	16/03/1986
42	1.150	28.400	08/06/1971	117	1.000	21.720	07/05/1986

43	1.220	105.330	09/06/1971	118	0.900	13.070	26/05/1986
44	1.000	18.720	13/11/1971	119	1.000	12.320	26/09/1986
45	0.990	13.460	16/11/1971	120	0.700	4.250	28/11/1986
46	1.080	36.650	18/04/1972	121	0.900	15.720	22/02/1987
47	1.090	40.280	21/04/1972	122	0.950	11.000	20/03/1987
48	1.080	15.810	15/01/1973	123	1.150	45.290	09/06/1987
49	1.030	17.780	19/01/1973	124	0.780	8.600	22/08/1987
50	1.360	43.760	03/02/1973	125	0.870	12.510	02/09/1987
51	1.340	25.720	17/11/1973	126	0.720	5.720	27/11/1987
52	0.860	35.080	04/04/1973	127	0.870	14.280	06/04/1988
53	0.870	34.750	04/04/1973	128	0.950	23.300	27/04/1988
54	1.000	49.630	07/04/1973	129	0.900	15.010	11/05/1988
55	1.000	51.050	08/04/1973	130	0.700	20.720	25/05/1989
56	0.810	20.980	05/05/1973	131	0.880	43.510	07/07/1989
57	0.810	21.900	05/05/1973	132	0.62	13.214	17/08/1989
58	1.030	47.140	12/05/1973	133	0.400	6.530	07/11/1989
59	1.000	44.000	14/05/1973	134	0.7	20.964	06/04/1990
60	1.020	51.130	14/05/1973	135	0.560	5.580	19/11/1990
61	1.000	43.810	14/05/1973	136	0.85	26.366	05/04/1991
62	0.880	16.850	28/08/1973	137	0.53	5.775	26/08/1991
63	0.620	13.520	25/09/1974	138	1.05	42.344	19/07/1992
64	0.620	13.420	25/09/1974	139	1.03	34.707	11/12/1993
65	0.820	24.040	13/02/1975	140	0.47	15.669	02/05/1997
66	0.560	38.410	25/04/1977	141	0.55	12.771	27/06/1999
67	0.400	4.530	04/07/1977	142	0.42	24.874	26/02/2005
68	0.680	4.250	04/07/1977	143	0.36	3.623	05/10/2005
69	0.540	30.110	08/06/1978	144	0.62	25.117	02/05/2006
70	0.300	7.840	29/07/1978	145	0.34	15.01	14/06/2006
71	0.300	8.440	14/09/1978	146	0.5	18.444	15/11/2006
72	0.640	27.780	08/05/1979	147	0.29	8.042	31/07/2007
73	0.200	3.090	05/10/1979	148	0.57	39.548	25/04/2008
74	0.750	32.240	05/03/1980	149	0.4	18.352	12/06/2008
75	0.950	42.530	11/06/1980	150	0.95	15.907	30/07/2009

Fuente: INAMHI-Ecuador, 2010

Anexo. 2: Estadística De Caudales.

Cuadro 8. Estadística de caudales publicada por el INAMHI y rellenada a partir de las curvas de descarga, realizadas en este estudio de la estación el arenal en el río El Boquerón.

Año m/d	1978												1979													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
1			57.3					37.2	11.9	32.0	6.5	11.2	4.8	5.3	14.6	40.4	31.6	33.0	19.6	7.6	8.9	6.4	4.3	10.3		
2			43.6					19.7	10.3	35.3	4.3	16.5	5.4	3.9	23.7	31.0	38.8	31.0	13.6	6.9	8.2	4.3	3.9	24.7		
3			25.0					15.5	8.2	50.2	6.4	8.9	3.9	6.7	17.6	31.0	32.4	21.9	11.2	9.3	8.9	3.9	3.9	16.5		
4								19.6	9.6	35.2	6.4	4.3	4.3	5.3	10.3	33.0	32.4	18.6	28.2	9.3	7.6	5.3	3.9	28.4		
5			9.6					46.1	17.5	29.0	4.3	26.5	9.6	3.5	31.6	27.5	37.1	16.4	34.0	19.4	5.8	3.1	4.3	32.6		
6			7.9					38.4	15.9	31.7	7.0	6.5		3.5	41.8	38.7	26.5	17.5	29.6	25.2	5.3	2.7	3.9	34.5		
7			6.3					33.1	8.9	21.9	15.6	3.5	16.4	3.5	31.6	32.4	33.2	16.4	32.4	34.2	4.3	35.2	3.9	34.2		
8			6.1					28.2	7.6	18.6	4.3	4.8	9.6	2.4	37.9	42.0	36.7	16.4	31.3	24.7	3.9	43.7	3.9	37.4		
9			8.6					37.3	6.9	12.8	2.7	4.3	7.0	1.5	32.1	31.0	31.5	18.6	19.7	34.6	3.5	30.6	3.9	28.5		
10			5.5					41.6	11.7	11.1	3.1	2.1	16.5	1.3	27.5	26.9	32.4	31.0	20.0	13.8	2.4	37.1	4.3	24.3		
11			4.8					30.6	14.4	9.6	1.8	2.4	11.2	1.1	27.0	24.3	31.0	28.9	37.1	10.3	13.6	24.7	14.5	30.5		
12			3.9					34.0	16.7	9.6	1.5	3.9	18.5		31.5	25.5	31.0	17.5	25.8	7.6	9.6	18.5	24.2	38.7		
13			6.1					31.0	10.3	7.0	1.3	5.4	5.8		30.5	35.5	34.0	14.5	16.5	6.9	7.0	15.5	10.3	31.0		
14			4.8					38.7	8.2	7.0			6.7	10.7	4.4	35.5	33.9	29.6	12.7	12.8	5.8	5.8	12.7	8.2	25.5	
15			3.1					27.5	7.6	5.3			10.3	11.2	1.5	28.2	35.6	26.9	14.6	11.9	5.8	3.9	11.9	6.4	27.0	
16			3.2					29.7	13.0	4.3			5.3	12.0	1.5	29.6	33.2	23.0	21.9	9.6	6.4	6.4	27.0	5.8	20.7	
17			4.6					21.9	8.2	3.5			7.7	7.0		25.6	32.7	21.9	25.5	19.0	12.7	4.8	19.6	7.6	35.5	
18			5.3					18.5	10.3	3.1	1.3		9.6	5.3		21.9	30.5	20.7	16.7	30.0	7.6	14.0	16.4	5.8	30.5	
19			31.8					15.5	13.0	3.1	1.1		8.4	4.3		50.9	33.9	19.6	9.6	15.6	5.8	22.0	13.6	6.9	26.9	
20			38.5					14.5	8.2	3.1	1.1		12.7	5.8		28.0	29.6	18.5	8.2	47.6	5.8	24.4	12.7	4.8	18.5	
21			35.8					13.6	19.6	3.1	1.5		6.5	5.8	5.8	34.2	31.0	18.5	17.6	33.1	5.3	19.7	11.9	4.3	15.5	
22			39.2					11.1	30.0	3.1	2.4		6.0	13.0	11.4	36.9		19.6	39.0	37.4	5.3	10.5	11.1	3.5	11.9	
23			36.6					10.3	26.2	2.7	9.6		6.4	13.3	3.5	27.5	31.0	19.6	27.6	31.7	5.8	12.7	19.6	3.1	9.6	
24								9.6	17.6	2.4	11.9		7.6	5.8	8.9	35.8	28.3	19.6	18.5	29.6	6.4	4.3	11.9	3.1	9.6	
25			29.5					21.3	17.0	2.1	11.1		6.5	4.3	9.8	27.5	31.2	18.5	22.7	29.5	11.1	4.8	10.3	3.1	8.2	
26			34.9					11.1	11.9	1.8	9.6		9.8	2.7	10.3	42.0	27.5	16.5	37.9	30.5	12.8	32.4	9.6	3.1	5.6	
27			31.3					9.6	15.5	1.8	8.3		8.3	2.4	24.7	26.5	36.9	31.7	30.6	37.4	14.4	28.4	8.2	8.8	3.1	
28			38.7					8.2	12.7	1.8	9.0		6.4	1.8	19.6	27.0	40.4	29.7	31.0	30.0	15.5	21.3	8.2	23.3	16.7	
29			34.9					8.2	24.4	1.8	11.4		4.3		27.6		33.2	40.4	18.6	20.7	18.5	11.9	11.1	6.9	16.5	21.0
30								6.9	34.1	5.7	5.3				14.0		34.0	31.1	15.5	20.7	15.5	11.1	6.9	5.8	10.3	11.9
31			27.5					6.9		6.5					7.0		31.6		21.3		11.9	12.7		4.8		11.4
SUMA			584.4					695.4	427.4	366.2	148.8	222.8	267.0	139.4	933.6	946.4	817.9	657.2	770.6	372.0	322.4	453.2	213.8	680.7		
MAX			57.3					46.1	34.1	50.2	15.6	26.5	27.6	24.7	50.9	42.0	38.8	39.0	47.6	34.6	32.4	43.7	24.2	38.7		
PROM			20.9					22.4	14.2	11.8	5.7	7.7	8.9	6.3	30.1	32.6	26.4	21.9	24.9	12.0	10.7	14.6	7.1	22.0		

Fuente: Elaborado por Oscar Juela

Cuadro 8: 2/11

Año m/d	1980												1981											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	7.6	37.4	35.4	44.9	35.7	27.5					10.5	33.8	12.3	11.1	45.5	ABR	16.2	JUN	JUL	41.8	9.4	6.9	10.5	33.8
2	21.3	38.4	43.7	30.6	33.7	32.7					13.3	24.7	10.5	9.9	27.6		17.2			18.4	8.3	6.1	13.3	24.7
3	22.3	28.5	26.5	29.0	32.1	30.0					12.4	22.3	41.8	10.5	21.1		10.5			14.4	7.4	5.3	12.4	22.3
4	30.0	29.5	26.0	33.7	36.8	27.5					11.8	18.6	18.6	9.9	18.4		9.9			12.3	7.4	5.3	11.8	18.6
5	24.5	40.6	32.6	47.6	34.7	34.7					9.9	12.4	12.4	12.3	18.4		8.8			11.1	6.9	5.0	9.9	12.4
6	38.7	31.6	29.5	35.8	33.7	32.6					11.1	13.0	9.4	9.9	26.3		8.8			9.9	11.1	22.1	11.1	13.0
7	28.3	30.0	29.5	45.4	31.1	37.9					14.1	14.7	8.8	11.1	34.3		8.3			9.9	8.3	15.9	14.1	14.7
8	25.6	32.1	35.4	43.9	32.6	35.7					8.2	16.7	9.9	7.8	27.6		12.8			9.9	7.4	15.9	8.2	16.7
9	24.3	33.7	39.5	34.7	31.6	37.4					7.9	17.6	14.5	6.9	25.2		9.4			10.5	21.6	12.3	7.9	17.6
10	21.9	33.7	30.6	32.6	30.0	41.1					8.1	18.4	15.1	7.5	70.3		9.4			13.7	40.9	14.5	8.1	18.4
11	33.0	31.1	29.5	31.1	29.0	42.2					6.1	22.1	9.9	8.8	18.4		7.8			11.7	35.9	14.4	6.1	22.1
12	31.1	29.5	30.0	29.5	38.4	25.3					5.0	14.5	8.8	7.4	23.2		7.8			12.3	20.2	11.1	5.0	14.5
13	34.0	26.5	35.9	27.5	42.3	17.5					6.1	28.2	18.6	27.4	32.3		7.8			9.4	9.6	10.5	6.1	28.2
14	25.6	43.7	43.7	26.5	33.2	17.5					7.8	23.2	16.0	38.7	35.0		7.8			8.8	10.5	15.0	7.8	23.2
15	20.8	35.5	37.9	34.9	31.6	25.3					7.5	22.3	19.4	20.4	22.1		7.4			9.4	8.8	16.2	7.5	22.3
16	27.6	28.0	31.5	40.5	39.0	49.4					7.9	19.4	11.1	18.7	23.1		8.8			13.1	8.3	9.9	7.9	19.4
17	29.0	37.4	31.5	30.0	35.2	38.9					9.4	13.7	9.4	20.2	22.1		7.8			10.5	8.8	10.6	9.4	13.7
18	25.6	33.1	42.0	42.2	33.1	21.2					9.9	11.7	8.3	36.3	23.1		8.8			9.4	9.9	15.2	9.9	11.7
19	32.9	31.6	30.6	60.5	32.1	15.9					25.1	9.4	14.7	25.2	19.3		6.2			11.1	13.9	13.0	25.1	9.4
20	29.6	30.6	42.8	56.6	30.6	14.4					21.1	9.9	16.9	24.4	20.2		10.1			9.9	13.7	36.3	21.1	9.9
21	27.0	57.1	30.0	50.4	35.2	13.0					11.1	9.4	16.9	15.9	15.1		20.7			9.9	11.7	27.6	11.1	9.4
22	28.5	47.6	28.5	47.6	44.4	13.7					13.1	9.9	19.6	21.2	11.7		15.2			28.8	12.4	27.6	13.1	9.9
23	32.6	37.3	30.0	41.1	43.8	19.4					11.7	8.8	11.7	18.6	9.9		10.8			14.4	16.2	17.6	11.7	8.8
24	25.5	34.2	31.1	37.9	38.4	14.5					12.0	8.3	11.1	38.2	9.9		11.1			20.7	13.9	10.5	12.0	8.3
25	30.1	35.7	35.7	36.8	34.2	18.4					18.7	9.9	8.8	29.8	8.8		9.4			11.1	10.5	27.8	18.7	9.9
26	33.0	33.7	54.9	35.7	34.7	28.2					17.6	13.1	7.8	56.5	8.8		11.2			9.4	9.4	26.5	17.6	13.1
27	37.4	31.1	48.8	34.7	31.6	124.7					13.7	13.7	9.4	52.9	7.4		9.4			9.4	8.3	39.0	13.7	13.7
28	25.6	28.0	45.4	34.2	29.5	67.9					13.7	11.1	9.9	45.5	6.9		7.4			41.8	6.8	28.8	13.7	11.1
29	31.7	27.5	48.1	33.7	28.5	41.8					12.3	9.9	15.1		6.9		6.5			19.6	6.9	20.4	12.3	9.9
30	37.8		47.1	35.8	29.0	15.9					23.1	9.9	15.1		7.4		5.7			12.4	7.8	15.9	23.1	9.9
31	42.2		39.5		28.5								13.0	12.3			5.4			10.5		12.4		13.0
SUMA	885.1	994.7	1123.2	1145.4	1054.3	962.2					360.2	483.6	424.1	603.0	652.8		304.4			445.5	372.2	515.6	360.2	483.6
MAX	42.2	57.1	54.9	60.5	44.4	124.7					25.1	33.8	41.8	56.5	70.3		20.7			41.8	40.9	39.0	25.1	33.8
PROM	28.6	34.3	36.2	38.2	34.0	32.1					12.0	15.6	13.7	21.5	21.1		9.8			14.4	12.4	16.6	12.0	15.6

Fuente: Elaborado por Oscar Juela

	Periodo sin estadística de niveles
--	------------------------------------

Cuadro 8: 3/11

Año m/d	1982												1983											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	12.3	19.4	15.9	18.4	19.2	16.7	7.0	14.4	10.5	24.1	18.9	18.4	56.5	12.4	27.4		28.6	28.6	22.1	22.3	11.1	23.2	5.9	14.2
2	13.7	17.5	21.2	20.6	17.1	15.6		29.6	25.2	17.1	45.3	23.6	44.5	7.4	26.3		38.7	31.0	22.1	26.9	11.1	53.4	5.6	15.7
3	12.4	21.2	15.1	30.4	16.7	14.4	17.5	26.5	20.4	14.8	30.5	22.1	56.4	13.0	38.7		32.6	35.1	22.1	21.1	11.7	61.0	5.6	13.1
4	11.7	18.4	14.4	28.6	16.7		7.8	33.8	14.4	21.7	24.1	21.9	66.3	10.5	34.8		25.2	28.6	20.2	18.4	22.3	39.9	5.9	11.0
5	10.5	19.3	13.7	25.2	16.3	18.9	5.0	26.3	12.3	20.6	18.4	28.6	48.4	32.8	82.2		24.1	26.3	20.2	16.7	14.4	8.6	5.9	23.6
6	9.9	20.2	13.7	23.6	19.2	18.6	4.7	19.3	12.3	17.5	16.3	40.3	57.5	21.2	78.3		33.8	28.6	20.2	16.7	13.7	13.2	5.9	29.3
7	8.8	21.1	15.9	21.6	17.5	18.6	3.8	23.2	11.1	18.0	18.8	34.7	56.4	23.1	56.5		57.0	26.3	20.2	14.4	11.1	8.2	5.6	15.2
8	7.8	23.1	13.0	20.2	16.7	13.0	3.5	17.5	11.1	23.6	15.1	25.6	49.4	33.6	64.0		41.8	26.3	18.4	13.0	9.9	7.7	5.9	11.5
9	6.1	21.1	20.9	24.6	21.1	11.7	2.5	19.4	12.3	22.7	17.1	22.1	53.3	48.4	65.2		40.0	26.3	18.4	12.3	9.9	7.3	5.9	8.6
10	6.1	19.3	34.6	31.0	15.5	12.3	7.7	19.3	11.7	24.6	18.4	19.2	49.4	55.4	65.2		38.2	26.3	18.4	12.3	29.6	6.6	5.3	7.7
11	6.1	17.5	26.8	37.0	15.5	14.4	9.9	24.1	11.1	19.2	26.2	22.7	42.7	57.5	52.3		53.6	26.3	16.7	12.3	41.8	6.6	5.9	9.5
12	10.6	15.9	22.6	37.8	13.7	13.0	20.7	21.1	11.1	16.7	22.1	23.5	36.5	45.5	45.5		41.8	24.1	16.7	12.3	24.2	5.9	5.9	8.1
13	9.9	18.4	25.7	34.3	14.4	12.3	9.9	17.5	11.1	15.5	20.6	23.1	35.1	41.8	54.7		38.2	22.1	16.7	12.3	31.0	5.3	5.3	9.0
14	9.9	21.2	24.1	29.8	14.4	15.1	12.3	14.4	11.1	14.4	17.5	23.1	41.8	39.1	45.5		35.1	22.1	17.5	11.1	20.2	8.1	5.0	9.0
15	37.7	33.6	18.8	26.3	14.8	14.5	35.1	13.0	9.9	14.0	22.6	22.1	64.8	40.0	70.0		31.0	43.7	18.4	11.1	17.5	21.2	4.7	8.1
16	41.0	38.6	33.8	23.1	14.8	14.4	35.7	12.3	9.9	14.4	22.1	19.3	43.6	49.4	59.6		26.3	52.0	23.1	13.7	19.3	16.3	4.7	8.1
17	29.8	23.1	47.5	21.6	13.0	15.9	46.4	16.0	15.0	13.7	27.0	39.5	43.6	42.7	53.3		26.3	28.8	42.7	20.2	20.2	17.5	4.1	9.0
18	18.4	20.2	45.9	21.1	12.3	15.1	31.1	13.7	16.0	13.7	23.6	56.5	44.8	47.4	53.3		57.7	31.0	45.8	18.4	24.1	11.0	5.4	8.6
19	13.7	20.2	39.1	20.6	11.4	13.7	21.1	14.4	15.2	13.3	20.6	44.5	39.1	48.4	55.4		44.5	28.6	39.1	18.4	25.2	13.0	13.1	18.7
20	11.1	20.2	29.2	20.2	13.7	11.1	20.2	13.7	16.8	12.6	29.3	32.9	35.9	43.7	52.3		40.0	26.3	36.5	29.2	21.1	10.0	15.2	14.8
21	9.9	15.1	26.3	19.2	15.9	21.1	18.4	13.7	13.7	13.7	29.2	31.1	38.2	36.5	48.3		38.3	26.3	48.6	21.2	16.7	9.0	6.2	16.3
22	10.5	15.1	35.6	20.2	13.7	23.2	15.9	11.7	21.0	18.4	20.6	44.5	40.9	40.0	47.4		37.4	26.3	26.3	14.4	13.0	9.5	5.3	15.8
23	28.6	15.1	34.9	19.2	21.1	25.6	13.7	11.1	21.6	14.4	16.7	47.4	45.5	61.9	50.3		28.6	27.4	24.1	13.0	12.3	9.5	4.7	12.6
24	36.1	25.6	37.0	18.8	25.7	21.1	13.0	11.8	18.8	29.7	18.8	52.5	40.1	49.6	51.3		50.4	27.4	19.3	23.0	12.3	10.0	4.7	11.0
25	34.8	14.4	32.0	19.7	29.2	21.1	11.7	12.3	14.4	31.4	21.6	40.9	35.1	49.6	53.3		56.2	26.3	15.9	26.9	19.3	30.7	4.7	10.5
26	21.1	13.7	30.4	19.7	28.6	15.2	31.0	11.7	13.0	22.6	27.4	36.5	31.0	43.6	52.3		47.4	26.3	14.4	13.0	22.1	12.1	6.7	10.0
27	18.4	13.0	28.0	21.6	37.7	11.1	24.7	11.1	13.3	32.5	28.0	31.0	31.0	34.6	49.3		43.6	28.6	13.7	13.1	22.1	8.6	7.7	14.7
28	17.5	20.2	25.7	20.2	36.5	5.8	23.5	22.1	16.7	22.0	19.2	51.5	43.6	31.0	50.3		41.8	26.3	15.1	15.1	27.6	8.2	4.7	14.1
29	21.2		23.1	19.7	26.8	7.9	15.9	16.7	38.3	15.9	15.9	49.4	50.4		50.3		35.1	25.2	13.7	12.3	16.7	7.3	4.1	16.3
30	16.7		21.1	21.1	24.6	7.4	18.4	13.7	28.7	14.8	15.1	42.7	55.4		66.3		31.0	24.1	15.9	11.1	19.3	7.0	5.6	18.7
31	16.7		19.2		20.2		17.5	11.7		17.9		51.1	14.5		62.9		27.4		20.2	11.1		6.6		33.0
SUMA	519.0	561.7	805.2	715.4	594.0	438.8	505.6	537.1	468.0	585.5	667.0	1042.3	1391.7	1060.1	1662.5		1191.7	852.6	702.7	507.3	570.8	462.5	181.2	425.8
MAX	41.0	38.6	47.5	37.8	37.7	25.6	46.4	33.8	38.3	32.5	45.3	56.5	66.3	61.9	82.2		57.7	52.0	48.6	29.2	41.8	61.0	15.2	33.0
PROM	16.7	20.1	26.0	23.8	19.2	15.1	16.9	17.3	15.6	18.9	22.2	33.6	44.9	37.9	53.6		38.4	28.4	22.7	16.4	19.0	14.9	6.0	13.7

Fuente: Elaborado por Oscar Juela

	Periodo sin estadística de niveles
--	------------------------------------

Cuadro 8: 4/11

Año m/d	1984												1985											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	22.1		25.9	33.9	23.6		24.3	15.1	8.1	12.1	12.1	17.5	15.7	18.1	20.0	15.1	24.3	34.0	15.2	16.9	14.1	20.0	7.7	5.3
2	16.3		25.9	43.7	26.1		24.3	13.1	8.1	10.0	11.0	14.1	14.6	18.1	19.3	16.0	24.3	24.4	14.1	15.1	20.0	18.1	8.1	5.3
3	14.1		24.3	25.9	25.9		23.6	12.1	8.1	10.0	11.0	13.0	13.8	17.8	20.0	16.6	24.3	18.7	12.6	16.3	27.2	17.5	8.1	5.3
4	14.6		34.0	41.8	24.3		24.6	11.0	7.3	9.0	10.0	12.1	13.0	17.8	22.1	16.8	24.3	17.5	19.4	21.4	20.1	28.4	7.3	5.3
5	14.7		47.0	42.7	22.8		24.3	11.0	7.3	21.5	10.0	11.0	12.8	17.5	23.9	16.8	24.3	16.3	17.5	16.9	16.9	24.4	6.6	5.3
6	13.0		46.7	62.7	22.8		21.4	13.1	6.6	18.1	10.0	11.5	12.6	16.8	24.3	16.6	24.3	17.5	24.4	16.3	15.7	18.1	6.6	5.9
7	13.0		36.4	41.8	22.8		20.0	13.1	6.6	11.0	10.0	13.6	13.0	16.3	23.9	16.3	25.1	17.5	20.7	14.6	14.1	15.2	6.6	5.9
8	11.5		27.6	35.0	21.4		19.4	11.0	6.6	9.5	9.5	12.2	14.3	16.6	23.2	16.3	24.7	19.4	18.1	14.6	13.0	12.1	6.6	5.9
9	9.5		42.3	33.0	20.0		17.5	34.6	5.9	8.6	8.6	12.1	14.6	17.8	22.5	16.0	21.7	21.5	15.7	15.7	12.1	12.2	7.3	6.6
10	10.5		31.1	36.4	19.4		16.3	87.3	5.9	8.1	8.1	12.1	14.6	18.7	21.7	15.7	20.7	18.1	14.1	20.7	11.5	13.0	8.7	6.6
11	10.0		24.3	32.0	18.7		16.3	23.0	5.9	12.8	8.1	11.8	14.1	19.7	20.7	15.7	23.6	16.9	14.8	18.7	11.0	13.0	10.6	38.1
12	10.0		24.3	35.9	18.7		16.3	18.1	5.9	13.4	7.7	11.5	13.8	20.7	20.7	15.1	34.4	14.2	32.0	19.4	10.0	14.1	14.2	12.0
13	10.0		22.8	98.2	18.7		16.3	16.3	14.2	15.8	7.3	11.5	13.8	21.0	20.7	15.1	34.9	12.6	27.6	17.5	9.5	17.5	19.4	10.0
14	10.0		22.8	40.3	17.5		15.7	15.1	7.3	13.6	7.3	11.5	15.1	21.4	20.7	15.4	33.4	12.1	23.6	15.7	8.1	14.7	18.7	23.5
15	10.0		20.0	35.0	17.5		15.1	14.1	8.1	13.6	7.3	11.5	16.0	21.4	20.7	15.7	44.1	12.1	18.1	15.1	6.6	12.6	18.7	28.5
16	10.0		29.9	30.2	18.7		18.7	13.0	8.1	15.2	7.3	11.5	16.3	21.0	20.7	16.3	64.1	12.1	16.3	14.1	7.0	15.8	17.5	30.6
17	13.6		52.1	44.7	17.5		20.1	12.1	9.7	14.1	7.3	12.1	16.6	20.7	20.7	16.3	46.4	72.0	16.3	28.5	6.6	16.3	20.7	20.0
18	15.2		31.1	28.5	17.5		55.7	11.0	13.0	14.1	7.3	12.8	16.8	20.3	20.0	16.6	42.3	39.2	15.7	35.9	14.1	20.1	16.3	14.6
19	11.5	54.0	25.1	29.3	17.5		27.7	11.0	10.0	33.0	8.7	13.8	16.8	20.0	19.3	17.5	45.7	39.2	12.1	26.7	7.3	20.8	14.1	12.0
20	10.5	38.3	23.6	27.6	18.7		25.9	11.0	10.0	29.6	16.9	15.4	16.8	20.0	18.7	18.7	55.3	28.6	18.1	18.7	8.1	16.3	12.1	10.0
21	21.5	34.0	22.8	26.7	19.4		25.9	11.0	8.1	19.4	12.6	18.4	16.8	19.7	18.7	19.7	53.0	23.6	18.1	18.7	13.6	16.9	11.0	16.9
22	18.1	37.4	21.4	25.9	21.5		22.9	11.0	27.6	22.2	14.1	20.7	16.8	19.3	18.1	20.3	53.6	24.4	14.1	17.5	12.1	17.5	11.0	17.5
23	14.7	33.0	20.0	26.7	19.4		21.4	10.0	14.6	32.1	14.8	20.7	16.8	19.0	17.5	20.7	54.2	40.3	12.1	16.9	11.0	14.1	10.5	21.7
24	13.0	31.2	23.8	26.7	17.5		24.3	12.1	14.1	32.1	14.1	20.3	16.6	18.7	16.8	21.4	58.8	25.1	10.0	15.1	11.0	13.6	10.0	12.1
25	13.0	38.5	24.3	28.4	16.9		17.5	11.0	13.6	57.3	24.6	19.3	16.6	20.3	16.3	22.1	78.3	24.3	9.0	14.1	10.0	15.7	8.1	9.5
26	13.0	48.2	20.0	26.7	16.3		16.9	17.5	12.6	20.7	18.8	18.7	16.6	20.7	15.7	22.5	85.6	12.3	7.7	24.0	9.0	14.6	7.7	18.4
27	14.1	34.6	18.7	27.6	17.5		16.3	16.9	11.0	23.6	14.1	17.8	16.6	20.7	15.1	23.2	87.1	30.6	7.3	12.1	11.0	13.0	7.0	19.2
28	22.9	29.3	17.5	29.3	16.3		15.1	11.0	10.5	16.3	22.2	16.8	16.6	20.7	15.1	23.6	90.2	21.4	7.3	15.2	12.6	11.0	6.2	16.9
29	24.4	27.6	20.0	27.6	16.3		15.1	11.0	16.9	14.1	20.1	16.3	16.8		14.9	23.9	84.4	21.5	30.7	35.8	16.3	10.0	5.6	14.1
30	25.1		20.0	25.1	17.5		21.7	10.0	16.9	11.0	15.7	16.3	17.5		14.6	24.3	37.4	16.9	37.4	17.5	22.5	10.0	5.3	10.5
31	16.3		35.0		29.4		16.3	9.0		14.6		16.3	17.8		14.6		36.4		20.9	16.3		8.2		9.0
SUMA	446.2	406.1	860.7	1069.3	618.1		656.9	496.6	308.6	556.5	356.6	454.2	480.6	540.8	601.2	546.3	1381.2	704.3	541.0	582.0	382.1	484.8	318.3	422.5
MAX	25.1	54.0	52.1	98.2	29.4		55.7	87.3	27.6	57.3	24.6	20.7	17.8	21.4	24.3	24.3	90.2	72.0	37.4	35.9	27.2	28.4	20.7	38.1
PROM	14.4	36.9	27.8	35.6	19.9		21.2	16.0	10.3	18.0	11.9	14.7	15.5	19.3	19.4	18.2	44.6	23.5	17.5	18.8	12.7	15.6	10.6	13.6

Fuente: Elaborado por Oscar Juela

 Periodo sin estadística de niveles

Cuadro 8: 5/11

Año m/d	1986												1987											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	8.1	14.7	15.2		25.9	6.3				1.0	12.6	2.1	6.2	6.2	7.3	27.5	40.9	12.6	9.0		30.2	4.1	2.2	8.1
2	8.1	10.0	15.2		29.3	6.6				1.0	11.0	2.1	6.2	6.2	7.7	21.0	34.0	13.0	11.6		11.9	3.8	2.3	11.4
3	8.1	19.4	15.2		29.3	5.6				1.0	9.1	2.1	6.2	6.2	8.1	18.1	28.6	12.8	22.4		7.1	13.0	2.1	8.0
4	9.0	13.0	12.6		25.9	5.9				1.7	12.0	2.1	6.2	6.2	8.6	20.0	30.3	13.5	35.7		5.9	14.4	2.0	6.7
5	15.5	17.5	20.8		16.3	5.6				2.0	12.1	2.1	6.1	6.1	9.0	18.1	38.4	12.1	33.2		5.1	6.8	1.8	5.1
6	20.0	14.1	18.7		16.3	8.1				1.6	10.0	3.7	6.1	5.9	9.5	16.3	26.3	11.0	18.5		5.0	5.6	1.7	4.4
7	15.2	11.5	24.3		14.7	8.2				1.5	12.1	4.1	6.2	5.9	10.0	16.6	25.9	11.0	13.0		4.5	6.6	2.5	
8	11.0	11.5	17.5		12.1	4.4				1.3	18.4	4.4	6.2	5.9	11.0	18.3	23.9	10.5	10.5		4.4	6.9	3.2	
9	21.9	10.0	15.1		11.5	4.7				1.1	16.3	6.4	6.6	5.9	11.8	17.7	31.3	24.7	9.5		5.0	8.3	3.1	
10	23.1	9.0	15.1		11.5	4.7				1.7	9.6	14.2	7.3	5.9	12.6	18.8	38.5	23.2	21.5		5.6	5.6	2.5	
11	18.1	8.1	13.6		11.0	4.7				2.8	8.6	22.8	7.3	5.9	13.3	15.1	44.9	14.0	58.2		5.0	4.7	3.6	
12	24.6	8.1	12.6		11.0	5.3				3.9	7.3	16.3	7.3	5.9	13.8	19.0	34.4	11.3	39.6		5.6	4.9	4.1	
13	20.8	8.1	12.1		11.5	5.3				4.1	5.0	5.4	7.3	5.9	14.3	26.6	26.7	9.5	51.1		11.8	8.7	2.8	
14	15.7	33.9	11.5		13.0	5.3				3.2	4.4	16.3	7.3	5.7	14.6	17.5	23.9	13.0	27.2		5.4	5.3	4.2	
15	13.6	20.0			11.5	13.6				2.5	4.1	22.8	7.3	6.4		15.1	22.1	15.3	19.7		4.1	7.4	10.5	
16	9.2	25.5	16.3		13.1	13.6				2.1	2.1	13.6	7.3	6.6		14.1	20.7	11.5	28.7		3.8	5.3	8.8	
17	18.7	17.5	16.9		19.2	13.1				2.1	3.7	25.2	7.3	6.6		15.1	33.0	13.0	16.3		3.2	4.3	5.1	
18	15.7	48.9	16.3		14.2	7.0				2.5	3.9	27.6	7.3	6.6		15.6	25.5	22.6	13.3		7.3	6.7	4.4	3.1
19	24.6	28.9	15.1		12.1	7.0				2.5	4.1	27.6	7.3	6.6		30.3	29.4	20.8	11.5		6.2	4.8	9.2	4.9
20	19.4	20.0	15.1		18.2	16.3				2.3	4.4	27.6	7.3	6.4	13.8	25.7	23.4	12.1	11.3		4.4	5.9	7.5	15.5
21	18.1	19.4	14.1		22.2	9.7				2.1	4.4	27.6	7.1	6.2	13.8	19.0	22.8	10.2	21.8		3.5	9.8	6.6	38.9
22	17.5	18.7	12.6		14.7	5.9				1.8	12.6	25.1	6.9	6.2	13.8	15.1	22.6	9.5	20.4	5.3	3.1	7.1	5.7	21.5
23	18.7	17.5	15.1		12.6	5.3				2.1	17.9	16.9	6.9	6.2	13.5	19.4	38.3	8.6	12.1	6.1	4.6	5.6	6.9	20.8
24	18.1	20.7	16.3		11.0	5.3				3.7	12.6	19.5	6.9	6.1	16.0	36.7	20.0	7.9	9.5	5.7	6.9	4.3	5.6	20.6
25	18.7	34.0	16.3		11.0	5.3				3.7	7.0	13.6	6.9	5.9	15.7	21.1	18.1	27.7		4.7	7.0	4.1	4.1	10.7
26	18.7	38.4	16.3		9.0	5.3				3.2	7.5	11.5	6.8	6.2	14.9	17.5	23.4	41.5		4.1	10.6	4.0	7.9	8.6
27	20.1	20.7	16.3		11.0	11.8				5.0	7.7	4.4	6.8	6.6	13.0	23.0	19.1	17.9		4.0	5.6	3.4	5.0	5.9
28	18.1	18.1	16.9		10.1	10.0				9.0	7.3	2.5	6.8	6.9	16.1	28.3	16.3	12.8		3.9	4.3	3.1	3.5	4.7
29	18.7		16.9		10.0	7.3				9.0	7.3	7.3	6.6		14.1	58.3	14.9	11.3		3.8	4.1	3.0	3.1	3.5
30	18.1		17.5		7.3	5.9				10.5	7.3	8.7	6.6		12.6	76.2	13.8	10.0		3.7	3.9	2.8	3.5	3.9
31	10.6		17.5		7.0					11.5		12.6	6.4		26.9		13.3			16.2		2.5		5.6
SUMA	515.8	537.2	475.0		453.5	223.1				103.5	262.4	398.2	211.0	173.3	335.8	701.1	824.7	444.9	525.6	57.5	195.1	182.8	135.5	211.9
MAX	24.6	48.9	24.3		29.3	16.3				11.5	18.4	27.6	7.3	6.9	26.9	76.2	44.9	41.5	58.2	16.2	30.2	14.4	10.5	38.9
PROM	16.6	19.2	15.8		14.6	7.4				3.3	8.7	12.8	6.8	6.2	12.9	23.4	26.6	14.8	21.9	5.8	6.5	5.9	4.5	10.6

Fuente: Elaborado por Oscar Juela

	Periodo sin estadística de niveles
--	------------------------------------

Cuadro 8: 6/11

Año m/d	1988												1989											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	19.4	29.4	15.1	15.7	14.3	16.3	2.1	15.8	16.3	16.9	20.2	2.1										8.2	3.4	
2	17.4	27.1	15.1	16.3	12.6	16.3	9.2	14.2	12.0	14.2	22.3	2.1										3.7	3.4	
3	9.4	18.1	15.4	16.3	13.6	15.7	11.8	12.0	22.6	13.0	21.6	2.1										1.5	3.4	
4	7.1	16.5	14.9	16.3	9.2	15.2	11.8	16.3	18.5	14.2	23.7	2.1										4.9	3.4	
5	5.9	16.0	12.3	16.3	5.7	14.9	30.0	23.7	18.5	21.0	7.0	2.1										4.9	3.4	
6	4.3	10.7	11.0	16.3	33.0	15.2	68.8	14.2	12.5	14.2	26.4	1.0										4.9	3.4	
7	3.9	11.0	11.3	16.3	27.6	16.3	21.9	13.0	15.5	12.0	26.4	1.0										3.4		
8	6.9	11.5	11.5	16.3	24.7	15.7	26.6	12.1	28.9	12.1	23.7									3.4	4.9	2.0		
9	6.0	9.5	15.1	16.3	12.8	13.8	26.6	12.6	27.7	12.5	15.2									3.4	3.4			
10	4.0	20.6	15.6	16.3	2.1	12.6	16.3	21.6	28.1	12.6	11.5									3.4	3.4			
11	3.4	47.1	11.5	14.9	2.1	10.1	16.3	16.3	25.0	11.5	20.7									3.4	3.4			
12	3.5	19.4	10.0	15.4	2.1	70.0	16.6	22.6	23.5	12.6	33.0	3.6								3.4	4.9			
13	8.4	27.8	9.3	14.2	2.1	69.6	16.3	14.2	32.7	12.5	25.5	6.0								3.4	1.2			
14	39.7	20.0	8.8	14.2	2.1	81.1	16.3	12.0		30.9	27.7	13.6								3.4	6.6			
15	17.7	15.7	8.6	14.2	2.1	80.8	16.3	21.6	6.5	35.9	26.8	13.0								3.4	4.9			
16	8.6	15.7	8.5	16.3	2.1	13.6	16.3	29.3	12.1	30.8	18.6	12.6								3.4	4.9			
17	21.9	17.9	8.1	16.3	2.1	16.3	15.1	19.4	16.3	20.2	29.7	12.6								3.4	4.9	2.0		
18	17.3	13.8	33.0	14.6	2.1	16.3	15.2	26.4	27.7	22.3	20.7	12.6								3.4	1.5			
19	14.3	12.1	30.7	16.6	8.4	14.7	15.7	15.2	25.6	21.6	31.7	13.8								3.4	1.5	4.9		
20	18.0	13.6	33.0	16.3	12.8	15.7	14.7	6.0	18.6	33.0	12.0	16.3							3.4	3.4	4.9	4.9		
21	15.7	15.2	32.7	16.3	12.8	15.2	13.6	30.8	12.0	35.9	19.4	16.3							3.4	2.0	3.4	3.4		
22	18.9	12.6		16.3	13.8	14.1	12.6	18.2	18.4	26.4	26.4	16.3							3.4	2.0	3.4	3.4		
23	17.4	12.6	9.2	16.3	13.1	13.0	9.2	20.3	14.2	26.4	14.2	16.3							3.4		3.4	4.9		
24	12.3	10.5	8.1	16.3	14.5	75.6	13.6	15.2	19.4	11.0	13.6	16.3							3.4	2.0	1.0	4.9		
25	11.5	12.9	8.1	16.3	16.3	78.2	11.8	24.0	12.6	12.6	9.2	16.3							3.4		4.9	4.9		
26	11.0	17.4	8.1	16.3	16.3	77.4	7.7	14.2	13.8	16.3	4.1	16.3							3.4	2.0	2.6	3.4		
27	10.0	20.4	24.1	16.3	16.3	79.3	14.2	20.3	17.7	16.3		14.7							3.4		5.9	3.4		
28	11.8	21.3	21.6	16.3	16.3	80.3	35.9	7.0	12.1	12.0		15.7							3.4	2.0	1.0			
29	9.0	20.9	24.0	15.2	16.3	80.1	29.7	17.4		35.9	32.6	15.7							3.4		4.9	3.4		
30	8.6		31.9	14.7	16.3	80.3	35.9	15.2	22.6	28.4	16.6	15.7							4.9	5.0	4.9			
31	17.4		24.0		16.3		18.5	20.2		49.8		16.3							4.9		3.4			
SUMA	380.7	517.3	490.6	475.7	361.9	1133.7	586.6	541.3	531.4	645.0	580.5	292.5							43.6	58.9	120.7	65.8		
MAX	39.7	47.1	33.0	16.6	33.0	81.1	68.8	30.8	32.7	49.8	33.0	16.3							4.9	5.0	8.2	4.9		
PROM	12.3	17.8	16.4	15.9	11.7	37.8	18.9	17.5	19.0	20.8	20.7	10.8							3.6	3.1	3.9	3.7		

Fuente: Elaborado por Oscar Juela

	Periodo sin estadística de niveles
--	------------------------------------

Cuadro 8: 7/11

Año m/d	1990												1991											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	2.0	9.7	1.0		5.6	2.8	6.4	8.5	4.9			6.4	9.8	4.7	8.8	14.9	8.4	9.5	23.7		3.0	2.1	2.3	1.8
2	2.0	7.3	1.0		5.1	3.5	6.8	13.2	4.9			5.6	5.3	14.5	7.1	12.8	7.3	7.4	10.0		2.8	5.8	2.4	2.0
3	2.0	5.7	1.0		5.0	5.4	4.4	7.1	4.9			5.6	3.9	10.1	10.9	11.8	7.5	5.0	4.0		2.3	4.4	1.4	1.0
4	2.0	2.1	1.5		8.1	9.9	5.4	3.3	4.9			8.4	8.9	10.5	10.2	10.7	7.5	4.1	2.6		2.0	4.1	3.0	1.8
5	2.0	4.1	2.1		5.9	6.7	7.2	2.1	1.0			4.3	4.7	6.8	7.9	10.2	7.7	3.8	2.1		1.7	2.8	5.8	1.1
6	2.0	9.7	2.1		4.4	15.1	4.1	1.8	4.9			3.3	3.4	5.3	12.7	20.7	14.0	3.4	1.8		1.6	2.1	4.0	1.4
7	2.0	5.7	2.1	6.4	4.4	10.9	3.1	1.6	4.9			2.6	2.9	4.5	8.6	14.2	11.9	3.2	2.3		1.5	2.0	4.7	1.6
8	2.0	6.0	2.1	12.8	5.3	6.0	2.6	1.6	4.9			2.3	2.6	4.1	7.1	9.7	10.9	3.7	5.1		1.5	4.9	5.1	1.0
9	2.0	2.0	13.2	17.3	4.7	5.3	2.5	1.5	4.9			2.2	3.9	3.8	8.4	10.0	8.1	7.8	2.2		7.5	3.9	3.1	4.9
10	3.4	2.0	24.3	16.3	4.3	8.1	2.7	1.5	4.9			2.0	3.9	3.5	7.5	9.0	9.0	7.2	2.2		8.8	2.6	2.9	1.0
11	4.9	2.0	24.3	13.0	3.9	23.4	3.8	1.4	4.9			1.6	3.0	4.0	7.1	8.4	10.9	3.7	3.5		4.8	2.0	4.9	4.9
12	1.0	2.0	15.8	6.9	4.1	24.6	13.6	1.3	1.0			1.5	2.5	4.4	6.8	7.9	9.2	3.1	4.8		2.5	1.3	8.0	4.9
13	1.0	2.1	7.3	6.2	5.3	12.6	15.9	1.5	1.0			1.3	2.1	3.8	6.2	13.9	5.9	2.6	4.0		1.8	1.0	3.2	4.9
14	2.1	3.1	16.2	5.0	5.3	6.9	5.0	1.3	1.0			1.1	1.9	6.6	5.7	27.5	8.9	2.5	6.8		1.7	4.9	2.3	3.4
15	2.1	4.1	25.1	4.1	4.1	5.3	3.5	4.3	1.0			1.4	1.6	7.4	7.5	14.0	7.5	2.3	16.0		1.6	4.9	1.7	4.2
16	4.1	4.1	24.7	6.1	5.0	6.1	3.1	6.4	4.9			6.8	1.3	11.0	6.8	9.3	7.1	2.1	8.7		1.6	4.9	1.4	1.8
17	4.1	4.1	18.2	6.0	15.6	12.1	3.0	6.3	4.9			14.4	1.6	7.6	5.0	8.4	5.3	2.1	3.8		1.8	4.9	1.3	1.5
18	7.3	4.1	12.1	8.2	9.8	7.8	3.7	2.6	4.9			13.4	1.6	4.5	11.2	7.5	4.7	2.1	2.9		1.6	4.9	1.1	1.1
19	7.3	4.1	9.7	7.6	19.8	4.1	2.6	1.8	4.9	2.1	4.9	2.2	5.3	10.5	6.8	4.7	2.0	2.5		1.9	1.1	1.0	1.0	
20	12.1	2.1	7.3	4.7	9.0	3.5	2.3	1.8	4.9	3.5	3.3	3.3	3.6	17.0	6.4	5.1	1.8	6.8		2.3	1.4	1.2	1.1	
21	12.1	2.1	5.7	4.7	4.1	13.5	2.1	1.7	4.9	2.1	3.5	3.0	4.9	16.6	8.0	5.7	2.1	3.8		5.6	6.5	1.2	1.1	
22	12.1	2.1	4.1	5.3	3.3	12.1	2.3	1.5	4.9	2.8	2.6	10.4	4.9	14.6	12.2	5.6	3.5	3.0		2.5	1.5	1.6	1.0	
23	24.3	4.9	4.1	5.9	3.1	9.6	4.4	1.5	4.9	9.1	8.6	7.2	17.1	12.3	18.5	4.5	6.1	6.1		2.2	4.9	1.0	1.5	
24	25.1	4.9	4.1	13.8	2.7	5.3	3.0	1.8	4.9	6.4	5.1	4.8	69.5	24.8	18.5	4.3	3.3	5.6		2.1	4.9	4.9	1.2	
25	25.5	4.9	4.1	17.8	2.3	10.3	1.9	2.5	4.9	5.4	6.4	7.3	27.2	29.9	27.3	5.8	3.0	3.4		2.2	4.9	4.9	1.0	
26	26.7	4.9	5.7	10.9	2.1	15.9	1.7	4.9	4.9	7.9	5.6	10.4	15.3	51.6	11.9	4.3	2.5	2.5	1.2	1.8	4.9	4.9	4.9	
27	25.9	1.0	7.3	7.3	1.9	6.9	1.5	2.9	4.9	6.6	3.2	9.1	12.1	23.6	7.5	4.3	4.1		1.3	1.7	1.5	1.0	4.9	
28	24.3	1.5	7.3	5.9	1.9	6.1	1.0	2.8	4.9	5.9	2.4	10.6	9.3	16.6	6.8	5.0	6.5		3.5	1.8	2.2	2.3	1.2	
29	4.1		7.3	6.2	1.7	4.4	1.8	2.1	4.9	4.7	2.2	10.6		14.4	8.1	9.8	25.6		12.5	1.9	2.8	1.1	3.0	
30	4.1		9.7	6.2	1.6	4.8	2.8	1.7	4.9	11.3	2.8	16.0		18.4	7.9	10.9	23.6		6.0	2.4	1.5	4.9	3.7	
31	4.1		12.1		1.8		2.4	1.3				18.7	7.3		21.5		6.9			3.7		1.2		2.3
SUMA	255.7	112.4	282.6	204.6	161.2	269.0	126.6	95.6	127.9		67.8	153.5	167.1	286.3	417.3	360.8	228.7	159.7	140.2	28.2	78.5	102.9	88.7	72.3
MAX	26.7	9.7	25.1	17.8	19.8	24.6	15.9	13.2	4.9		11.3	18.7	16.0	69.5	51.6	27.5	14.0	25.6	23.7	12.5	8.8	6.5	8.0	4.9
PROM	8.2	4.0	9.1	8.5	5.2	9.0	4.1	3.1	4.3		5.7	5.0	5.4	10.2	13.5	12.0	7.4	5.3	5.4	4.7	2.6	3.3	3.0	2.3

Fuente: Elaborado por Oscar Juela

	Periodo sin estadística de niveles
--	------------------------------------

Cuadro 8: 8/11

Año m/d	1992												1993											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1.5	1.8	15.0	4.7	5.3	5.6	5.6	3.7	1.2	1.1	4.9				24.3	7.3	12.1	14.1	8.6	7.3				9.0
2	1.7	1.6	10.7	4.7	8.4	17.0	4.8	2.6	1.4	4.9	4.9				24.3	8.6	12.1	13.5	8.6	7.3				8.6
3	1.3	13.1	18.1	6.5	5.6	8.4	14.2	3.9	2.4	4.9	1.0				12.1	8.8	8.4	13.8	4.1	12.8				9.0
4	2.7	4.1	15.5	5.1	4.7	4.1	4.1	2.5	2.1	4.9	1.0				12.1	10.8	6.8	7.3	5.0	13.5				4.5
5	14.8	2.8	11.2	8.1	5.9	2.9	8.4	5.9	4.0	4.9	1.0				24.3	12.8	7.3	8.6	4.1	13.5				4.5
6	9.5	3.3	9.1	28.1	4.9	2.9	10.8	4.1	16.2	1.2	2.1				25.5	13.5	12.1	8.6	5.0	13.5				8.2
7	10.1	5.5	7.6	24.8	9.8	2.6	18.2	2.8	4.1	1.1	2.4				25.9	7.3	12.1	5.6	6.1	24.3				4.8
8	3.4	6.5	7.0	22.0	6.6	4.8	8.4	2.1	12.4	1.3	2.8				19.0	8.4	14.6	5.4	8.0	24.7				4.8
9	2.6	13.8	7.7	12.7	4.7	2.1	9.5	2.0	10.3	4.9	1.0				12.1	4.1	14.6	5.3	8.6	24.7				8.0
10	2.3	7.7	11.5	8.1	6.7	2.0	6.8	2.0	6.2	3.1	1.0				12.1	4.8	11.0	5.1	4.1	12.1				13.3
11	1.8	3.9	9.9	20.4	14.2	1.0	3.1	2.0	3.5	3.1	4.9				13.5	5.6	7.3	3.5	4.5	12.1				17.4
12	1.7	3.2	7.7	29.3	19.7	2.1	3.7	2.5	6.0	1.5	4.9				18.9	8.4	7.3	2.4	3.0	12.8				52.8
13	1.6	4.4	5.3	13.5	13.4	24.3	3.0	3.9	4.5	1.2	3.4				24.3	24.3	5.7	2.6	1.2	13.5				22.4
14	3.7	5.0	4.7	9.5	7.8	25.9	3.6	5.2	5.5	4.9	3.4				9.7	24.7	4.1	3.0	1.5	14.1				30.3
15	2.0	3.4	13.8	8.1	5.6	25.5	4.8	2.9	4.9	2.6	4.9				9.0	24.7	4.1	1.2	2.1	14.6				29.8
16	2.7	3.0	30.7	8.9	4.6	12.1	8.8	8.8	5.3	5.0	4.9				8.6	24.3	5.6	1.2	3.0	14.6				17.1
17	1.6	2.6	14.2	15.0	5.0	11.0	21.3	3.9	5.2	4.9	4.9				4.1	24.3	4.8	1.0	3.0	13.3				24.6
18	1.3	4.7	10.5	11.5	8.9	8.0	11.7	3.6	4.9	4.9	4.9				5.6	12.1	4.8	1.0	2.6	14.6				25.3
19	2.0	5.8	15.4	10.7	4.7	6.4	14.7	4.6	4.5		4.9				5.6	12.8	4.1	1.5	4.1	24.3				20.2
20	8.8	4.3	7.6	8.6	4.4	4.1	9.5	7.8	4.6	4.9	1.2				6.4	13.5	4.8	2.1	4.5	24.3				12.6
21	4.8	4.1	12.5	10.0	4.1	2.6	6.9	7.2	4.5	4.9	3.0				8.0	10.4	5.6	2.6	5.0	25.1				11.5
22	2.2	10.8	7.2	8.0	5.6	4.8	4.9	6.3	3.0	4.9	3.6				9.0	8.0	7.3	2.6	5.0	24.7				11.2
23	1.6	30.5	10.9	7.3	5.0	5.0	4.3	9.2	1.9	4.9	4.5				10.8	8.6	9.5	4.1	5.0	24.3				10.9
24	1.3	24.6	10.5	17.8	4.8	5.6	8.8	4.1	1.8	4.9	7.0				14.6	8.0	9.5	3.1	2.1	25.1				12.8
25	1.1	15.9	9.4	23.1	6.2	5.6	4.1	2.8	1.6	3.4	8.6				14.6	8.0	12.1	2.1	2.1	24.7				11.8
26	1.5	8.8	5.9	7.3	4.2	5.3	3.0	2.3	1.8	4.9	13.3				8.9	4.1	13.5	3.4	3.4	12.1				27.9
27	2.6	6.7	5.3	7.0	2.6	5.0	3.0	1.7	3.3	4.9	10.4				10.5	4.8	14.1	4.5	4.1	12.1				44.0
28	5.6	8.9	5.6	6.2	4.8	5.6	2.8	1.7	4.3	4.9	5.7				11.3	6.4	13.3	6.1	4.5	5.7				35.4
29	2.7	10.8	11.4	6.6	4.1	5.3	2.5	1.6	1.9	1.0	4.5				12.1	7.3	7.3	8.0	3.5	4.1				17.6
30	2.3		6.2	6.8	4.5	4.8	2.3	1.6	1.5	4.9	2.6				13.5	12.1	8.4	8.6	2.6	4.5				14.5
31	2.0		5.0		5.6		5.6	1.6		4.9					10.4		9.5		2.6	6.1				12.6
SUMA	104.8	221.6	323.1	360.4	202.4	222.4	223.2	116.9	134.8	114.6	127.7				421.1	338.8	273.8	151.9	131.6	480.4				537.4
MAX	14.8	30.5	30.7	29.3	19.7	25.9	21.3	9.2	16.2	5.0	13.3				25.9	24.7	14.6	14.1	8.6	25.1				52.8
PROM	3.4	7.6	10.4	12.0	6.5	7.4	7.2	3.8	4.5	3.7	4.3				13.6	11.3	8.8	5.1	4.2	15.5				17.3

Fuente: Elaborado por Oscar Juela

 Periodo sin estadística de niveles

Cuadro 8: 9/11

Año m/d	1994												1995											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	22.8	104.2	49.4	49.4	30.4	22.8	22.8	10.9	30.4	30.4	30.4	22.8	29.8	36.3	19.2	29.8	26.9	80.3	19.2	15.1	11.7	19.2		43.9
2	22.8	73.9	49.4	49.4	30.4	39.1	22.8	10.9	30.4	22.8	30.4	22.8	29.8	29.8	24.1	29.8	29.8	73.1	24.1	19.2	12.0	24.1		43.9
3	22.8	60.9	88.3	49.4	30.4	39.1	30.4	10.9	16.3	22.8	30.4	30.4	40.1	19.2	27.4	26.9	26.9	36.3	26.9	19.2	17.2	25.8		43.9
4	39.1	60.9	88.3	49.4	30.4	49.4	30.4	6.6	16.3	30.4	30.4	30.4	40.7	27.4	29.8	36.3	24.1	40.7	29.8	19.2	19.2	27.4		29.8
5	39.1	73.9	73.9		30.4	39.1	30.4	6.6	10.9	30.4	22.8	30.4	40.7	27.4	29.8	36.3	24.1	26.9	29.8	19.2	15.1	29.8		29.8
6	39.1	73.9	73.9		30.4	30.4	22.8	6.6	10.9	30.4	22.8	30.4	73.1	28.6	29.8	43.9	27.4	29.8	36.3	24.1	17.5	33.1		29.8
7	30.4	73.9	60.9		22.8		22.8		10.9	22.8		22.8	54.7	29.8	27.4	24.1	27.4	24.1	36.3	26.9	15.1	43.9		29.8
8	30.4	73.9	49.4	30.4	16.3	30.4	30.4	10.9	6.6	22.8	22.8	22.8	36.3	36.3	24.1	26.9	29.8	26.9	43.9	29.8	19.2	43.9		36.3
9	39.1	60.9	49.4	30.4	16.3	22.8	30.4	10.9	6.6	16.3	30.4	22.8	24.1	40.1	40.1	24.5	29.8	29.8	43.9	29.8	24.1	26.9		38.5
10	39.1	60.9	49.4	30.4	16.3	22.8	49.4	16.3	6.6	16.3	30.4	22.8	29.8	36.8	42.3	19.2	33.1	24.1	24.1	23.6	29.8	29.8		40.7
11	39.1	60.9	39.1	22.8	16.3	16.3	49.4	16.3	10.9	16.3	30.4	22.8	15.1	24.5	40.7	17.5	38.5	26.9	26.9	17.5	22.4	22.4		40.7
12	30.4	60.9	49.4	22.8	22.8	16.3	49.4	16.3	10.9	22.8	30.4	30.4	19.2	24.5	43.9	24.1	38.5	38.5	22.4	15.1	17.2	15.1		43.9
13	30.4	60.9	49.4	22.8	22.8	16.3	49.4	22.8	16.3	22.8	22.8	39.1	19.2	31.7	29.8	27.4	40.1	42.3	17.2	19.2	19.2	18.6		24.1
14	39.1	49.4	60.9	22.8	22.8	22.8	39.1	22.8	16.3	22.8	16.3	49.4	24.1	25.8	15.1	29.8	36.8	43.9	19.2	19.2	24.1	19.2		29.8
15	30.4	49.4	60.9	30.4	22.8	22.8	30.4	22.8	16.3	22.8	16.3	49.4	26.9	25.8	19.2	29.8	29.8	34.0	19.2	19.2	29.8	24.1		24.1
16	30.4	49.4	60.9	30.4	30.4	22.8	30.4	22.8	22.8	22.8	10.9	49.4	33.1	27.4	24.1	36.3	26.9	29.8	8.8	8.8	26.9	29.8		36.3
17	39.1	49.4		30.4	30.4	22.8	30.4	10.9	22.8	22.8	10.9	30.4	19.2	29.8	26.9	40.1	29.8	29.8	8.8	10.2	26.9	29.8		40.1
18	49.4	49.4		30.4	30.4	30.4	39.1	10.9	22.8	22.8	10.9	30.4	29.8	29.8	36.3	43.9	29.8	33.1	11.1	11.7	33.1	29.8		43.9
19	49.4	49.4		30.4		30.4		10.9	16.3		16.3		24.1	38.5	42.3	24.1	26.9	36.3	10.5	9.6	38.5	29.8		43.9
20	39.1	39.1	49.4	22.8	16.3	49.4	30.4	16.3	22.8	16.3	16.3	30.4	24.1	43.9	24.1	27.4	26.9	43.9	11.1	10.5	40.7	36.3		43.9
21	30.4	60.9	49.4	49.4	16.3	49.4	30.4	16.3	22.8	16.3	16.3	30.4	40.7	40.7	29.8	27.4	36.3	26.9	11.7	8.8	24.1	40.1		43.9
22	30.4	49.4	39.1	49.4	16.3	39.1	30.4	16.3	30.4	16.3	16.3	30.4	38.5	38.5	24.5	29.8	43.9	30.4	11.7	11.7	26.8	43.9		34.0
23	30.4	49.4	39.1	49.4	22.8	30.4	49.4	22.8	30.4	22.8	22.8	30.4	73.1	36.3	19.2	29.8	29.8	29.8	11.7	11.7	29.8	34.0		26.9
24	22.8	60.9	49.4	49.4	30.4	49.4	39.1	22.8	30.4	22.8	22.8	30.4	73.1	38.5	26.9	15.1	29.8	15.1	15.1	15.1	29.8	29.8		34.0
25	30.4	60.9	49.4	49.4	30.4	49.4	30.4	22.8	30.4	30.4	22.8	22.8	43.9	40.7	38.5	19.2	29.8	17.2	15.1	15.1	17.2	15.1		54.7
26	30.4	73.9	60.9	49.4	16.3	49.4	16.3	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	43.9	35.3	40.7	21.7	27.4	19.2	17.2	14.0	19.2	17.2		73.1
27	30.4	49.4	73.9	49.4	16.3	30.4	16.3	22.8	30.4	16.3	22.8	22.8	73.1	29.8	26.9	26.9	29.8	24.1	19.7	29.8	19.2	19.2		74.3
28	30.4	49.4	60.9	39.1	16.3	30.4	16.3	22.8	49.4	16.3	30.4	30.4	54.7	29.8	25.8	29.8	73.1	26.9	8.8	10.5	24.1	21.7		59.7
29	30.4		60.9	30.4	22.8	30.4	22.8	22.8	49.4	22.8	30.4	30.4	40.7		27.4	33.1	77.8	29.8	10.2	10.5	29.8	29.8		40.1
30	60.9		73.9	49.4	22.8	30.4	30.4	22.8	30.4	22.8	22.8	22.8	35.3		28.6	43.9	77.8	29.8	11.7	10.5	29.8	36.3		34.0
31	104.2		22.8		22.8		16.3	22.8		22.8		22.8	33.1		28.6		77.8		15.1	8.8		43.9		33.1
SUMA	1131.9	1690.3	1582.4	1019.6	701.9	934.5	938.2	500.4	650.2	669.3	661.8	885.9	1184.0	903.0	913.3	874.8	1136.6	999.7	617.5	513.6	709.5	889.8		1244.9
MAX	104.2	104.2	88.3	49.4	30.4	49.4	49.4	22.8	49.4	30.4	30.4	49.4	73.1	43.9	43.9	43.9	77.8	80.3	43.9	29.8	40.7	43.9		74.3
PROM	36.5	60.4	56.5	37.8	23.4	32.2	31.3	16.7	21.7	22.3	22.8	29.5	38.2	32.3	29.5	29.2	36.7	33.3	19.9	16.6	23.7	28.7		40.2

Fuente: Elaborado por Oscar Juela

 Periodo sin estadística de niveles

Cuadro 8: 10/11

Año m/d	1996												1997											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	30.4	16.3	16.3	16.3	30.4	10.9	22.8	16.3	22.8	10.9	16.3	10.9	6.6	22.8	30.4	10.9	6.6	6.6	10.9	3.4	4.9	3.4	4.9	16.3
2	30.4	16.3	10.9	16.3	39.1	16.3	16.3	10.9	22.8	10.9	10.9	6.6	6.6	39.1	39.1	10.9	4.9	6.6	6.6	3.4	4.9	3.4	4.9	6.6
3	30.4	16.3	39.1	16.3	39.1	16.3	16.3	10.9	22.8	3.4	10.9	10.9	6.6	30.4	30.4	10.9	39.1	6.6	4.9	30.4	4.9	3.4	4.9	6.6
4	30.4	16.3	30.4	16.3	30.4	16.3	10.9	6.6	22.8	3.4	10.9	10.9	6.6	30.4	39.1	10.9	30.4	4.9	4.9	4.9	4.9	3.4	6.6	4.9
5	30.4	16.3	22.8	16.3	22.8	22.8	10.9	6.6	22.8	3.4	10.9	10.9	6.6	30.4	22.8		39.1	4.9	4.9	4.9	4.9	3.4	4.9	10.9
6	30.4	16.3	16.3		22.8	16.3	10.9	6.6	22.8	3.4	16.3	10.9	10.9	22.8	10.9		22.8	4.9	4.9	4.9		4.9	3.4	10.9
7	22.8	16.3	49.4		16.3		10.9		22.8	4.9		10.9	10.9	22.8	16.3		10.9		6.6			4.9		10.9
8	22.8	22.8	39.1	16.3	16.3	10.9	10.9	16.3	22.8	4.9	10.9	10.9	10.9	22.8	16.3	10.9	10.9	4.9	16.3	16.3	4.9	4.9	4.9	22.8
9	22.8	22.8	60.9	10.9	10.9	10.9	10.9	30.4	16.3	4.9	10.9	6.6	10.9	49.4	6.6	39.1	16.3	4.9	16.3	16.3	4.9	3.4	6.6	10.9
10	22.8	22.8	60.9	16.3	10.9	10.9	10.9	22.8	16.3	4.9	10.9	6.6	10.9	39.1	16.3	16.3	22.8	6.6	6.6	16.3	4.9	3.4	6.6	6.6
11	30.4	22.8	30.4	16.3	10.9	10.9	10.9	22.8	16.3	4.9	6.6	16.3	6.6	30.4	22.8	6.6	16.3	6.6	4.9	22.8	6.6	3.4	4.9	4.9
12	30.4	30.4	30.4	16.3	16.3	10.9	16.3	10.9	16.3	3.4	6.6	22.8	10.9	22.8	22.8	4.9	10.9	6.6	3.4	22.8	6.6	3.4	3.4	4.9
13	30.4	30.4	49.4	16.3	16.3	10.9	30.4	10.9	16.3	3.4	6.6	16.3	10.9	30.4	16.3	22.8	6.6	6.6	3.4	22.8	6.6	2.0	3.4	4.9
14	30.4	30.4	30.4	16.3	10.9	10.9	16.3	10.9	16.3	3.4	6.6	16.3	10.9	30.4	16.3	16.3	6.6	4.9	22.8	22.8	4.9	2.0	6.6	6.6
15	30.4	30.4	30.4	30.4	10.9	10.9	10.9	6.6	22.8	3.4	6.6	10.9	16.3	39.1	16.3	10.9	10.9	4.9	16.3	22.8	4.9	2.0	6.6	16.3
16	30.4	30.4	39.1	39.1	10.9	10.9	10.9	6.6	22.8	4.9	6.6	6.6	16.3	49.4	16.3	16.3	6.6	3.4	22.8	30.4	6.6	2.0	4.9	22.8
17	30.4	22.8	30.4	16.3	10.9	10.9	16.3	6.6	22.8	3.4	6.6	6.6	10.9	39.1		16.3	6.6	3.4	39.1	22.8	6.6	3.4	3.4	6.6
18	30.4	10.9		16.3	16.3	10.9	16.3	10.9	22.8	3.4	10.9	6.6	10.9	49.4		30.4	6.6	3.4	16.3		6.6	2.0	3.4	6.6
19	22.8	10.9		16.3		10.9		10.9	16.3		6.6		16.3	49.4		39.1		6.6			4.9		3.4	
20	22.8	10.9	30.4	16.3	10.9	10.9	39.1	10.9	16.3	4.9	6.6	6.6	16.3	49.4	16.3	39.1	10.9	6.6	6.6	16.3	4.9	6.6	3.4	4.9
21	22.8	30.4	22.8	10.9	10.9	10.9	30.4	6.6	16.3	3.4	6.6	6.6	16.3	49.4	22.8	39.1	22.8	4.9	6.6	16.3	6.6	4.9	3.4	6.6
22	22.8	16.3	22.8	10.9	10.9	10.9	16.3	6.6	16.3	3.4	6.6	6.6	22.8	39.1	10.9	16.3	16.3	10.9	4.9	16.3	6.6	4.9	3.4	6.6
23	16.3	22.8	22.8	10.9	10.9	10.9	22.8	6.6	16.3	3.4	6.6	6.6	22.8	39.1	10.9	22.8	10.9	10.9	4.9	10.9	4.9	4.9	4.9	16.3
24	16.3	16.3	22.8	10.9	6.6	39.1	16.3	10.9	16.3	3.4	6.6	10.9	30.4	30.4	10.9	16.3	6.6	4.9	4.9	6.6	4.9	3.4	4.9	6.6
25	16.3	10.9	22.8	10.9	6.6	30.4	10.9	16.3	16.3	3.4	10.9	16.3	30.4	30.4	10.9	16.3	10.9	4.9	4.9	6.6	3.4	4.9	4.9	16.3
26	16.3	22.8	22.8	10.9	6.6	16.3	10.9	22.8	16.3	3.4	10.9	22.8	30.4	49.4	16.3	16.3	16.3	4.9	4.9	4.9	3.4	4.9	6.6	10.9
27	22.8	10.9	16.3	16.3	6.6	10.9	10.9	22.8	16.3	4.9	10.9	16.3	22.8	30.4	10.9	16.3	6.6	6.6	4.9	4.9	4.9	3.4	6.6	6.6
28	22.8	16.3	16.3	10.9	6.6	10.9	6.6	22.8	22.8	4.9	10.9	10.9	16.3	60.9	10.9	16.3	6.6	6.6	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	6.6
29	22.8	30.4	16.3	10.9	10.9	16.3	6.6	22.8	22.8	6.6	10.9	10.9	16.3		16.3	22.8	6.6	6.6	3.4	4.9	3.4	4.9	30.4	6.6
30	16.3		22.8	10.9	22.8	39.1	16.3	22.8	22.8	6.6	10.9	10.9	22.8		10.9	6.6	4.9	10.9		4.9	3.4	4.9	22.8	6.6
31	16.3		22.8		10.9		30.4	22.8		22.8		6.6	22.8		10.9		4.9			4.9		6.6		6.6
SUMA	773.4	589.2	847.8	438.6	462.8	435.5	476.7	418.4	585.8	156.0	270.2	329.7	467.1	1028.6	497.2	501.0	398.5	175.6	262.6	370.1	144.7	117.8	183.6	281.6
MAX	30.4	30.4	60.9	39.1	39.1	39.1	39.1	30.4	22.8	22.8	16.3	22.8	30.4	60.9	39.1	39.1	39.1	10.9	39.1	30.4	6.6	6.6	30.4	22.8
PROM	24.9	20.3	29.2	15.7	15.4	15.0	15.9	13.9	19.5	5.2	9.3	11.0	15.1	36.7	17.8	18.6	13.3	6.1	9.4	13.2	5.2	3.9	6.3	9.4

Fuente: Elaborado por Oscar Juella

 Periodo sin estadística de niveles

Cuadro 8: 11/11

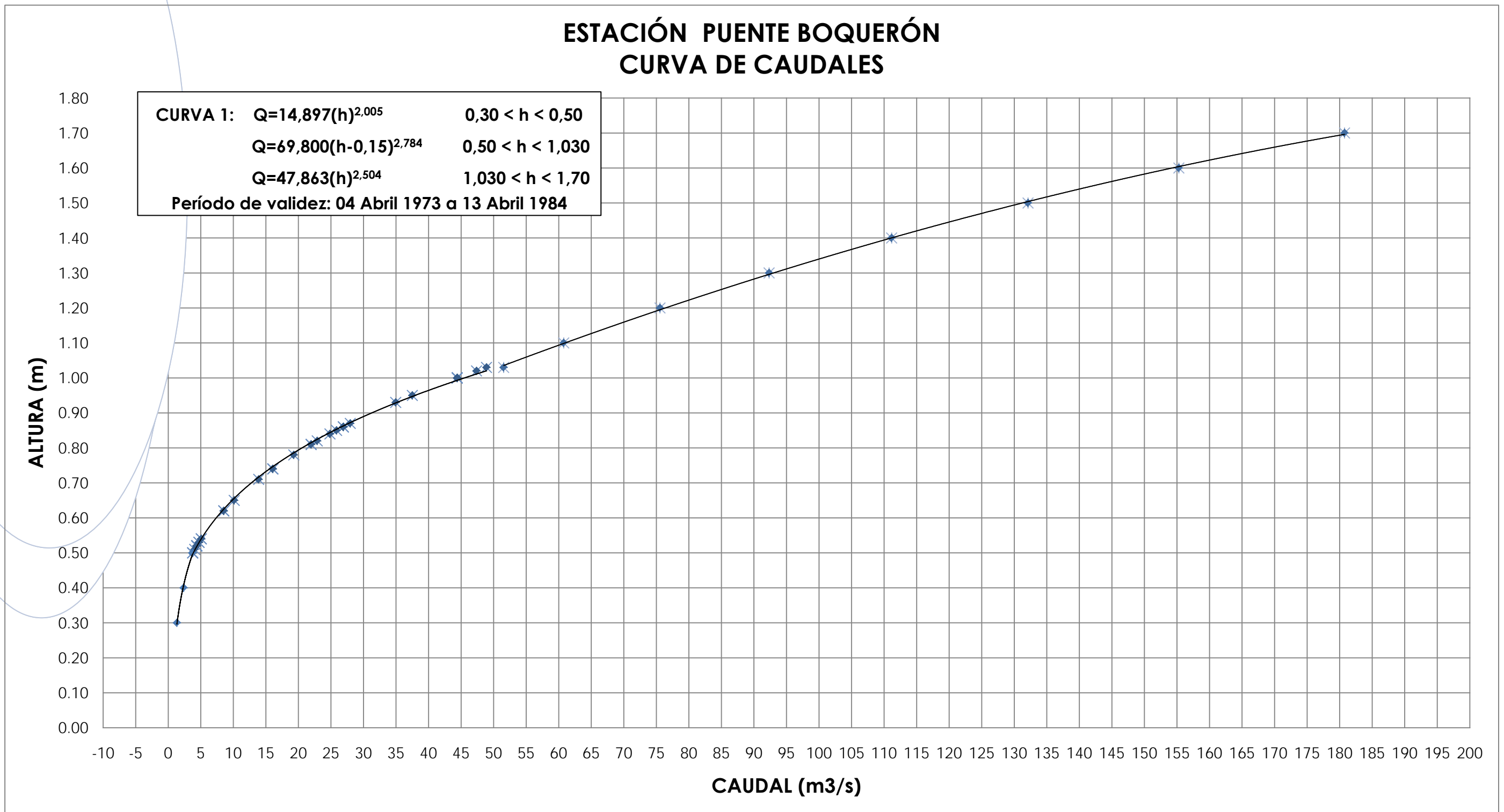
Año m/d	1998												1999											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	19.2	29.8	99.0	99.0	43.9	1.2	3.2	1.3	3.4	1.7	1.3	3.2	3.2	40.7	36.3	29.8	43.9	19.2	37.2	10.2	5.6	1.7	2.9	2.9
2	19.7	33.1	100.4	101.9	36.8	1.0	4.7	1.0	1.2	1.3	1.0	2.3	4.7	43.9	29.8	36.3	38.5	15.1	24.4	39.9	4.2	1.7	2.8	3.7
3	20.2	40.1	93.3	103.3	29.8	1.0	6.5	3.4	1.3	1.2	3.4	1.3	3.9	36.8	33.1	33.1	40.7	21.7	11.1	65.9	3.0	2.1	2.3	2.4
4	24.1	73.1	85.3	104.8	26.9	2.1	4.9	1.1	1.7	1.2	1.1	1.2	3.2	26.9	36.3	24.5	42.3	26.9	8.2	11.9	4.6	2.1	2.2	2.7
5	29.8	74.3	58.5	99.0	24.1	3.2	2.7	1.2	2.1	1.1	1.3	1.1	2.7	21.7	43.9	19.2	43.9	36.3	8.0	6.8	6.0	2.5	2.6	2.9
6	33.1	80.4	43.9	104.8	21.7	4.7	1.7	1.3	2.7	1.1	1.3	3.4	1.7	19.2	73.1	17.5	73.1	33.1	26.2	5.5	4.4	2.0	2.7	5.0
7	40.7	85.3	24.1	109.5	19.2	6.5	1.0	1.3	2.5	3.4		2.0	1.3	17.5	85.3	19.2	74.3	26.9	36.6	4.2	3.4	3.5	2.3	4.8
8	42.3	92.2	17.2	114.1	15.1	10.2	3.4	1.7	2.1	3.4	2.1	2.0	3.4	19.2	86.6	24.1	74.3	21.7	52.4	6.8	3.9	2.9	2.5	3.7
9	43.9	99.0	19.2	122.4	42.4	11.7	1.7	2.4	1.7	1.1	2.7	3.4	2.0	21.7	87.9	29.8	74.3	19.2	17.2	7.9	4.3	2.2	2.0	3.1
10	40.7	85.3	21.7	140.0	11.7	36.3	2.1	2.7	1.3	1.3	3.0	3.4	3.4	25.8	99.0	36.3	80.4	15.1	12.9	3.2	3.3	1.6	1.9	2.9
11	38.5	77.8	26.9	149.1	8.8	58.5	1.3	3.0	1.0	1.3	3.2	3.4	1.3	28.6	101.9	43.9	79.2	11.7	9.8	3.2	2.9	15.0	2.3	2.7
12	33.1	75.4	43.9	122.4	6.5	73.1	1.7	3.2	3.4	1.2	3.9	1.1	1.7	29.8	107.9	43.9	73.1	10.5	8.7	2.5	2.5	12.9	1.9	2.7
13	29.8	43.9	43.9	106.5	8.8	43.9	2.7	4.7	3.4	1.1	5.2	1.1	2.1	36.3	111.0	36.3	58.5	9.6	7.3	2.1	2.2	4.9	1.8	2.7
14	26.9	40.1	40.1	96.2	19.2	36.3	4.7	5.7	1.1	3.4	5.7	1.3	2.7	38.5	108.1	36.3	43.9	6.5	7.2	2.1	2.2	3.7	2.0	1.9
15	24.1	36.3	73.1	89.3	17.2	29.8	6.5	6.5	1.3	3.4	5.9	1.3	3.2	43.9	122.4	43.9	43.9	5.7	5.7	1.3	2.4	2.3	1.6	2.0
16	24.5	29.8	75.4	85.3	15.1	29.8	4.7	6.5	1.3	3.4	6.5	2.1	3.2	43.9	114.1	43.9	40.1	4.7	8.0	1.7	2.3	1.7	1.5	2.1
17	19.2	29.8	77.8	85.3	11.7	2.0	3.2	3.2	1.1	1.1	8.8	2.1	4.7	43.9	114.1	43.9	36.3	5.6	25.9	2.6	2.5	8.1	1.5	1.9
18	17.2	29.8	73.1	79.2	5.6	2.0	2.7	3.2	3.4	1.2	10.2	2.4	5.7	58.5	99.0	43.9	40.1	7.7	12.0	4.2	2.3	4.1	1.5	1.4
19	15.1	29.8	58.5	75.5	2.7	2.0	2.1	1.3	3.4	1.2	11.1	2.7	6.5	79.2	99.0	36.3	43.9	10.2	9.0	6.6	2.2	2.7	1.5	1.1
20	17.2	24.1	43.9	77.8	1.7	1.7	1.3	2.3	1.1	1.0	11.7	3.2	8.8	86.6	85.3	40.7	40.1	11.1	9.0	3.1	1.6	2.6	1.4	1.2
21	17.2	19.2	40.1	81.6	1.0	11.8	1.3	3.9	1.1	1.2	14.1	2.3	9.6	86.6	79.2	42.3	36.3	13.4	11.6	2.3	1.5	2.4	1.3	1.1
22	15.1	21.7	36.8	76.6	1.0	84.1	1.0	4.7	1.2	1.3	17.2	1.3	10.5	79.2	73.1	58.5	43.9	19.2	10.4	3.0	2.5	1.7	1.3	2.5
23	29.8	26.9	29.8	73.1	1.3	17.9	3.4	3.9	1.3	2.7	15.5	1.0	11.1	58.5	54.7	76.7	58.5	15.1	11.6	4.4	2.4	1.6	1.2	2.7
24	29.8	26.9	24.1	77.8	1.3	8.8	1.2	3.2	1.3	3.2	11.7	3.4	11.7	43.9	33.1	76.7	43.9	11.7	9.2	4.2	2.4	2.5	1.0	36.3
25	26.9	29.8	19.2	76.6	1.0	13.4	1.3	1.3	1.2	2.1	9.6	3.4	13.4	36.3	29.8	43.9	42.3	8.8	24.7	8.0	1.9	2.5	1.1	33.1
26	24.1	36.3	19.2	76.6	1.0	21.7	1.3	2.1	1.2	1.7	9.6	2.0	17.2	29.8	26.9	43.9	40.0	6.5	24.2	45.8	2.1	3.4	1.0	29.8
27	19.2	43.9	29.5	73.1	2.1	3.4	2.1	2.7	1.7	1.3	7.7	2.0	21.7	26.9	24.1	43.9	37.8	6.4	8.7	24.8	1.7	4.4	3.4	29.8
28	17.2	73.1	71.4	43.9	2.1	1.4	2.7	2.7	2.1	3.4	5.6	1.0	29.8	24.1	19.2	43.9	33.1	5.5	8.4	11.3	1.7	6.1	1.1	26.9
29	21.7		106.5	43.9	1.3	1.3	2.7	1.7	2.7	2.0	4.9	1.3	29.8		19.2	43.9	26.9	4.6	22.2	8.8	1.5	4.0	1.4	26.9
30	24.1		114.1	36.3	1.9	2.7	1.3	1.3	3.2	2.0	3.9	2.7	40.1		24.1	36.3	24.1	8.3	65.4	7.6	1.5	4.2	1.8	33.1
31	29.8		99.0		1.3		1.0	3.4		1.0		3.2	42.3		29.8		19.2		16.9	6.8		3.4		43.9
SUMA	814.2	1387.2	1708.9	2724.9	384.2	523.5	82.1	87.9	57.4	56.9	189.2	67.5	306.6	1147.9	2087.3	1192.8	1490.8	418.0	550.1	318.7	85.0	116.5	55.8	319.9
MAX	43.9	99.0	114.1	149.1	43.9	84.1	6.5	6.5	3.4	3.4	17.2	3.4	42.3	86.6	122.4	76.7	80.4	36.3	65.4	65.9	6.0	15.0	3.4	43.9
PROM	26.3	49.5	55.1	90.8	12.4	17.4	2.6	2.8	1.9	1.8	6.5	2.2	9.9	41.0	67.3	39.8	48.1	13.9	17.7	10.3	2.8	3.8	1.9	10.3

Fuente: Elaborado por Oscar Juella

 Periodo sin estadística de niveles

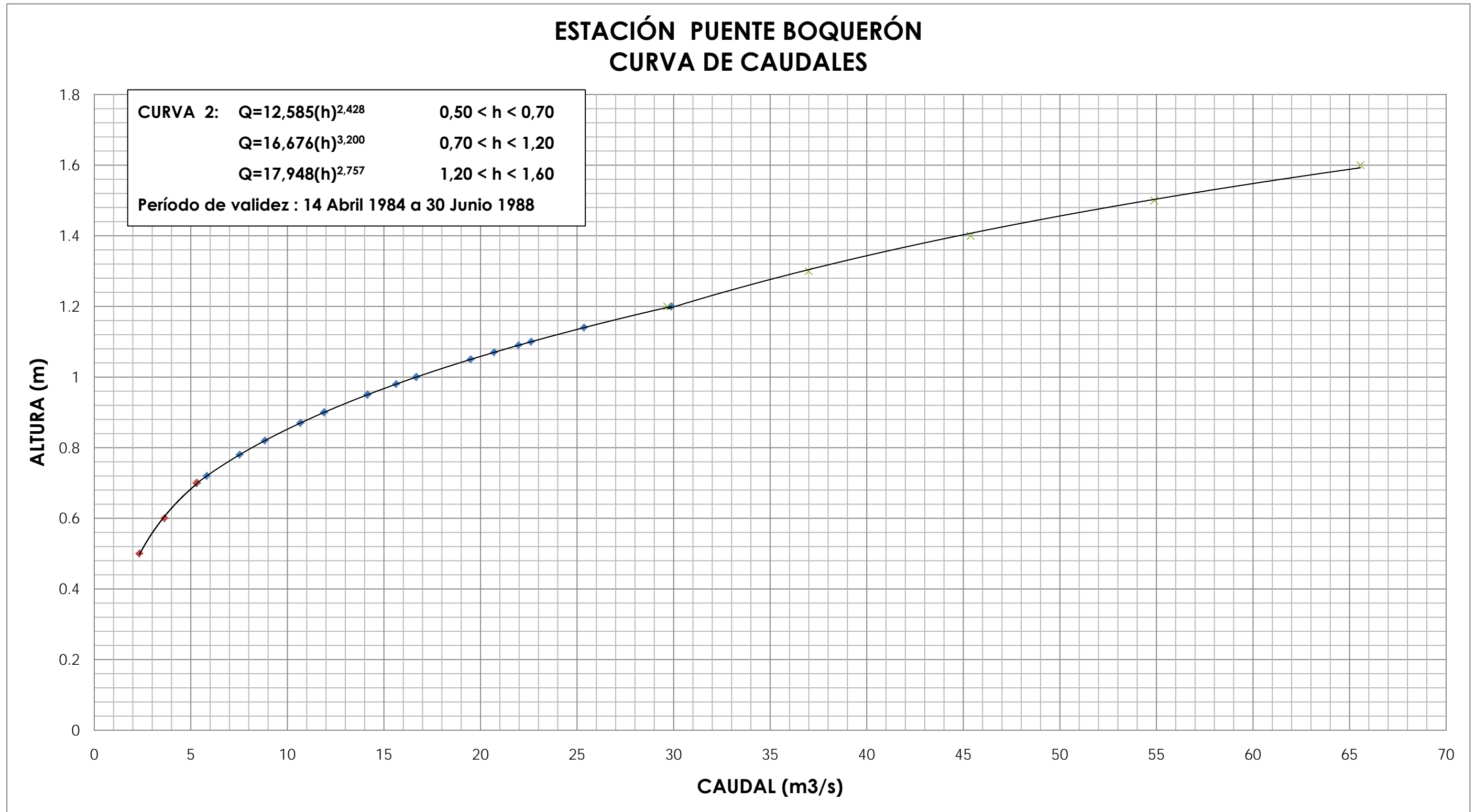
de descarga

Curva: 1/3



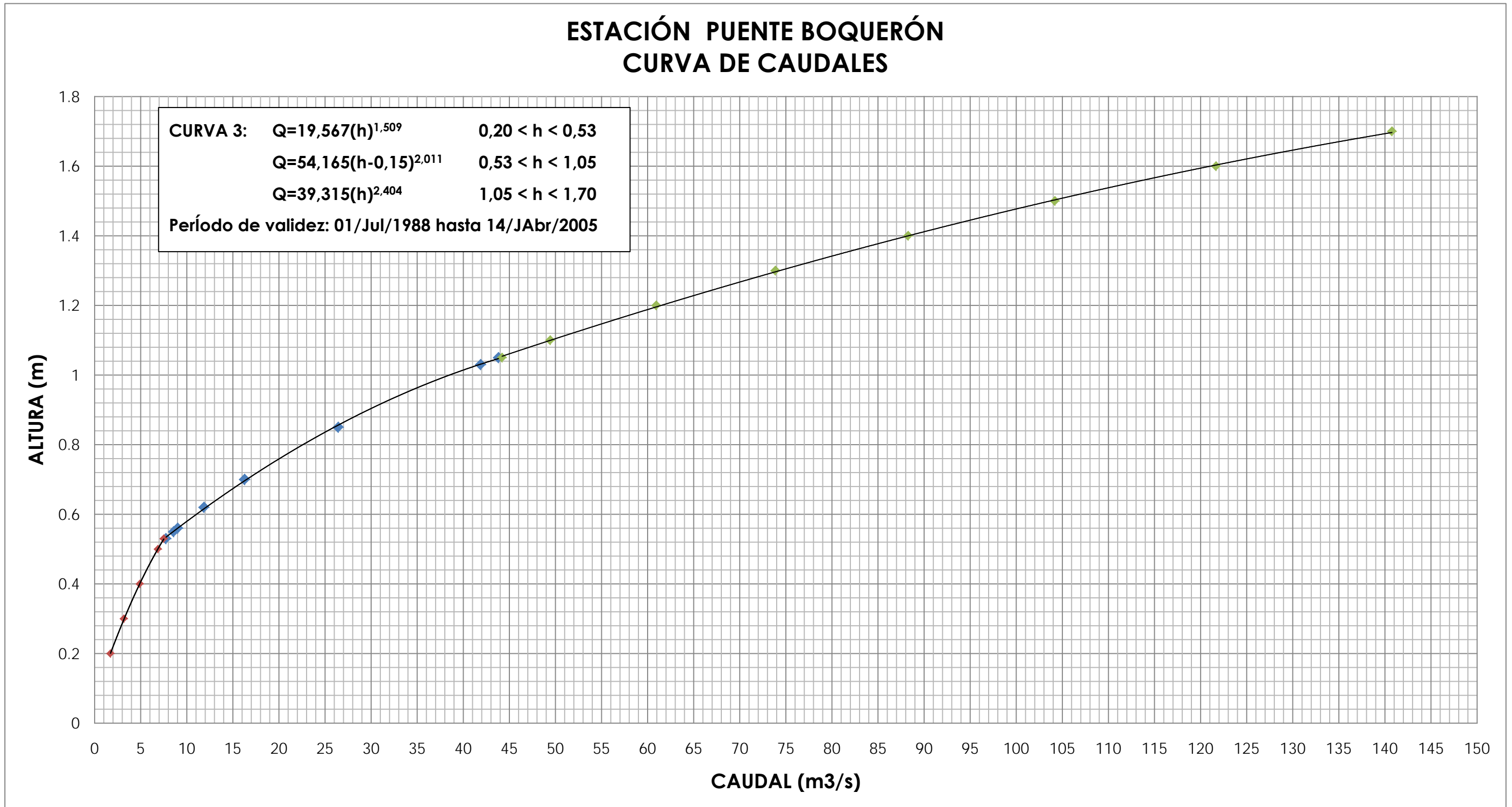
Fuente: Elaborado por Oscar Juela

Fig. 6. Curva de descarga 1



Fuente: Elaborado por Oscar Juela

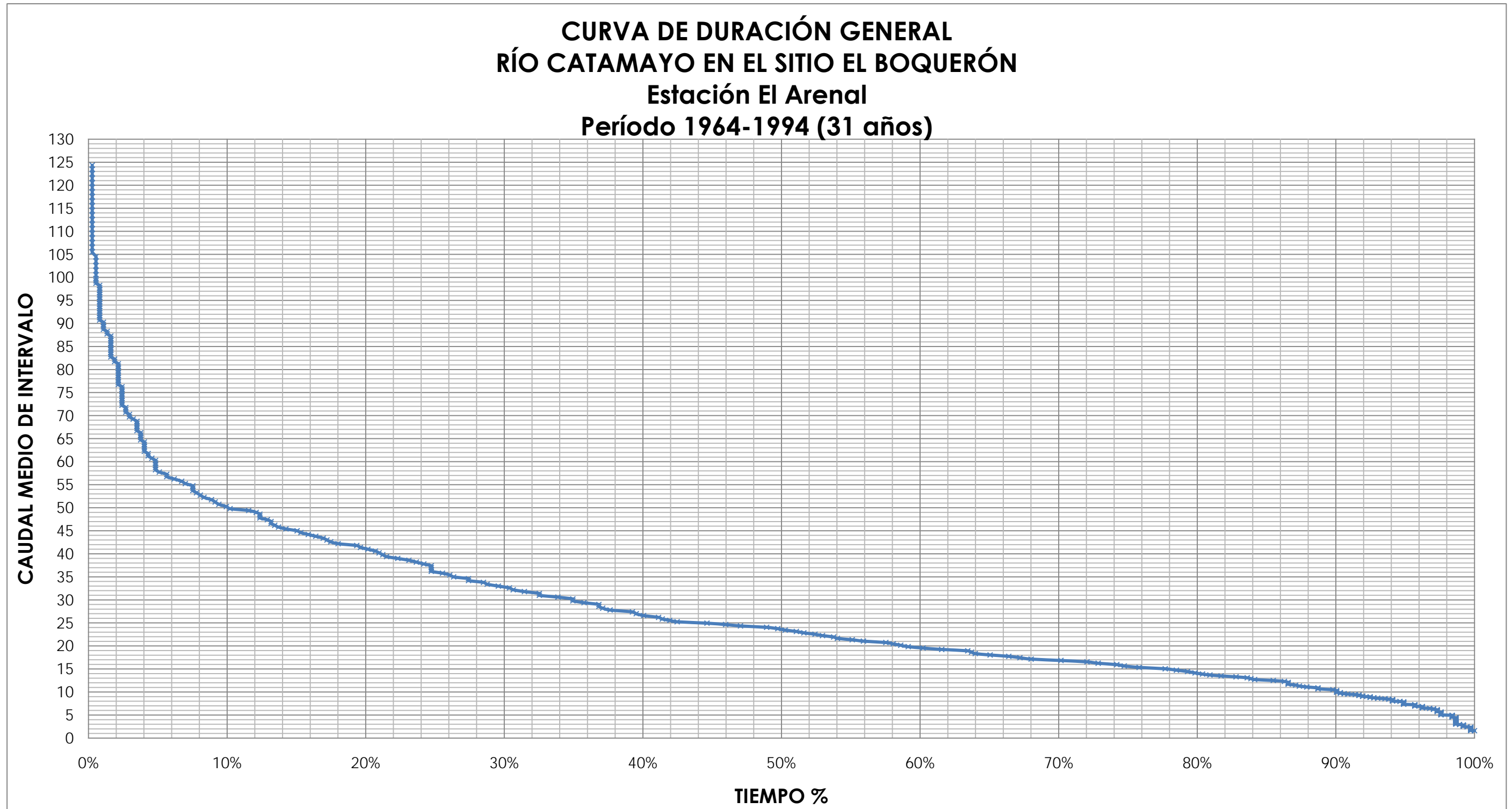
Fig. 7. Curva de descarga 2



Fuente: Elaborado por Oscar Juella

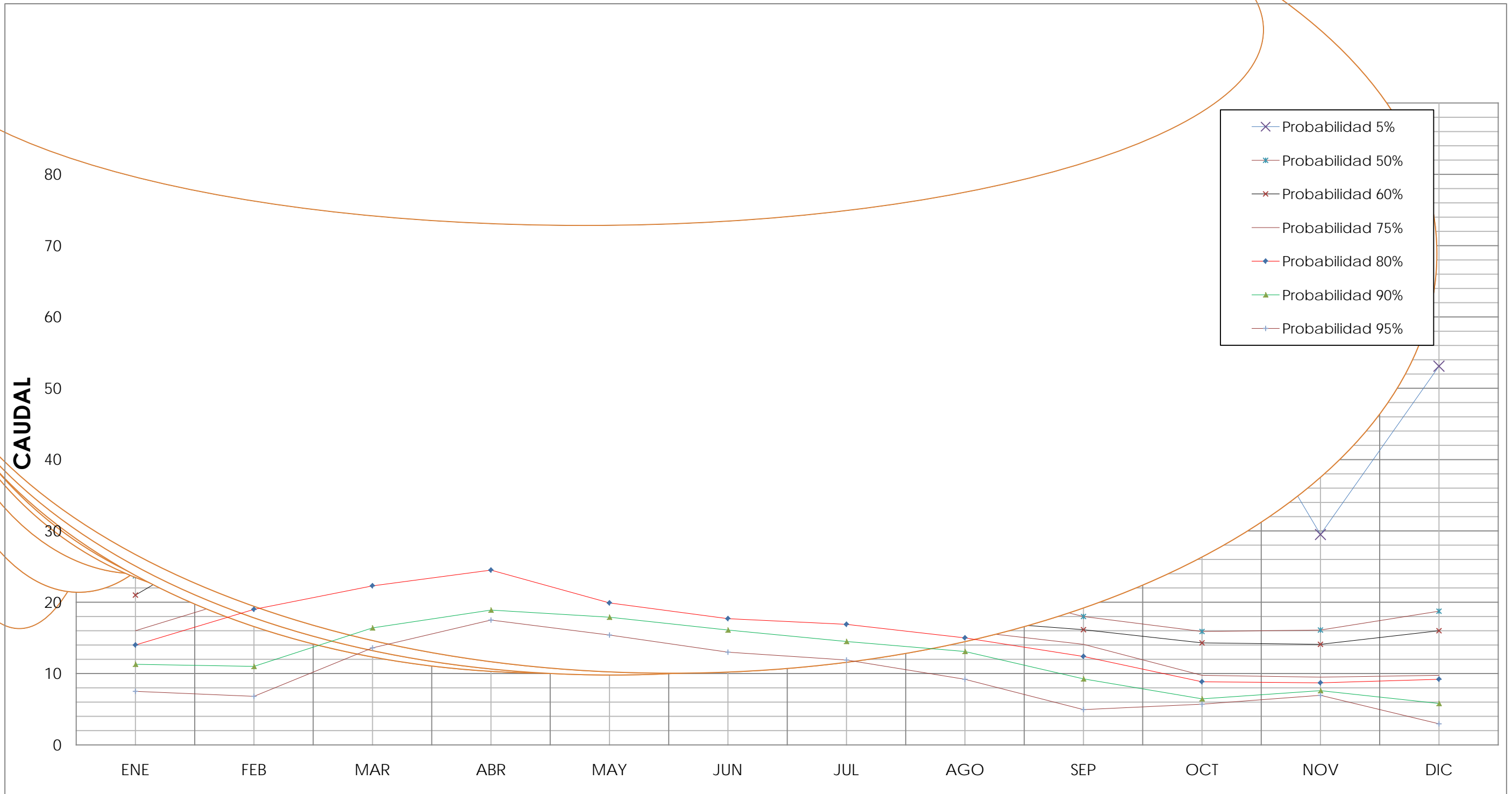
Fig. 8. Curva de descarga 3

Anexo. 4: Curva de duración general



Fuente: Elaborado por Oscar Juera

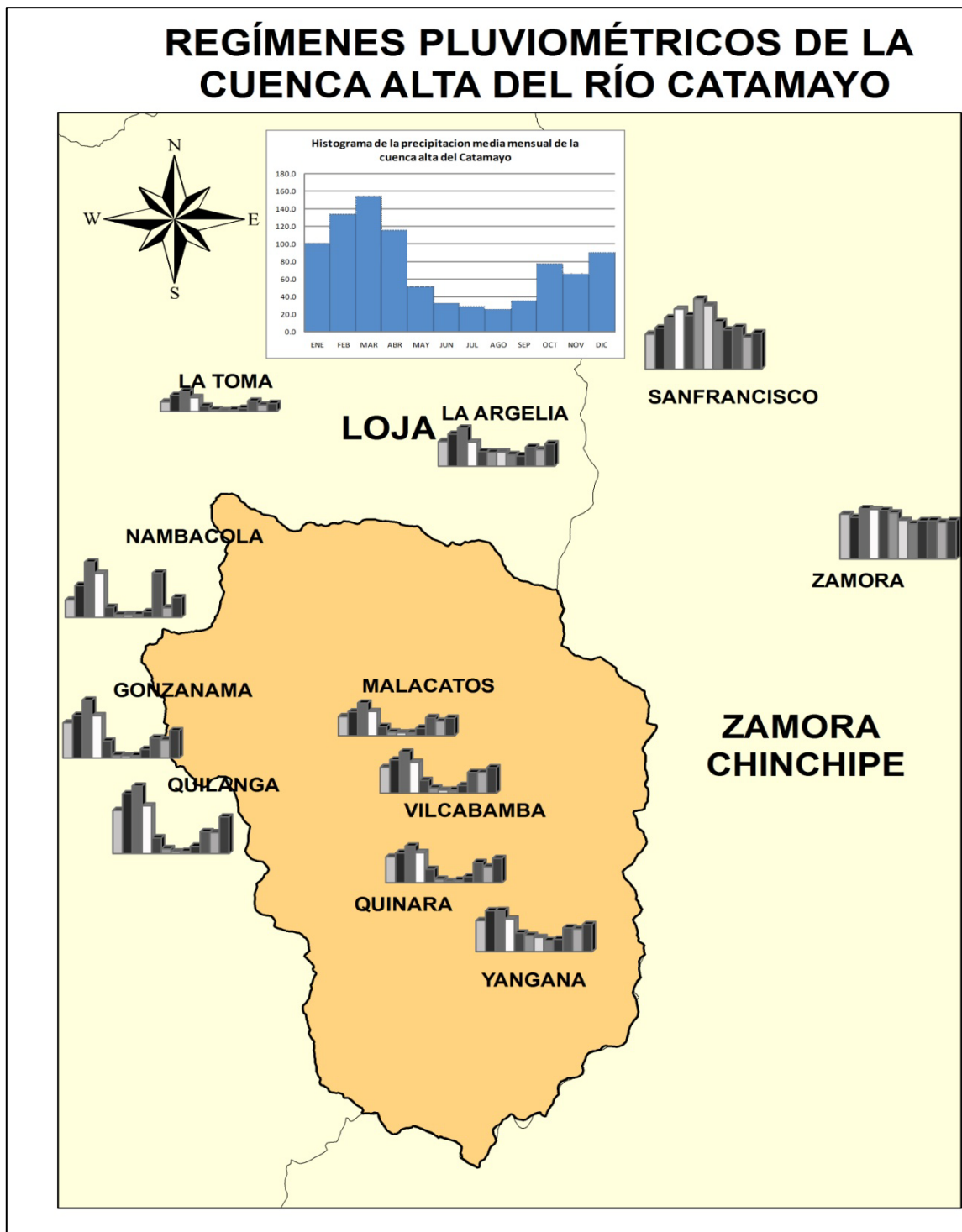
Fig. 9. Curva de duración general



Fuente: Elaborado por Oscar Juela

Fig. 10. Curva de variación estacional

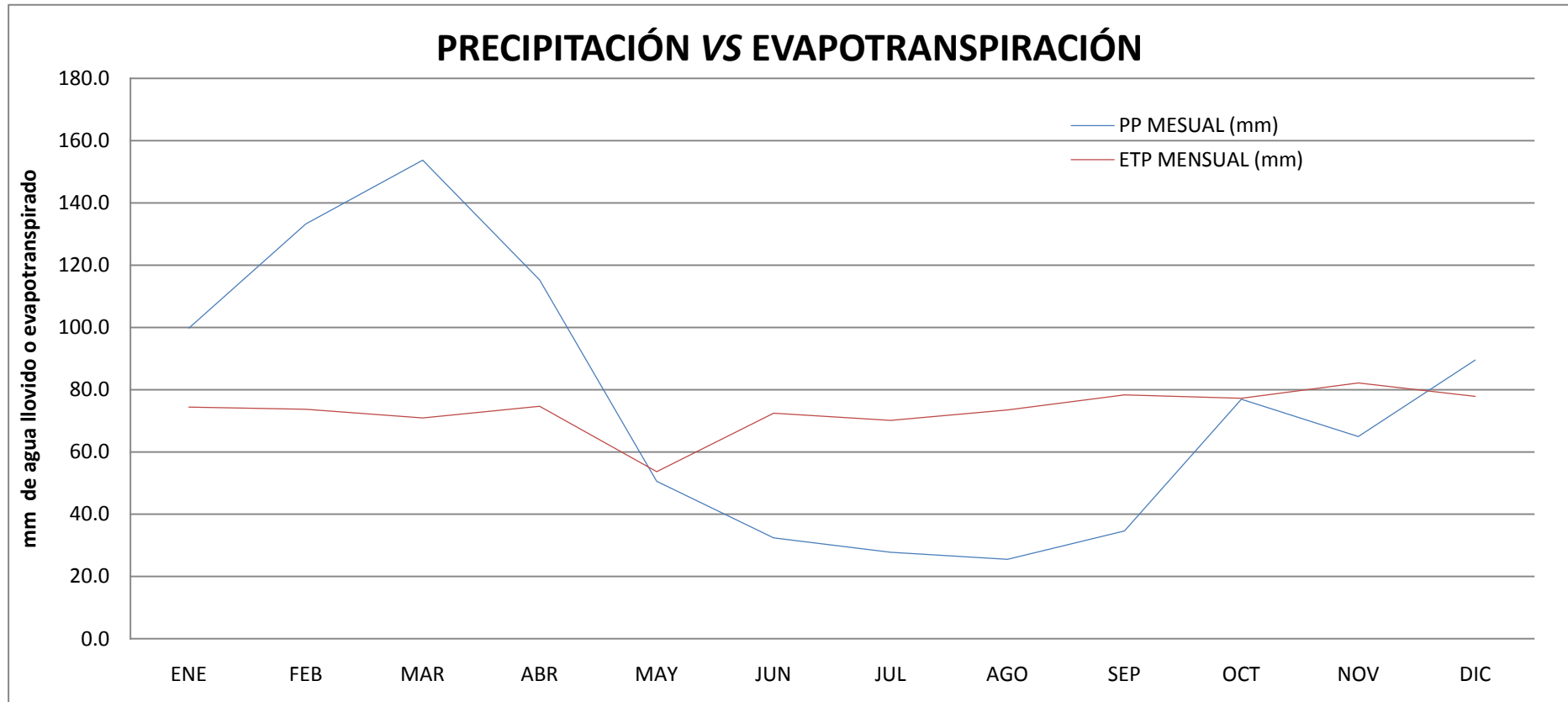
Anexo. 6: Histograma de distribución de la precipitación en la zona de estudio.



Fuente: Elaborado por Oscar Juela

Fig. 11. Histograma de precipitación de la cuenca alta del río Catamayo

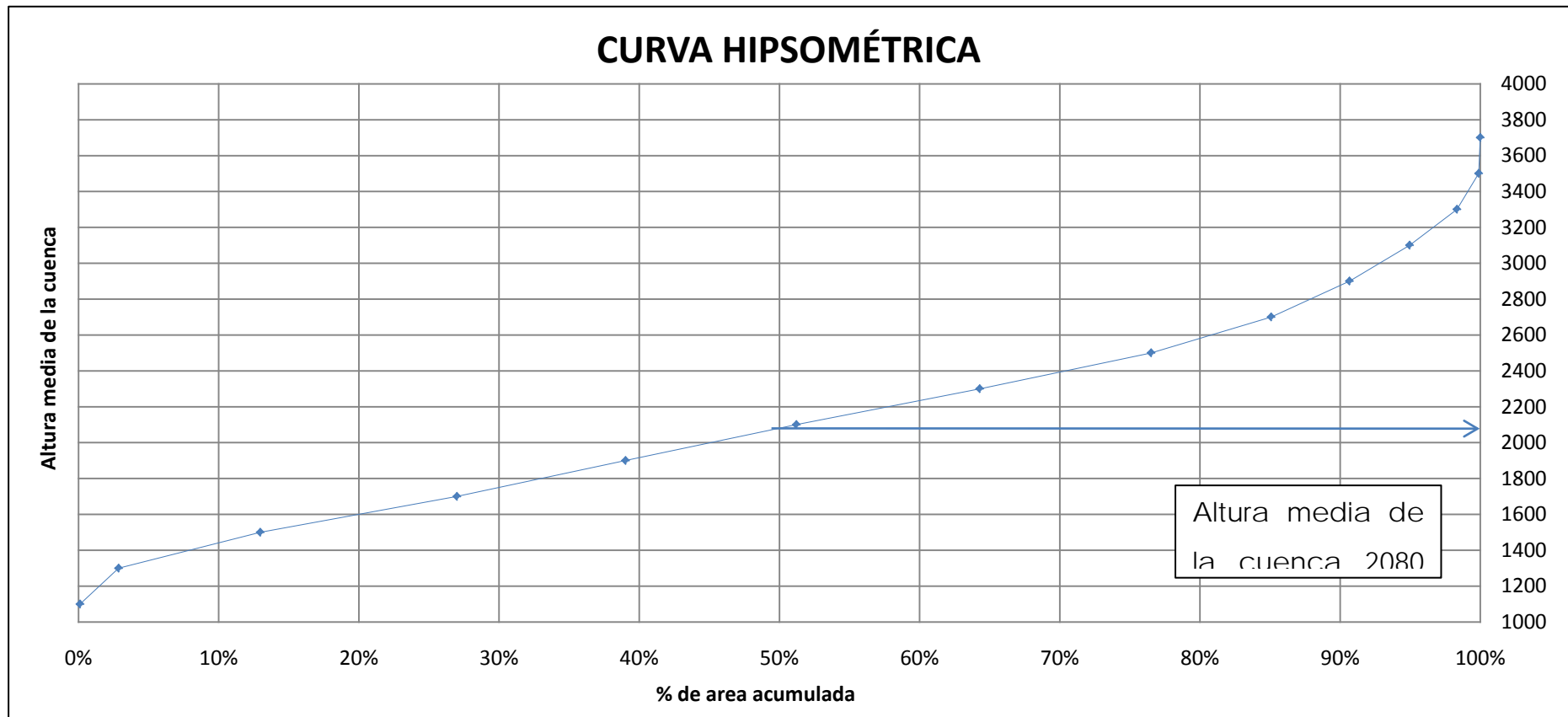
Anexo. 7: Relación entre precipitación vs evapotranspiración.



Fuente: Elaborado por Oscar Juela

Fig. 12. Precipitación vs Evapotranspiración

Anexo. 8: Curva hipsométrica



Fuente: Elaborado por Oscar Juera

Fig. 13. Altura media de la cuenca, a partir de la curva hipsométrica.

Anexo. 9: Cuadros de precipitación y temperatura media de la cuenca**Cuadro 9.** Precipitación media de la cuenca.

PRECIPITACIÓN MEDIA DE LA CUENCA	
MES	PROMEDIO ISOYETAS
ENERO	99.8
FEBRERO	133.2
MARZO	153.7
ABRIL	115.2
MAYO	50.6
JUNIO	32.4
JULIO	27.8
AGOSTO	25.5
SEPTIEMBRE	34.6
OCTUBRE	76.9
NOVIEMBRE	64.9
DICIEMBRE	89.5
MEDIA ANUAL	910.9

Fuente: Elaborado por Oscar Juela

Cuadro 10. Temperatura media de la cuenca.

TEMPERATURA MEDIA DE LA CUENCA	
MES	PROMEDIO ISOTERMAS
ENERO	19.8
FEBRERO	19.7
MARZO	19.3
ABRIL	19.8
MAYO	16.8
JUNIO	19.5
JULIO	19.2
AGOSTO	19.7
SEPTIEMBRE	20.3
OCTUBRE	20.1
NOVIEMBRE	20.8
DICIEMBRE	20.2
MEDIA ANUAL	19.8

Fuente: Elaborado por Oscar Juela

Anexo. 10: Tabla para el cálculo de la evapotranspiración**Tabla 2.** Factor de corrección f, por duración media de las horas sol expresada en unidades de 30 días, con 12 horas de sol cada una.

Latitud	E	F	M	A	M	Jn	Jl	A	S	O	N	D	
NORTE	50	0.74	0.78	1.02	1.15	1.33	1.36	1.37	1.25	1.06	0.92	0.76	0.70
	45	0.80		1.02	1.13	1.28	1.29	1.31	1.21	1.04	0.94	0.79	0.75
	40	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
	35	0.87	0.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	0.97	0.86	0.85
	30	0.90	0.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.20	1.14	1.03	0.98	0.89	0.88
	25	0.93	0.89	1.03	1.06	1.15	1.14	1.71	1.12	1.02	0.99	0.91	0.91
	20	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	0.93	0.94
	15	0.97	0.91	1.03	1.04	1.11	1.08	1.12	1.08	1.02	1.01	0.95	0.97
	10	0.98	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
	5	1.00	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05	1.01	1.03	0.99	0.10
0	1.02	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.00	1.04	
SUR	5	1.04	0.95	1.04	1.00	1.02	0.99	1.02	1.03	1.00	1.05	1.03	1.06
	10	1.08	0.97	1.05	0.99	1.01	0.96	1.00	1.01	1.00	1.06	1.05	1.10
	15	1.12	0.98	1.05	0.98	0.98	0.94	0.97	1.00	1.00	1.07	1.07	1.12
	20	1.14	1.00	1.05	0.97	0.96	0.91	0.95	0.99	1.00	1.08	1.09	1.15
	25	1.17	1.01	1.05	0.96	0.94	0.88	0.93	0.98	1.00	1.10	1.11	1.18
	30	1.20	1.03	1.06	0.95	0.92	0.85	0.90	0.96	1.00	1.12	1.14	1.21
	35	1.23	1.04	1.06	0.94	0.89	0.82	0.87	0.94	1.00	1.13	1.17	1.25
	40	1.27	1.06	1.07	0.93	0.86	0.78	0.84	0.92	1.00	1.15	1.20	1.29
	45	1.31	1.10	1.07	0.91	0.81	0.71	0.78	0.90	0.99	1.17	1.26	1.36
	50	1.37	1.12	1.08	0.89	0.77	0.67	0.74	0.88	0.99	1.19	1.29	1.41

Anexo. 11: Tabla para el cálculo de la infiltración.

Tabla 3. Parámetros para el cálculo del coeficiente de escurrimiento C.

COBERTURA DEL SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)				
		> 50	20-50	5-20	1-5	0-1
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosque, vegetación densa	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Anexo. 12: Fotografías del estado actual de la estación hidrométrica El Arenal en el sitio El Boquerón.



Fig. 14. Río Catamayo aguas arriba de la estación hidrométrica El Arenal.



Fig. 15. Georeferenciación de la estación hidrométrica El Arenal.



Fig. 16. Estación hidrométrica El Arenal totalmente inoperante.



Fig. 17. Estación hidrométrica El Arenal destruida por socavación.



Fig. 18. Estado actual del limnigrafo y limnómetro en la estación El Arenal.



Fig. 19. Cable y carro con el que cuenta actualmente la estación hidrométrica El Arenal.



Fig. 20. Vista panorámica de la estación hidrométrica El Arenal.



Fig. 21. Limnómetro de la estación hidrométrica El Arenal.

Anexo. 13: Fotografías de la cuenca alta del río Catamayo.



Fig. 22. Panorámica de la parte baja de la cuenca, hasta el puente El Boquerón.



Fig. 23. Estado actual de la cobertura vegetal en la parte baja de la cuenca del Catamayo.



Fig. 24. Panorámica de la parte media alta de la cuenca, desde la parte alta del valle de Vilcabamba.



Fig. 25. Estado actual de la cobertura vegetal en la parte media alta de la cuenca del Catamayo.



Fig. 26. Panorámica de las áreas con vegetación natural de la parte media alta de la cuenca del Catamayo.



Fig. 27. Intervención antropológica en las partes altas de la cuenca del Catamayo.



Fig. 28. Cobertura vegetal de la Cuenca del Campana-Malacatos.



Fig. 29. Panorámica de la cuenca alta del Campana-Malacatos.



Fig. 30. Afluentes del río Campana – Malacatos.



Fig. 31. Río campana, afluente del río Catamayo.



Fig. 32. Río Campana-Malacatos aguas abajo del sistema de riego que lleva el mismo nombre.

Anexo. 14: Sistemas de cultivos y deforestación.



Fig. 33. Sistema de cultivos existentes en el sector La Era



Fig. 34. Sistemas agrícolas de cultivos.

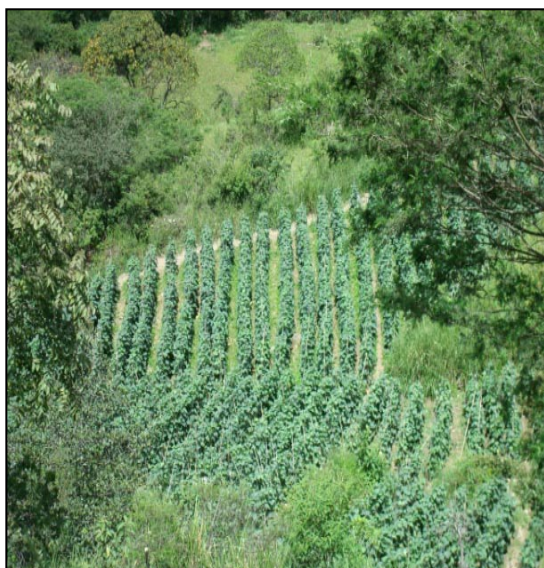


Fig. 35. Cultivo de pepino sembrado siguiendo las curvas de nivel, uno de los más predominantes del sector.



Fig. 36. Suelos degradados debido a la falta de prácticas de conservación de suelos.



Fig. 37. Cultivo de maíz en el sector Malacatos



Fig. 38. Inexistente cubierta vegetal debido al mal manejo de cultivos.



Fig. 39. Tierras abandonadas por su baja fertilidad y falta de lluvias.



Fig. 40. Vegetación natural de faique en la parte baja de la Cuenca Catamayo.



Fig. 41. Incremento de la frontera agrícola producto de la deforestación.



Fig. 42. Quema de la cobertura vegetal, para ampliar la frontera agrícola.



Fig. 43. Superficie que será utilizada para la siembra de cultivos, en el sector Juanes-El Tambo-Catamayo.

Anexo. 15: Difusión de los resultados obtenidos en el estudio (día de campo).



Fig. 44. Estudiantes de la carrera de Ingeniería Agrícola invitados a la difusión de resultados.



Fig. 45. Tesista receptando sugerencias en la socialización de resultados.



Fig. 46. Docentes y estudiantes invitados a la difusión de resultados.



Fig. 47. Presentación de resultados.



Fig. 48. Miembros de la comisión académica de la carrera de Ingeniería agrícola.



Fig. 49. Comisión académica realizando observaciones de los resultados expuestos.



Fig. 50. Exposición de los resultados a los estudiantes y docentes invitados en el día de campo.