



REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - ANA
DIRECCION DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRAULICOS
MULTISECTORIALES



P E R F I L

Afianzamiento Hídrico de la Cuenca Vilcasit-Tacabamba-Chota



ANEXO I: HIDROLOGIA

Lima, Febrero 2010

INDICE

	Pág.
1.0 INTRODUCCION Y ALCANCES	3
1.1 GENERALIDADES	3
1.2 EL PROYECTO	3
1.3 INFORMACION BÁSICA	4
1.3.1 Cartografía	4
1.3.2 Estudios Anteriores	5
1.3.3 Hidrometereológica	5
2.0 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA	12
2.1 HIDROGRAFIA	12
2.2 SUBCUENCAS INTERESADAS	13
2.2.1 Subcuenca Tuspon	13
2.2.2 Subcuenca Quebrada Vista Alegre	13
2.2.3 Subcuenca Quebrada Pusanga	14
2.3 FISIOGRAFÍA	14
2.3.1 Bosque Muy Húmedo - Subtropical (bmh-S)	14
2.3.2 Bosque Muy Húmedo - Montano Subtropical (bmh-MS)	15
2.4 PARAMETROS HIDROFISIOGRÁFICOS	15
2.4.1 Área de Cuenca	15
2.4.2 Densidad de Drenaje	16
2.4.3 Forma de la Cuenca	16
2.4.4 Altitud	18
2.4.5 Perímetro (P)	22
2.4.6 Longitud Mayor (L)	22
2.4.7 Pendiente Media (Ic)	22

3.0	CLIMATOLOGIA	23
3.1	GENERALIDADES	23
3.2	TEMPERATURA	23
3.3	HUMEDAD RELATIVA	23
3.4	EVAPORACION	24
4.0	PRECIPITACION	26
4.1	GENERALIDADES	26
4.2	ANALISIS DE LA INFORMACION PLUVIOMETRICA DISPONIBLE	26
4.3	VARIACION ESTACIONAL	26
5.0	CAUDALES	28
5.1	INFORMACION HIDROMETRICA	28
5.2	TRANSFERENCIA DE INFORMACION	31
5.3	DISPONIBILIDAD DE CAUDAL AL 75%	35
5.4	CAUDAL ECOLOGICO	35
6.0	ANALISIS DE AVENIDAS	36
7.0	DEMANDA DE AGUA	38
7.1	GENERALIDADES	38
7.2	REVISION DE DOCUMENTACION EXISTENTE	38
7.3	TRABAJO DE CAMPO	43
7.4	CEDULA DE CULTIVO EXISTENTE	43
7.5	SUELOS	45
7.6	CEDULA DE CULTIVO PROPUESTA CON PROYECTO	45
7.7	DEMANDA DE AGUA	47
7.8	BALANCE HIDRICO	57
8.0	ANEXOS	
ANEXO A	: Planos en Autocad Plano de Accesos Plano Sub cuenca Tuspon Plano Sub Cuenca Vista Alegre Plano Sub Cuenca Pusanga	
ANEXO B	: Planos en SIG Mapa de Ubicación Mapa de zonas de Vida	

Mapa de Cobertura Vegetal

ANEXO C : Datos Precipitación Tacabamba

1.0 INTRODUCCION Y ALCANCES

1.1 GENERALIDADES

El presente informe resume los estudios hidrológicos desarrollados con el propósito de precisar los principales parámetros climáticos del área del Proyecto Irrigación Tacabamba, con particular referencia a la disponibilidad de los recursos hídricos del río Tuspon y las quebradas Pusanga y Vista Alegre perteneciente a la cuenca del río Tacabamba. Los ríos de la Vertiente del Amazonas se caracterizan por presentar altos caudales, debido a la alta pluviosidad de la zona

El Perú posee tres regiones geográficas claramente definidas:

- En primer lugar la Costa (i), comprendida entre el Océano Pacífico y el flanco occidental de la Cordillera de los Andes hasta una altitud de 500 m. Esta región tiene un litoral de 2 560 km de longitud entre Ecuador y Chile, con un ancho variable de 50 a 100 km, ocupando una superficie de 136 370 km² (10,6% de la superficie del país).
- La Sierra (ii), comprendida entre el flanco occidental y oriental de los Andes, presenta elevaciones entre 500 y 6 780 m (nevado Huascarán). En esta región se encuentran los altiplanos y valles profundos, con un 70% del área sobre los 3 000 m; la región ocupa 391 980 km² (30,5% de la superficie del país).
- La Selva (iii), comprendida entre la parte oriental de los Andes hasta alcanzar la llanura amazónica, ocupando 756 860 km² (58,9% de la superficie del país). Comprende a la Selva Alta entre 400 y 1 000 m, en la cual son registradas las más altas precipitaciones del país y la Selva Baja entre 80 y 400 m; en esta última, la mayor parte de la superficie, está cubierta con selva impenetrable sin explorar.

1.2 EL PROYECTO

El Proyecto de la Irrigación Tacabamba, se encuentra ubicado en el Departamento de Cajamarca, en el distrito Tacabamba. Las obras del proyecto se desarrollan en el río Tuspon, la Quebrada Pusanga y Quebrada Vista Alegre. El acceso a estas localidades se da vía la carretera "Cajamarca - Chota" y "Chota - Tacabamba".

El Proyecto Irrigación Tacabamba contempla el aprovechamiento de los recursos hídricos del río Tuspon y la Quebrada Pusanga y Quebrada Vista Alegre. El río Tuspon abastece de agua a 14 tomas directas del río, las cuales irrigan un aproximado de 170 hectáreas. El agua de la Quebrada Pusanga y de la Quebrada Vista Alegre, en la actualidad no son utilizadas pero su aprovechamiento podría irrigar un aproximado de 445 hectáreas.

El objetivo del presente Estudio es el de precisar a nivel de perfil, entre otros aspectos, los siguientes parámetros hidrológicos:

- Características Climatológicas del Área del Proyecto.
- Cuantificación de los Recursos Hídricos del Río Tuspon y de la Quebrada Pusanga y Quebrada Vista Alegre (Manantial Portachuelo).

- Evaluación de las Creciente del río Tuspon y de la Quebrada Pusanga y Quebrada Vista Alegre (Manantial Portachuelo) para diferentes Períodos de Retorno.

Los resultados que se presentan en el presente Estudio, interpretan las condiciones meteorológicas existentes en el área del Proyecto, en base a la información disponible a la fecha de su redacción.

En el presente documento se describen, las principales áreas, la información disponible, datos y procedimientos de análisis considerados para la obtención de los parámetros hidrometeorológicos.

1.3 INFORMACION BÁSICA

1.3.1 Cartografía

Esta información fue recopilada para la determinación de los parámetros hidrofisiográficos, así como para la delimitación de la cuenca de interés. Se recopiló la siguiente información:

Información cartográfica del:

- IGN Perú Digital, Ministerio de Educación, INEI.
- Planos de Zonas de Vida a escala 1:500 000 ONERN.
- Planos a escala 1:100 000 y 1:25 000 - Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Cuadro N° 1.1
Información Cartográfica Utilizada

PLANOS	
1: 100 000	1: 25 000
	Conchan 13 f II
Cutervo 13 f	SO
Lonya Grande 13 g	Tacabamba 13 f II SE
Chota 14 f	
Celendin 14 g	

1.3.2 Estudios Anteriores

La Autoridad Nacional de Agua, a través de su área de proyectos proporciono una serie de estudios Hidrológicos a Nivel de Perfil, de proyectos realizados en la Zona.

Entre los Proyectos facilitados por el ANA se tienen los siguientes:

- Estudio a Nivel de Perfil del Proyecto de Irrigación Chota
- Estudio a Nivel de Perfil del Proyecto de Irrigación Cochabamba
- Estudio a Nivel de Perfil del Proyecto de Irrigación Conchan

1.3.3 Hidrometeorológica

En el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) fueron adquiridos los registros históricos de las estaciones climatológicas existentes en la cuenca y en proximidad a ella. De igual manera algunos datos fueron obtenidos de proyectos anteriores realizados por la Autoridad Nacional del Agua, realizados en la zona del proyecto o cerca a esta.

Los parámetros climatológicos precipitación, temperatura, evaporación y humedad relativa, son los de mayor importancia en cuanto a la tipificación o caracterización de la climatología de la cuenca del río Tuspon y de la Quebrada Pusanga y Quebrada Vista Alegre. Existen otros parámetros importantes para la clasificación climatológica como la insolación, pero en las estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca del río Tuspon y de la Quebrada Pusanga y Quebrada Vista Alegre no se cuenta con este tipo de información. La recolección de la información climatológica de la cuenca está a cargo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Así mismo, se ha conseguido información meteorológica Electroperú. En los anexos del presente Estudio se tiene registrada la información meteorológica histórica de los parámetros arriba mencionados.

La cuenca del río Tuspon y sus quebradas en la actualidad cuenta con escasa o ninguna información meteorológica. Dentro de la cuenca del río Tuspon, operó solo dos (02) estación meteorológica. La primera estación denominada Estación Meteorológica Tacabamba, opero recopilando información de precipitación, temperatura y humedad desde el año 1965 a 1981. La segunda Estación denominada Estación Meteorológica Conchan, opero recopilando información de precipitación, temperatura y humedad, pero no se cuenta con este tipo de información en SENAMHI. Las otras estaciones meteorológicas con información disponible, se encuentran fuera de la cuenca del Tuspon. Las estaciones meteorológica mas cercanas a la cuenca del rio Tuspon y con mayor registro de información son la estación de Cutervo, Chota y Hacienda Molino, que son operadas por SENAMHI.

La información con que se cuenta para la realización del estudio hidrológico ha sido obtenida de todas las Instituciones Públicas y Privadas antes mencionadas y también de los diversos trabajos que realizados por La Autoridad Nacional Del Agua, ex INRENA, en su área de proyectos en cuencas cercanas a la cuenca del río Tuspon.

Como se mencionó anteriormente, el área del proyecto no cuenta con información meteorológica que permita realizar una caracterización adecuada de la cuenca. Para el caso de la precipitación, se cuenta con los registros de periodos muy cortos y de dos estaciones meteorológicas que operaron dentro de la cuenca, la cual tiene un área aproximada de 67.405 km². Para poder realizar un análisis del comportamiento de la precipitación en el area del proyecto se va a utilizar información de estaciones ubicadas a diferentes altitudes dentro de la cuenca del río Marañon, así como la información de campo recopilada y los estudios anteriores realizados en áreas cercanas.

Los datos climatológicos presentan el mismo problema que los datos de precipitación, es decir, periodos muy cortos de registros. En cuanto a la variable de velocidad de viento no se cuenta con algún tipo de información.

Toda la información hidrometeorológica disponible en la cuenca de estudios, ha sido ordenada, clasificada y almacenada en un banco de datos digital para su utilización en este análisis y en otros que pudieran ser requeridos más adelante.

1.3.3.1 Hidrometría

Se cuenta con información de caudales medios mensuales de la estación Hidrométrica Cumba. Esta estación se ubicada en el cauce del río Marañon, 30 km despues de la afluencia del Río Cutervo al río Marañon. Esta estación cuenta con un total de de 24 años de registro históricos y fue implementada por Electroperú. La información disponible de caudales medios mensuales es del periodo 1961-1984.

En el Gráfico N°1.1 se muestra las estaciones hidrométricas disponibles en la zona de interés, así como su periodo de información disponible.

Gráfico N° 1.1

ESTACION CUMBA																																							
CAUDALES MEDIOS MENSUALES																																							
PERIODO DE REGISTRO (1961- 1984)																																							
ESTACIÓN	ALTURA (msnm)	LONGITUD "W"	LATITUD "S"	AREA (km2)	RIO	VARIABLE	AÑO																																
							1960			1970			1980			1990			2000																				
							0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	00	01	02
Cumba	450.00	70°32'	13°44'	39,000.00	MARAÑON	Caudal med mens	[Bar chart area with blue bars]																																

1.3.3.2 Precipitación

La cuenca del río Tuspon contaba con una estación meteorológica, que en la actualidad se encuentra desactivada. Esta estación denominada Tacabamba estuvo ubicada en las cercanías del centro poblado del mismo nombre. La estación cuenta con registros de 15 años. El registro de información se inició en el año 1966.

Debido a que la cuenca del río Tuspon y la quebrada Vista Alegre y quebrada Pusanga, solo cuenta con una estación meteorológica dentro de la zona de estudio, esta se utilizará como estación base para el análisis del comportamiento de la cuenca.

En el Gráfico N°1.2, se muestran los años de registro para cada estación.

1.3.3.3 Meteorología.

La cuenca del río Tuspon, quebrada Vista Alegre y Quebrada Pusanga contaba con solo una estación meteorológica, que en la actualidad se encuentra desactivada. Estas estaciones denominada Tacabamba estuvo ubicada en las cercanías del centro poblado del mismo nombre a una altura aproximada de 2,200 msnm. Se cuenta con registros de 15 años aproximadamente y solamente de las variables de temperaturas medias mensuales, humedad relativa media mensual y dirección predominante y velocidad de viento. El registro de información se inicio en el año 1966.

Debido a que la cuenca del río Tuspon y la quebrada Vista Alegre y quebrada Pusanga, solo cuenta con una estacione meteorológica dentro de la zona de estudio, esta se utilizara como estación base para el análisis del comportamiento de la cuenca.

La estación meteorológica Chota, cuenta con información de temperatura medias mensuales, humedad relativa media mensual y dirección predominante y velocidad de viento.

En la actualidad el SENAMHI, no tiene en venta al público los valores de evaporación de ninguna estación.

El Gráfico N°1.3, se detalla la disponibilidad de la información meteorológica en la cuenca del río Tuspon y en zonas cercanas a esta.

2.0 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA

2.1 HIDROGRAFIA

El proyecto Irrigación Tacabamba se realiza en la sub cuenca del río Tuspon, Quebrada Pusanga y Quebrada Vista Alegre. El río Tuspon se une con el río Conchan para formar el río Tacabamba. La quebrada Pusanga es afluente del río Conchan y la quebrada Vista Alegre es un Afluente del río Tacabamba. El río Tacabamba y el río Llaucano son los principales afluentes del río Cutervo.

El río Cutervo, es afluente de la Margen Izquierda del río Marañón, el cual pertenece al Sistema Hidrográfico del Atlántico.

El río Tuspon, nace a una altitud de 2850 msnm, en donde nace con el nombre de Quebrada Maraihuaca, hasta su unión con la Quebrada Peña Blanca, donde cambia de nombre a río Tuspon hasta su unión con el río Conchan, en donde cambia nuevamente de nombre a río Tacabamba.

Inicialmente el río Tuspon discurre de en dirección de Oeste - Este hasta la altura del centro poblado de Tacabamba en donde se une con el río Conchan y cambia de dirección de NE-SO, cambiando nuevamente su dirección en la afluencia al río Cutervo, discurrendo en dirección Oeste - Este, hasta aproximadamente a la altura del centro poblado de Santa Luis de Lucma, en donde cambia de dirección, su recorrido es de Sur-Norte hasta su afluencia al río Marañón.

El río Tuspon tiene una longitud total desde su nacimiento hasta su afluencia con el río Conchan de 14.38 km. Su extensión de cuenca hasta este mismo punto es de 67.405 km².

El río Tuspon desde su nacimiento hasta su desembocadura presenta una pendiente promedio de 8.87%, siendo más pronunciado en los primeros 8.0 km desde su nacimiento.

La quebrada Pusanga y Vista Alegre son afluentes del río Tacabamba. Estas 2 quebradas son afluentes de la margen derecha del río y afluyen aguas abajo del centro poblado de Tacabamba.

La quebrada Vista Alegre tiene una longitud total desde su nacimiento el punto de captación proyectado de 4.31 km. Su extensión de cuenca hasta este mismo punto es de 9.44 km².

La quebrada Pusanga tiene una longitud total desde su nacimiento el punto de captación proyectado de 5.15 km. Su extensión de cuenca hasta este mismo punto es de 8.83 km².

2.2 SUBCUENCAS INTERESADAS

2.2.1 Subcuenca Tuspon

La subcuenca del río Tuspon tiene un área total de 67,405 km², el río principal del mismo nombre, es de 4^o orden y drena las escorrentías superficiales o excedentes de la cuenca al río Tacabamba, a la altura del centro poblado de Tacabamba. El cauce del río Tuspon tiene una longitud de 14.38 km de recorrido, desde la nacimiento en las alturas de la divisoria de cuenca.

La subcuenca limita por el Norte con la subcuenca del Río Cutervo, por el Sur con la cuenca del Río Conchan, por el Este con la subcuenca del Río Llaucano y por el Oeste con la cuenca del Río Chotano.

Se ha determinado valores de forma y relieve de la subcuenca del río Tuspon de mayor importancia e interpretación que se resumen en la Cuadro N°2.1.

Cuadro N° 2.1
Parámetros Geomorfológicos de la Cuenca

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Área de la cuenca	67.405	Km2
Perímetro de la cuenca	39.62	km
Longitud del río principal desde la naciente	14.38	km
Pendiente del río principal	0.088	m/m

2.2.2 Subcuenca Vista Alegre

La subcuenca del río Vista Alegre tiene un área total de 9.44 km², el río principal del mismo nombre, es de 3° orden y drena las escorrentías superficiales o excedentes de la cuenca al río Tacabamba, aguas abajo del centro poblado de Tacabamba. El cauce de la quebrada Vista Alegre tiene una longitud de 4.32 km de recorrido, desde la naciente en las alturas de la divisoria de cuenca.

Cuadro N° 2.2
Parámetros Geomorfológicos De La Cuenca

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Área de la cuenca	9.44	Km2
Perímetro de la cuenca	11.87	km
Longitud del río principal desde la naciente	4.32	km
Pendiente del río principal	0.208	m/m

2.2.3 Subcuenca Pusanga

La subcuenca de la quebrada Pusanga tiene un área total de 8.83 km², el río principal del mismo nombre, es de 2° orden y drena las escorrentías superficiales o excedentes de la cuenca al río Tacabamba, aguas abajo del centro poblado de Tacabamba. El cauce de la quebrada Pusanga tiene una longitud de 5.15 km de recorrido, desde la naciente en las alturas de la divisoria de cuenca.

Cuadro N° 2.3
Parámetros Geomorfológicos De La Cuenca

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Área de la cuenca	8.83	Km2
Perímetro de la cuenca	12.87	km
Longitud del río principal desde la naciente	5.15	km

Pendiente del río principal	0.16	m/m
-----------------------------	------	-----

2.3 FISIOGRAFIA

2.3.1 Bosque Muy Humedo - Sub Tropical (bmh-S)

La zona de vida Bosque Muy Húmedo-Subtropical se distribuye en la región latitudinal Subtropical. La distribución geográfica de esta zona de vida es muy amplia, centrada en la Selva Alta y Selva Baja y generalmente sobre laderas con fuertes pendientes, que varían entre 70 y 100%. Altitudinalmente, se sitúa entre 600 y cerca de 2 000 msnm para el caso de la Selva Alta y entre 200 y 400 msnm en la denominada Selva Baja. En el Bosque Muy Húmedo-Subtropical (bmh-S), la biotemperatura media anual máxima es de 23,4° C y la media anual mínima de 20,2° C. Esta zona de vida se ubica en las riveras de la cuenca del Inambari. En esta zona se encuentra ubicada el área de la presa.

La configuración topográfica es generalmente abrupta con gradientes sobre 70% y muy susceptibles a la erosión. La vegetación es siempre verde con lianas y bejucos y muchos de ellos cubiertos por epífitas de la familia de las Bromeliáceas. Las especies forestales principales que caracterizan a esta zona de vida son las "moenas" de la familia de las Lauráceas. En los terrenos relativamente planos, de por si poco extendidos, se cultiva cítricos, papayo y plátano, como frutales importantes, así como maíz, coca y yuca. El desarrollo de la ganadería extensiva ha tenido poco éxito en esta zona de vida, debido a la elevada humedad ambiental y a la falta de una estación seca bien definida que impida la propagación de plagas y enfermedades, aparte de la gran susceptibilidad a la erosión, desprendimientos y avalanchas durante la época pluvial.

Presenta fuertes limitaciones ecológicas y, por consiguiente, no son muy apropiadas para una actividad agropecuaria en forma económicamente continuada. En cambio, el bosque constituye el recurso más productivo y estable para la producción de maderas y otros productos distintos, siempre y cuando su aprovechamiento se lleve a cabo empleando técnicas modernas de manejo apropiadas al medio ecológico dominante.

2.3.2 Bosque Muy Húmedo – Montano Subtropical (bmh-MS)

La zona de vida Bosque Muy Húmedo-Montano Subtropical se ubica en la región latitudinal Subtropical.

Se distribuye en la región cordillerana desde los 2 800 hasta cerca de los 3 800 metros de altura sobre el nivel del mar. Pertenecen a la zona alta de los afluentes de la cuenca del río, principalmente en la zona de Sandía.

En el Bosque Muy Húmedo–Montano Subtropical (bmh-MS), la biotemperatura media anual es de 10,8° C, la precipitación es variable y es menor a comparación de las otras zonas de vida.

El relieve topográfico es por lo general accidentado. Al descender a los límites inferiores, se ve un aumento progresivo en el tamaño y densidad de las especies arbóreas y en cambio las especies graminales van desapareciendo, transformándose el monte en un verdadero bosque, donde ya se observa árboles de gran altura, como por ejemplo el carapacho.

El uso agrícola y pecuario de esta zona de vida es muy limitado, debido principalmente a la alta humedad y baja temperatura. La extracción de recursos madereros debe ser prohibida por erosión de la zona.

2.4 PARÁMETROS HIDROFISIOGRÁFICOS

2.4.1 Área de Cuenca

La cuenca del río Tuspon hasta la zona de captación presenta un área de 67.405 km². Esta área se extiende desde la cota de 2,050 msnm hasta los 3,500 msnm.

El área de la sub cuenca Vista Alegre es de 9.44 km² y de la quebrada Pusanga de 8.33 km².

El área de cuenca es el parámetro hidrofisiográfico mas directamente relacionado con el comportamiento hidrológico de la cuenca, ya que constituye la superficie que recibirá la precipitación y a través de la cual se generará el drenaje que dará lugar posteriormente a los caudales.

2.4.2 Densidad de Drenaje

La densidad de drenaje de la cuenca del río Tuspon está definida por la longitud total de los cauces de la cuenca, dividida entre el área total de drenaje. Este factor define la longitud de los cauces por unidad de área.

$$Dd = \frac{Lt}{Ac}$$
$$Dd = \frac{215.434 \text{ km}}{67.405 \text{ km}^2} = 3.196 \text{ (Tuspon)}$$

Vista Alegre = 1.30
Pusanga = 1.92

2.4.3 Forma de la Cuenca

El factor de forma de una cuenca determina la distribución de las descargas de agua a lo largo del curso principal o cursos principales, y es en gran parte responsable de las características de las crecientes que se presentan en la cuenca.

a) Ancho Promedio (A_p)

El ancho promedio es la relación entre el área de la cuenca y la longitud mayor del curso del río, y tiene la siguiente expresión:

$$A_p = A / L$$

Donde:

A_p	=	Ancho promedio de la cuenca en km
A	=	Área de la cuenca, en km^2
L	=	Longitud mayor del río en km

$$A_p = (67.405 \text{ km}^2) / (14.38 \text{ km})$$

$$A_p = 4,69 \text{ km}$$

Vista Alegre	=	2.19
Pusanga	=	1.72

b) Coeficiente de Compacidad (K_c)

El coeficiente de compacidad o índice de Gravelius, constituye la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia cuya área (igual a la de un círculo) es equivalente al área de la cuenca en estudio:

$$K_c = P / (2 (\pi * A)^{1/2})$$

$$K_c = 0.28 * (P / A^{1/2})$$

Siendo:

K_c	=	Coeficiente de Compacidad
P	=	Perímetro de la cuenca, en km
A	=	Área de la cuenca, en km^2 67.405,

$$K_c = 0,28 \cdot (39.62) / (67.405^{1/2})$$

$$K_c = 1.35$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Vista Alegre} & = & 1.08 \\ \text{Pusanga} & = & 1.21 \end{array}$$

Una cuenca se aproximará a una forma circular cuando el valor K_c se acerque a la unidad; cuando se aleja de la unidad, presenta una forma más irregular en relación al círculo.

Si K_c fuera igual a la unidad, significa que habrán mayores oportunidades de crecientes debido a que los Tiempos de Concentración, T_c (duración necesaria para que una gota de agua que cae en el punto más alejado de aquella, llegue a la salida o desembocadura), de los diferentes puntos de la cuenca serían iguales.

De igual modo, cuanto mayor sea el valor de K_c , también será mayor el tiempo de concentración de las aguas, por tanto, estará menos propensa a una inundación. Para cuencas alargadas $K_c > 1$; es decir, que las cuencas alargadas reducen las probabilidades de que sean cubiertas en su totalidad por una tormenta. Generalmente en cuencas muy alargadas el valor de K_c , es mayor que 2.

c) Factor de Forma (Ff)

El factor de forma es otro índice numérico con el que se puede expresar la forma y la mayor o menor tendencia a crecientes de una cuenca, en tanto la forma de la cuenca hidrográfica afecta los hidrogramas de escurrimiento y las tasas de flujo máximo.

El factor de forma se define como la relación entre el ancho promedio de la cuenca (A_p) y la longitud mayor (L).

El factor de forma tiene la siguiente expresión:

$$F_f = A_p / L$$

También:

$$F_f = A / L^2$$

Donde:

F_f	=	Factor de forma adimensional
A_p	=	Ancho promedio de la cuenca en km
A	=	Área de la cuenca en km^2
L	=	Longitud del curso más largo en km

Una cuenca con factor de forma bajo, está sujeta a menos crecientes que otra del mismo tamaño pero con un factor de forma mayor:

$$Ff = 4.69 \text{ km}^2 / 67.405 \text{ km}^2$$

$$Ff = 0,069$$

En el caso de la cuenca del río Tuspon, este factor es bastante bajo lo cual nos indica que la respuesta es atenuada por la forma alargada de la cuenca, lo cual se puede ver reflejado en los caudales registrados en el punto de cierre.

$$\text{Vista Alegre} = 0.23$$

$$\text{Pusanga} = 0.19$$

2.4.4 Altitud

La altitud media de una cuenca es importante por la influencia que ejerce sobre la precipitación, sobre las pérdidas de agua por evaporación y transpiración y, consecuentemente sobre el caudal medio. Se calcula midiendo el área entre los contornos de las diferentes altitudes características consecutivas de la cuenca; en la altitud media, el 50% del área está por encima de ella y el otro 50% por debajo de ella.

$$H_x = \Sigma (h_i * S_i) / A$$

Donde:

h_i = Altitud media "i" en m

S_i = Área parcial en "i" en km^2

A = Área total de la cuenca

$$H_x = \Sigma (175704.74) / 67.404$$

$$H_x = 2\ 606.71 \text{ m}$$

$$\text{Vista Alegre} = 3,124 \text{ m}$$

$$\text{Pusanga} = 3,090 \text{ m}$$

Cuadro N° 2.4 **Cuadro de Áreas entre Curvas - Subcuenca Tuspon**

Estudio a Nivel de Perfil "Afianzamiento Hídrico de la Cuenca Vilcasit - Tacabamba - Chota"
Anexo I: Hidrología

(1) Cotas		(2) Cota Media (msnm.)	(3) Area (km2)	(4) Area Acumulada (Km2)	(5) Porcentaje de Area (%)	(6) Porcentaje acumulado (%)	(7) Columna (2) X Columna (3)
Minima	Maxima						
3275	3300	3287.5	0.078	0.078	0.12	0.12	255.07
3250	3275	3262.5	0.127	0.205	0.19	0.30	414.34
3225	3250	3237.5	0.244	0.448	0.36	0.67	789.13
3200	3225	3212.5	0.415	0.863	0.62	1.28	1332.40
3175	3200	3187.5	0.442	1.305	0.66	1.94	1409.66
3150	3175	3162.5	0.447	1.752	0.66	2.60	1413.17
3125	3150	3137.5	0.490	2.242	0.73	3.33	1536.54
3100	3125	3112.5	0.518	2.760	0.77	4.09	1611.27
3075	3100	3087.5	0.522	3.282	0.77	4.87	1612.84
3050	3075	3062.5	0.541	3.823	0.80	5.67	1656.26
3025	3050	3037.5	0.537	4.360	0.80	6.47	1630.63
3000	3025	3012.5	0.523	4.883	0.78	7.24	1576.17
2975	3000	2987.5	0.500	5.383	0.74	7.99	1494.53
2950	2975	2962.5	0.612	5.995	0.91	8.89	1812.57
2925	2950	2937.5	0.590	6.585	0.88	9.77	1734.29
2900	2925	2912.5	0.575	7.160	0.85	10.62	1674.78
2875	2900	2887.5	0.669	7.829	0.99	11.62	1930.97
2850	2875	2862.5	0.865	8.694	1.28	12.90	2476.20
2825	2850	2837.5	1.189	9.883	1.76	14.66	3373.71
2800	2825	2812.5	1.591	11.474	2.36	17.02	4474.12
2775	2800	2787.5	1.919	13.393	2.85	19.87	5348.28
2750	2775	2762.5	4.364	17.756	6.47	26.34	12055.10
2725	2750	2737.5	2.770	20.526	4.11	30.45	7581.80
2700	2725	2712.5	2.862	23.388	4.25	34.70	7764.24
2675	2700	2687.5	2.742	26.131	4.07	38.77	7369.78
2650	2675	2662.5	2.816	28.947	4.18	42.94	7497.84
2625	2650	2637.5	2.783	31.730	4.13	47.07	7340.27
2600	2625	2612.5	2.757	34.487	4.09	51.16	7203.53
2575	2600	2587.5	2.704	37.191	4.01	55.18	6997.05
2550	2575	2562.5	2.632	39.824	3.91	59.08	6745.21
2525	2550	2537.5	2.545	42.369	3.78	62.86	6459.17
2500	2525	2512.5	2.513	44.883	3.73	66.59	6315.16
2475	2500	2487.5	2.441	47.323	3.62	70.21	6070.84
2450	2475	2462.5	2.641	49.964	3.92	74.12	6502.55
2425	2450	2437.5	2.169	52.132	3.22	77.34	5285.78
2400	2425	2412.5	1.975	54.107	2.93	80.27	4764.68
2375	2400	2387.5	1.751	55.859	2.60	82.87	4181.30
2350	2375	2362.5	1.634	57.492	2.42	85.29	3859.59
2325	2350	2337.5	1.469	58.961	2.18	87.47	3432.68
2300	2325	2312.5	1.252	60.213	1.86	89.33	2895.90
2275	2300	2287.5	1.276	61.489	1.89	91.22	2918.18
2250	2275	2262.5	1.037	62.526	1.54	92.76	2347.18
2225	2250	2237.5	1.347	63.873	2.00	94.76	3014.35
2200	2225	2212.5	0.750	64.623	1.11	95.87	1659.04
2175	2200	2187.5	0.295	64.918	0.44	96.31	645.02
2150	2175	2162.5	0.525	65.443	0.78	97.09	1135.88
2125	2150	2137.5	0.454	65.898	0.67	97.76	971.32
2100	2125	2112.5	0.341	66.238	0.51	98.27	719.36
2075	2100	2087.5	0.527	66.765	0.78	99.05	1100.24
2050	2075	2062.5	0.478	67.244	0.71	99.76	986.82
2025	2050	2037.5	0.161	67.405	0.24	100.00	327.96
Total			67.40		100.00		175704.74
Altitud Media							2606.71

Grafico N° 2.1
Subcuenca Rio Tuspon
Polígono de Frecuencia

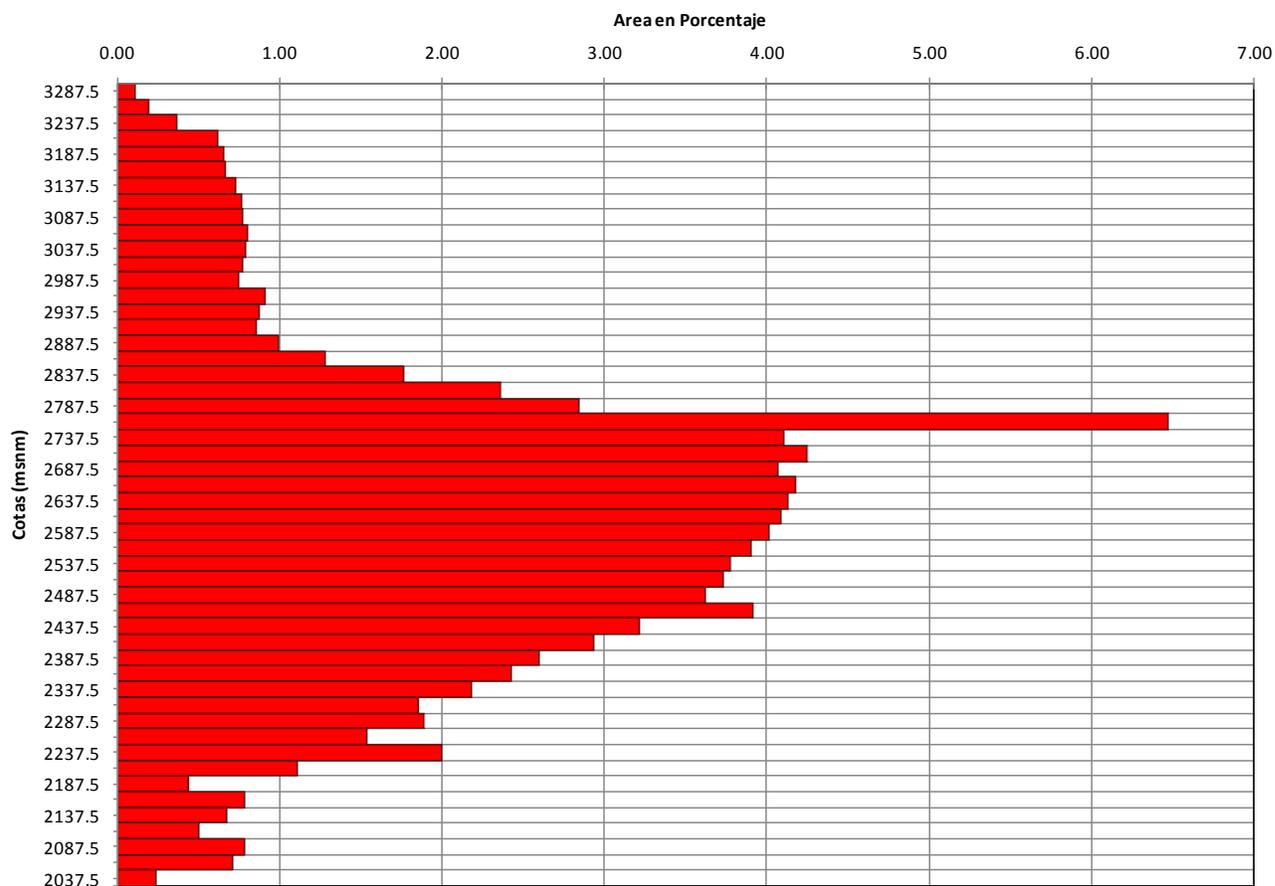
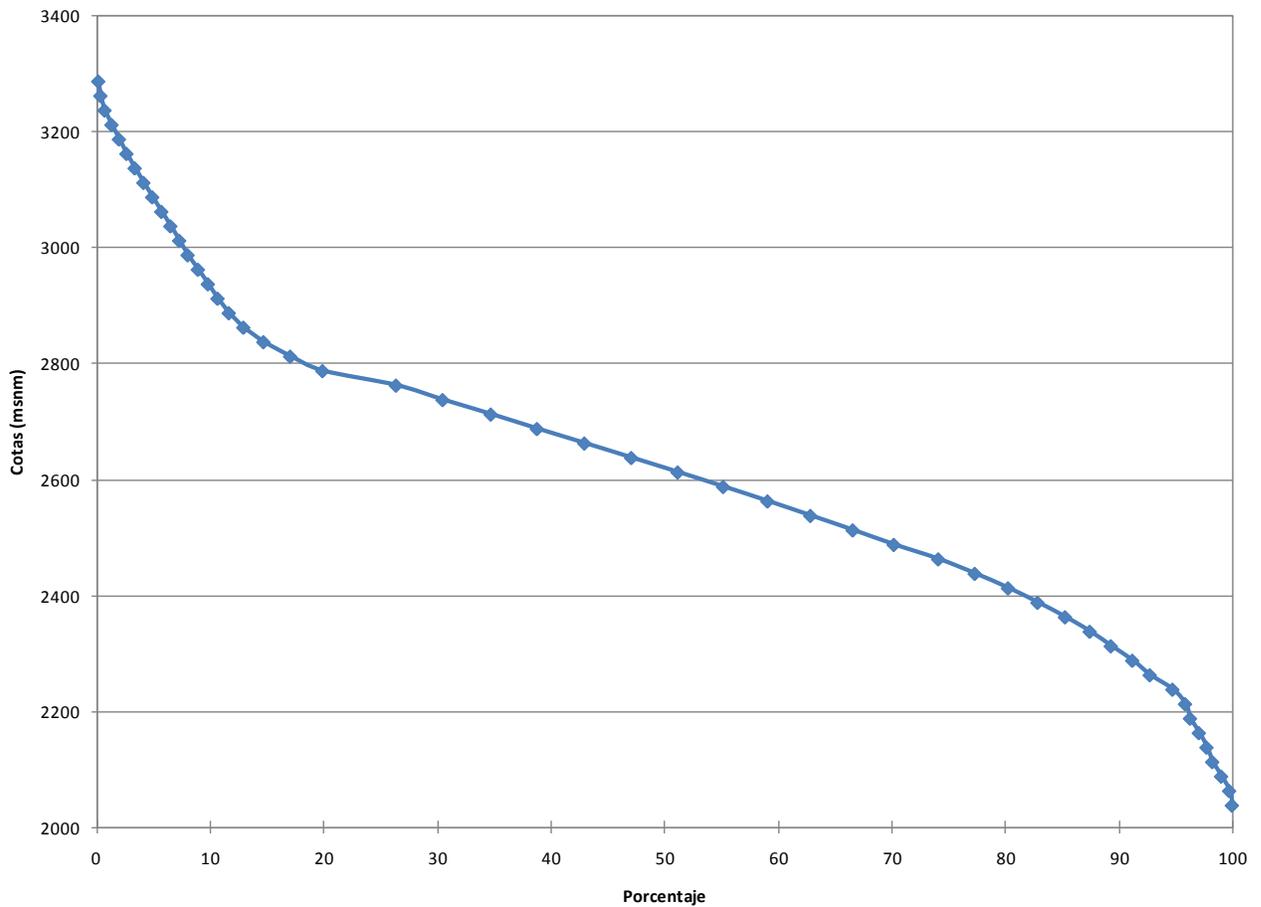


Grafico N° 2.2
Subcuenca Rio Tuspon
Curva Hipsográfica



2.4.5 Perímetro (P)

El perímetro de la cuenca está definido por la longitud de la línea de división de aguas y que se conoce como “Divortium Aquarium”.

$$P = 39.62 \text{ km (Tuspon)}$$

$$\text{Vista Alegre} = 11.87 \text{ km}$$

$$\text{Pusanga} = 12.87 \text{ km}$$

2.4.6 Longitud Mayor (L)

Se denomina longitud mayor, al cauce longitudinal de mayor extensión que tiene una cuenca determinada, desde la cabecera de la microcuenca, siguiendo todos los cambios de dirección o sinuosidades hasta un punto fijo, que puede ser una estación de aforo o desembocadura.

$$L = 14.38 \text{ km}$$

2.4.7 Pendiente Media (Ic)

La pendiente media del río (Ic), es un parámetro empleado para determinar la declividad de un curso de agua entre dos puntos y se determina para tramos cortos, mediante la siguiente relación entre el desnivel que hay entre estos dos puntos extremos y la proyección de su longitud:

$$Ic = (HM - Hm) / (1000 * L)$$

Donde:

$$Ic = \text{Pendiente media del río}$$

$$L = \text{Longitud del río en km}$$

$$HM, Hm = \text{Altitud máxima y mínima del lecho del río, referidas al nivel medio de las aguas del mar (m)}$$

$$Ic = (3\ 300 - 2\ 025) / (1000 * 14.38)$$

$$Ic = 0,0887$$

3.0 CLIMATOLOGIA

3.1 GENERALIDADES

Las condiciones climáticas en las sub cuencas en estudio son similares. Estas características climatológicas son consecuencia de su ubicación y orografía que originan la recepción y precipitación del gran aporte húmedo proveniente del llano Amazónico.

En las subcuencas Tuspon, Pusanga y Vista Alegre no se cuenta con una red meteorológica con suficiente información que nos permita analizar el comportamiento del clima en la zona

en toda su magnitud. En forma conservadora, se va a considerar a la estación meteorológica Tacabamba, como estación representativa para las subcuencas en estudio, esto principalmente por sus áreas pequeñas y por encontrarse en la misma zona de estudio.

3.2 TEMPERATURA

Para el análisis de la temperatura en las sub cuencas en estudio, no se ha empleado metodologías estadísticas. De la serie de datos históricos se ha calculado valores básicos como el promedio, máximos y mínimos medios mensuales, que permitan realizar diferentes inferencias y conclusiones de la variación de temperatura en las sub cuencas en estudio.

En el área del proyecto a una altura de 2,200 m.s.n.m se tiene una temperatura media anual máxima de 24 °C y una temperatura mínima media anual de 11.57 °C

De acuerdo a las descripciones del parámetro de temperatura para la selva baja y selva alta, se establece que en promedio la disminución de temperatura por cada 100 metros de altitud es de 0.6°C.

En la Tabla N° 3.1, se muestra los valores medios, máximos y mínimos, medios mensuales de la estación Tacabamba. En el anexo A, se muestran los valores diarios registrados en la estación Tacabamba.

3.3 HUMEDAD RELATIVA

Al igual que el factor de temperatura, la humedad relativa a sido considerada en función de los datos de la estación Tacabamba.

La estación meteorológica Tacabamba opero durante los años 1966 a 1981.

En la estación Tacabamba (SENAMHI) el valor máximo medio mensual alcanzado es de 92.09% (Marzo de 1976) y el mínimo medio mensual alcanzado es de 66.73% (Octubre de 1979).

En el Cuadro N° 3.1, se muestran los valores diarios de Humedad relativa registrados en la estación Tacabamba.

Cuadro N° 3.1

Valores De Humedad Relativa Promedios, Máximos Y Mínimos Medios Mensuales

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PROMEDIO	84.23	82.78	83.48	83.33	84.19	83.63	83.40	83.46	82.78	81.65	83.03	83.88
MAX	87.96	88.49	92.09	89.17	87.85	88.46	87.59	87.56	88.39	87.34	87.72	86.90
MIN	80.47	77.79	75.43	75.28	80.01	78.72	76.29	80.45	72.73	66.73	77.97	80.16

3.4 EVAPORACIÓN

La evaporación es uno de los parámetros meteorológicos más importantes puesto que intervienen directamente en el balance hídrico.

La estación Meteorológica Tacabamba es la única cercana a las subcuencas en estudio, ubicada en la parte baja de estas, Esta estación se encuentra actualmente fuera de operación, pero a registrado parámetros que permiten calcular la evaporación en forma indirecta.

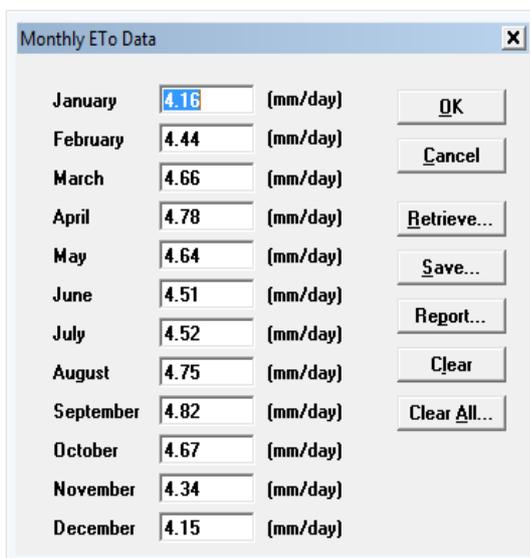
El cálculo de la evapotranspiración de referencia ha sido realizado utilizando el método de Penman-Monteith, aplicado al software CROPWAT preparado por la FAO.

La información climatológica básica ha sido tomada de los registros de la Estación Tacabamba. Se ha trabajado con los valores de temperatura media, humedad relativa media, velocidad del viento y las horas de sol, que son los indicadores solicitados por el método de Penman modificado.

En el Anexo B, se muestran los cuadros utilizados en la determinación de la ETo

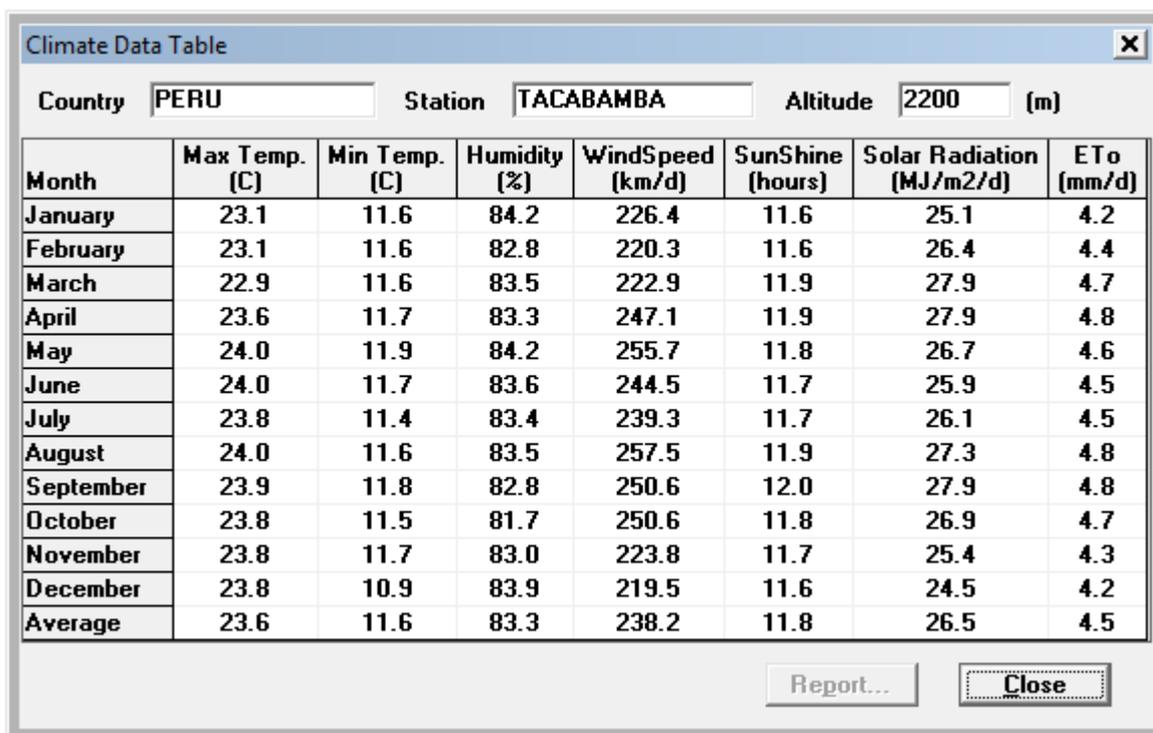
En el Tabla 3.3 se presentan los resultados obtenidos con la aplicación del software.

Tabla N° 3.3
Evaporación Media Mensual (mm)
Estación Tacabamba



Month	Value (mm/day)
January	4.16
February	4.44
March	4.66
April	4.78
May	4.64
June	4.51
July	4.52
August	4.75
September	4.82
October	4.67
November	4.34
December	4.15

Tabla N° 3.4
Datos Climáticos Medio Mensuales (mm)
Estación Tacabamba



Country	PERU	Station	TACABAMBA	Altitude	2200	(m)	
Month	Max Temp. (C)	Min Temp. (C)	Humidity (%)	WindSpeed (km/d)	SunShine (hours)	Solar Radiation (MJ/m2/d)	ETo (mm/d)
January	23.1	11.6	84.2	226.4	11.6	25.1	4.2
February	23.1	11.6	82.8	220.3	11.6	26.4	4.4
March	22.9	11.6	83.5	222.9	11.9	27.9	4.7
April	23.6	11.7	83.3	247.1	11.9	27.9	4.8
May	24.0	11.9	84.2	255.7	11.8	26.7	4.6
June	24.0	11.7	83.6	244.5	11.7	25.9	4.5
July	23.8	11.4	83.4	239.3	11.7	26.1	4.5
August	24.0	11.6	83.5	257.5	11.9	27.3	4.8
September	23.9	11.8	82.8	250.6	12.0	27.9	4.8
October	23.8	11.5	81.7	250.6	11.8	26.9	4.7
November	23.8	11.7	83.0	223.8	11.7	25.4	4.3
December	23.8	10.9	83.9	219.5	11.6	24.5	4.2
Average	23.6	11.6	83.3	238.2	11.8	26.5	4.5

4.0 PRECIPITACION

4.1 GENERALIDADES

Dentro del área en estudio la única estación meteorológica con información disponible es la estación de Tacabamba. Las zonas en estudio se encuentran ubicadas dentro del área de influencia de esta estación.

Debido a la consideración especificada en el párrafo anterior se ha tomado como estación base o representativa a la estación Tacabamba, tanto para el parámetro de precipitación media en el área de sub cuenca como para la precipitación en las áreas beneficiarias.

4.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA DISPONIBLE

Dentro del área de estudio, la Estación Tacabamba, única estación disponible actualmente fuera de operación, registró valores de precipitación de 1965 a 1981. El valor de la precipitación media anual alcanzó los 1,077 mm.

Se conto con información pluviométrica de las estaciones ubicadas en la parte alta y baja de la cuenca del rio Marañón, como la estación Cutervo y Tacabamba. Estas estaciones tienen un rango de precipitación que varia entre los 800 y 1,077 mm anuales.

Los registros pluviométricos no fueron evaluados mediante el análisis de doble masa o mediante el análisis estadístico para poder realizar la corrección de la información y eliminar los saltos y tendencias. Esto debido principalmente a que se ha considerado como estación base o representativa para la zona de estudio a la estación Tacabamba y los datos obtenidos han sido datos medios anuales.

La información inicial de precipitación se encuentra en el Anexo B.

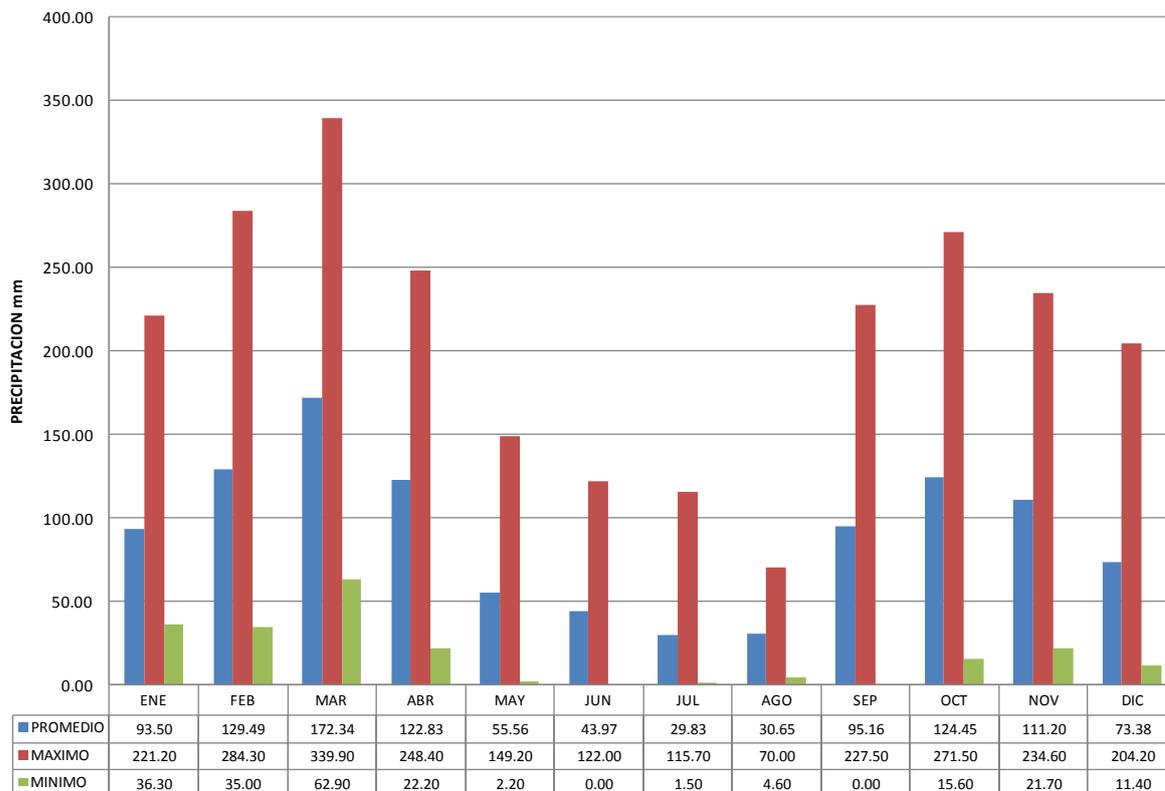
4.3 VARIACIÓN ESTACIONAL

El comportamiento estacional de la precipitación en la zona de estudio define dos periodos claramente diferenciados. El periodo de máxima precipitación, comprendido entre los meses de Octubre a Abril y el periodo de estiaje entre los meses de Mayo a Setiembre. Se tiene que indicar que si bien la precipitación disminuye en la época de estiaje, esta no llega a ser cero.

Tomando como referencia la precipitación en la estación Tacabamba, que alcanza los 760.0 mm de precipitación entre los meses de Octubre a Abril. Este valor representa un porcentaje de 70 % sobre el total de la precipitación media anual. La variación mensual de la precipitación en Tacabamba se presenta en el Gráfico N°4.2.

Gráfico N° 4.1

**ESTACION PLUVIOMETRICA TACABAMBA
 VARIACION DE LA PP MEDIA MENSUAL**



5.0 CAUDALES

5.1 INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA

La cuenca del río Tacabamba, no cuenta con registros de información hidrométrica. El río Tacabamba es afluente del río Cutervo, el cual desemboca en el Río Marañón. Aguas abajo de la afluencia del río Cutervo se encuentra ubicada la Estación Hidrométrica Cumba. Esta estación fue puesta en operatividad por ELECTROPERU en el año 1965.

El periodo de operación de esta estación es de 25 años, iniciándose su registro en el año 1965 hasta el año 1985.

Durante este periodo de registro, se presentó un caudal medio anual de 542.53 m³/s

Gráfico N° 5.1
RIO MARAÑON
Estacion Hidrometrica Cumba
Caudales Anuales (m3/S)
1962-1984

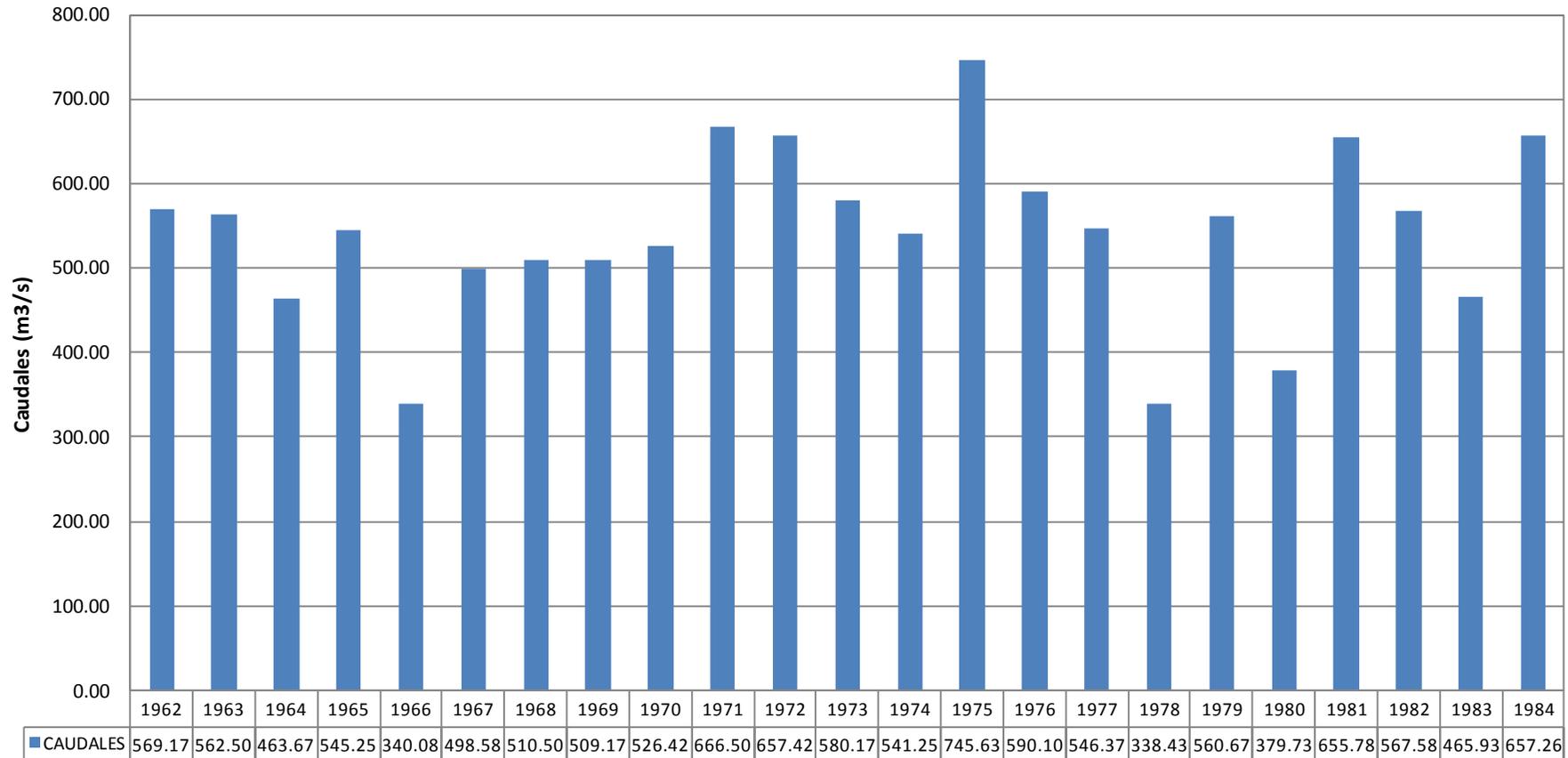


Gráfico N° 5.

5.2 TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN

Considerando que los registros disponibles de caudales corresponden a la estación hidrométrica Cumba, fue necesario extrapolar este valor para la zona en la cual se ubican las obras de captación del proyecto.

Para conseguir este propósito se tomó en cuenta la relación de áreas. La metodología de cálculo emplea como coeficientes de traslación la relación de áreas máximas y ubicadas dentro de la cuenca de drenaje.

El extrapolar de áreas para la sub cuenca del río Tuspon y de la quebrada Pusanga, han sido en forma directa. Sin embargo para la Quebrada Vista Alegre se ha considerado en forma conservadora el aporte del manantial portachuelo. El caudal de aporte de manera conservadora es de 100 l/s. Este aporte del manantial fue corroborado en campo y con encuestas realizadas a los pobladores de la zona, los cuales manifiestan que en época de lluvias su aporte aumenta mucho más.

Las series de caudales correspondientes para la sub cuenca Tuspon, vista Alegre y Pusanga se muestran en la Tabla N°5.1, 5.2 y 5.3 y graficados en el Gráfico N°5.3, 5.4 y 5.5.

RIO TUSPON													
Caudales Mensuales Extrapolados (m3/S)													
A. DRENAJE	67 km2												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
1961									0.22	0.46	0.68	1.03	
1962	1.15	2.23	2.13	2.14	0.96	0.60	0.36	0.25	0.22	0.36	0.59	0.81	0.98
1963	1.13	1.49	2.43	1.88	0.90	0.54	0.36	0.26	0.23	0.49	0.78	1.18	0.97
1964	0.87	1.71	1.71	1.40	0.76	0.44	0.31	0.27	0.22	0.40	0.64	0.91	0.80
1965	0.70	1.57	2.95	1.56	0.90	0.51	0.38	0.28	0.28	0.48	0.70	1.01	0.94
1966	0.83	1.29	0.86	0.80	0.49	0.33	0.25	0.21	0.22	0.42	0.60	0.75	0.59
1967	1.08	2.24	1.50	1.36	0.64	0.44	0.32	0.24	0.23	0.54	0.74	1.00	0.86
1968	0.80	1.65	2.01	1.20	0.63	0.39	0.30	0.25	0.40	0.75	0.98	1.23	0.88
1969	0.77	1.41	1.93	1.73	0.78	0.51	0.33	0.26	0.26	0.51	0.84	1.22	0.88
1970	1.01	1.60	1.45	1.80	0.82	0.50	0.33	0.26	0.24	0.56	0.98	1.36	0.91
1971	0.99	1.57	4.19	1.71	1.02	0.63	0.40	0.29	0.24	0.59	0.94	1.25	1.15
1972	0.76	1.67	2.81	2.85	1.19	0.71	0.45	0.32	0.32	0.54	0.87	1.16	1.14
1973	0.92	1.27	2.46	2.28	1.00	0.62	0.39	0.30	0.25	0.54	0.82	1.18	1.00
1974	1.02	2.67	2.04	1.06	0.58	0.44	0.30	0.26	0.22	0.62	0.90	1.13	0.94
1975	1.35	1.96	4.89	2.35	1.63	0.87	0.53	0.37	0.33	0.32	0.39	0.48	1.29
1976	1.44	1.87	2.73	1.62	0.76	0.52	0.35	0.30	0.30	0.42	1.12	0.81	1.02
1977	1.08	2.42	2.41	1.68	0.81	0.48	0.38	0.30	0.29	0.31	0.52	0.64	0.94
1978	0.76	1.12	1.02	0.91	0.75	0.37	0.29	0.24	0.34	0.31	0.48	0.44	0.58
1979	0.62	1.22	3.20	1.59	0.62	0.37	0.29	0.26	0.20	0.59	1.01	1.66	0.97
1980	0.50	0.74	0.84	0.94	0.36	0.29	0.21	0.20	0.25	0.50	1.26	1.78	0.66
1981	0.92	3.27	2.79	1.11	0.62	0.50	0.31	0.27	0.26	0.51	1.24	1.80	1.13
1982	1.21	2.19	1.25	1.39	0.68	0.41	0.28	0.20	0.22	0.89	1.15	1.89	0.98
1983	1.71	1.05	1.70	1.62	0.77	0.43	0.28	0.21	0.22	0.29	0.34	1.05	0.81
1984	0.66	3.25	3.24	2.02	1.00	0.58	0.41	0.30	0.25	0.62	0.41	0.88	1.14
1985	0.82	1.02	1.04	1.07	0.63	0.34	0.23	0.26					
Media	0.96	1.77	2.23	1.59	0.80	0.49	0.33	0.27	0.26	0.50	0.79	1.11	0.94
Max	1.71	3.27	4.89	2.85	1.63	0.87	0.53	0.37	0.40	0.89	1.26	1.89	1.29
Min	0.50	0.74	0.84	0.80	0.36	0.29	0.21	0.20	0.20	0.29	0.34	0.44	0.58

Estudio a Nivel de Perfil "Afianzamiento Hídrico de la Cuenca Vilcasit - Tacabamba - Chota"

Anexo I: Hidrología

QUEBRADA VISTA ALEGRE													
CAPTACION PORTACHUELO													
Caudales Mensuales Extrapolados (m3/S)													
A. DRENAJE	9.44 km2												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
1961									0.13	0.17	0.19	0.24	
1962	0.26	0.41	0.40	0.40	0.23	0.18	0.15	0.14	0.13	0.15	0.18	0.21	0.24
1963	0.26	0.31	0.44	0.36	0.23	0.18	0.15	0.14	0.13	0.17	0.21	0.27	0.24
1964	0.22	0.34	0.34	0.30	0.21	0.16	0.14	0.14	0.13	0.16	0.19	0.23	0.21
1965	0.20	0.32	0.51	0.32	0.23	0.17	0.15	0.14	0.14	0.17	0.20	0.24	0.23
1966	0.22	0.28	0.22	0.21	0.17	0.15	0.13	0.13	0.13	0.16	0.18	0.21	0.18
1967	0.25	0.41	0.31	0.29	0.19	0.16	0.15	0.13	0.13	0.18	0.20	0.24	0.22
1968	0.21	0.33	0.38	0.27	0.19	0.15	0.14	0.13	0.16	0.21	0.24	0.27	0.22
1969	0.21	0.30	0.37	0.34	0.21	0.17	0.15	0.14	0.14	0.17	0.22	0.27	0.22
1970	0.24	0.32	0.30	0.35	0.21	0.17	0.15	0.14	0.13	0.18	0.24	0.29	0.23
1971	0.24	0.32	0.69	0.34	0.24	0.19	0.16	0.14	0.13	0.18	0.23	0.28	0.26
1972	0.21	0.33	0.49	0.50	0.27	0.20	0.16	0.14	0.15	0.18	0.22	0.26	0.26
1973	0.23	0.28	0.44	0.42	0.24	0.19	0.15	0.14	0.14	0.18	0.21	0.26	0.24
1974	0.24	0.47	0.39	0.25	0.18	0.16	0.14	0.14	0.13	0.19	0.23	0.26	0.23
1975	0.29	0.37	0.79	0.43	0.33	0.22	0.17	0.15	0.15	0.14	0.15	0.17	0.28
1976	0.30	0.36	0.48	0.33	0.21	0.17	0.15	0.14	0.14	0.16	0.26	0.21	0.24
1977	0.25	0.44	0.44	0.34	0.21	0.17	0.15	0.14	0.14	0.14	0.17	0.19	0.23
1978	0.21	0.26	0.24	0.23	0.20	0.15	0.14	0.13	0.15	0.14	0.17	0.16	0.18
1979	0.19	0.27	0.55	0.32	0.19	0.15	0.14	0.14	0.13	0.18	0.24	0.33	0.24
1980	0.17	0.20	0.22	0.23	0.15	0.14	0.13	0.13	0.13	0.17	0.28	0.35	0.19
1981	0.23	0.56	0.49	0.26	0.19	0.17	0.14	0.14	0.14	0.17	0.27	0.35	0.26
1982	0.27	0.41	0.27	0.29	0.20	0.16	0.14	0.13	0.13	0.22	0.26	0.37	0.24
1983	0.34	0.25	0.34	0.33	0.21	0.16	0.14	0.13	0.13	0.14	0.15	0.25	0.21
1984	0.19	0.56	0.55	0.38	0.24	0.18	0.16	0.14	0.14	0.19	0.16	0.22	0.26
1985	0.21	0.24	0.25	0.25	0.19	0.15	0.13	0.14					
Media	0.23	0.35	0.41	0.32	0.21	0.17	0.15	0.14	0.14	0.17	0.21	0.26	0.23
Max	0.34	0.56	0.79	0.50	0.33	0.22	0.17	0.15	0.16	0.22	0.28	0.37	0.28
Min	0.17	0.20	0.22	0.21	0.15	0.14	0.13	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16	0.18

Estudio a Nivel de Perfil "Afianzamiento Hídrico de la Cuenca Vilcasit - Tacabamba - Chota"

Anexo I: Hidrología

QUEBRADA PUSANGA													
CAPTACION PUSANGA													
Caudales Mensuales Extrapolados (m3/S)													
A. DRENAJE	8.83 km2												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
1961									0.03	0.06	0.09	0.14	
1962	0.15	0.29	0.28	0.28	0.13	0.08	0.05	0.03	0.03	0.05	0.08	0.11	0.13
1963	0.15	0.19	0.32	0.25	0.12	0.07	0.05	0.03	0.03	0.06	0.10	0.15	0.13
1964	0.11	0.22	0.22	0.18	0.10	0.06	0.04	0.04	0.03	0.05	0.08	0.12	0.10
1965	0.09	0.21	0.39	0.20	0.12	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.13	0.12
1966	0.11	0.17	0.11	0.10	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.06	0.08	0.10	0.08
1967	0.14	0.29	0.20	0.18	0.08	0.06	0.04	0.03	0.03	0.07	0.10	0.13	0.11
1968	0.10	0.22	0.26	0.16	0.08	0.05	0.04	0.03	0.05	0.10	0.13	0.16	0.12
1969	0.10	0.18	0.25	0.23	0.10	0.07	0.04	0.03	0.03	0.07	0.11	0.16	0.12
1970	0.13	0.21	0.19	0.24	0.11	0.07	0.04	0.03	0.03	0.07	0.13	0.18	0.12
1971	0.13	0.21	0.55	0.22	0.13	0.08	0.05	0.04	0.03	0.08	0.12	0.16	0.15
1972	0.10	0.22	0.37	0.37	0.16	0.09	0.06	0.04	0.04	0.07	0.11	0.15	0.15
1973	0.12	0.17	0.32	0.30	0.13	0.08	0.05	0.04	0.03	0.07	0.11	0.15	0.13
1974	0.13	0.35	0.27	0.14	0.08	0.06	0.04	0.03	0.03	0.08	0.12	0.15	0.12
1975	0.18	0.26	0.64	0.31	0.21	0.11	0.07	0.05	0.04	0.04	0.05	0.06	0.17
1976	0.19	0.25	0.36	0.21	0.10	0.07	0.05	0.04	0.04	0.05	0.15	0.11	0.13
1977	0.14	0.32	0.32	0.22	0.11	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.07	0.08	0.12
1978	0.10	0.15	0.13	0.12	0.10	0.05	0.04	0.03	0.04	0.04	0.06	0.06	0.08
1979	0.08	0.16	0.42	0.21	0.08	0.05	0.04	0.03	0.03	0.08	0.13	0.22	0.13
1980	0.07	0.10	0.11	0.12	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.07	0.16	0.23	0.09
1981	0.12	0.43	0.37	0.15	0.08	0.07	0.04	0.04	0.03	0.07	0.16	0.24	0.15
1982	0.16	0.29	0.16	0.18	0.09	0.05	0.04	0.03	0.03	0.12	0.15	0.25	0.13
1983	0.22	0.14	0.22	0.21	0.10	0.06	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.14	0.11
1984	0.09	0.43	0.42	0.26	0.13	0.08	0.05	0.04	0.03	0.08	0.05	0.11	0.15
1985	0.11	0.13	0.14	0.14	0.08	0.04	0.03	0.03					
Media	0.13	0.23	0.29	0.21	0.11	0.06	0.04	0.03	0.03	0.07	0.10	0.15	0.12
Max	0.22	0.43	0.64	0.37	0.21	0.11	0.07	0.05	0.05	0.12	0.16	0.25	0.17
Min	0.07	0.10	0.11	0.10	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.06	0.08

5.3 DISPONIBILIDAD DE CAUDALES AL 75%

Teniendo en consideración la finalidad del proyecto se ha realizado el análisis de disponibilidad de caudales a un 75% de persistencia a nivel mensual.

Los caudales disponibles a un 75% de persistencia se resumen en la tabla N°5.4, para las tres áreas en estudio

Tabla N° 5.4
Disponibilidad de Caudales al 75%

DESCRIPCION	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q Tuspon (75%)	m3/s	0.77	1.38	1.65	1.32	0.64	0.43	0.30	0.25	0.22	0.41	0.60	0.86
Q Vista alegre (75%)	m3/s	0.21	0.29	0.33	0.29	0.19	0.16	0.14	0.13	0.13	0.16	0.18	0.22
Q Pusanga (75%)	m3/s	0.10	0.18	0.22	0.17	0.08	0.06	0.04	0.03	0.03	0.05	0.08	0.11

5.4 CAUDAL ECOLOGICO

Para la determinación del caudal ecológico en cada una de las subcuencas en estudio, se a utilizado la metodología del 10%.

Indica que el caudal ecológico propiamente dicho es similar al 10% del promedio de los 3 caudales mas bajos presentados caudal medio anual del rio. Este método ha sido recomendado por el Ministerio de Obras Publicas y de Transportes de España (MOPT – 1989).

$$Q_{epd} = 10 \% Q$$

Donde:

Q_{epd} : Caudal ecológico

Q : Caudal medio anual (m3/s)

Como no se cuenta con caudales diarios se ha utilizado los valores de caudales mensuales mas bajos, para la aplicación de la metodología del 10%. En los casos en que los caudales ecológicos resultaban muy bajos, estos han sido aumentados a criterio del proyectista.

En la Tabla siguiente se muestra los caudales ecológicos obtenidos para el río Tuspon y para las quebradas Vista Alegre y Pusanga.

Tabla N° 5.5
Caudal Ecologico (l/s)

DESCRIPCION	CAUDAL ECOLOGICO
	l/s
Rio Tuspon	50
Quebrada Vista Alegre	30
Quebrada Pusanga	10

6.0 ANÁLISIS DE AVENIDAS

Se ha procedido a la determinación de las descargas máximas para diferentes períodos de retorno, utilizando el procedimiento regional apoyado en las Curvas Envolventes de Creager.

Este método inicialmente desarrollado en los Estados Unidos de Norteamérica por W. Creager, estableció una curva envolvente de una serie de observaciones de descargas máximas. Esta curva es de la forma:

$$Q = 46 \times C \times A^n$$

$$n = 0.894 \times A^{(-0.048)}$$

Donde:

Q = Descarga máxima en pies³/sg.

A = Área de la cuenca en millas².

C = Coeficiente que depende de las características de la cuenca.

Ante la ausencia de mediciones hidrométricas, profesionales de la Cooperación Energética Peruana-Alemana y de la ex-Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ex-ONERN) con el objetivo de realizar el análisis regional de avenidas, adecuaron para el país las relaciones anteriores.

La fórmula de Creager puede expresarse en función del área de la cuenca y el período de retorno:

$$Q_{\max} = (C_1 + C_2) \log(T) A^{mA^n}$$

Donde:

Q_{max} = caudal máximo en m³/s

T = período de retorno en años

La sectorización de las regiones ubican en la Región N° 3 el área de estudio, donde se ubican las diferentes subcuencas involucradas, con los siguientes valores: C₁ = 0.27, C₂ = 1.48, m = 1.02 y n = 0.04.

Cuadro N° 6.1
Método Regional de Creager
Sub Cuenca del Rio Tuspon

TR	Qmax (m ³ /s)
5	21.95
10	31.41
25	43.91
50	53.36
75	58.89
100	62.82

Cuadro N° 6.2

Método Regional de Creager
Quebrada Vista alegre
Captación Portachuelo

TR	Qmax (m3/s)
5	4.33
10	6.19
25	8.65
50	10.52
75	11.61
100	12.38

Cuadro N° 6.3
Método Regional de Creager
Quebrada Pusanga
Captación Pusanga

TR	Qmax (m3/s)
5	4.07
10	5.82
25	8.14
50	9.89
75	10.92
100	11.65

7.0 DEMANDA DE AGUA

7.1 GENERALIDADES

En el presente capítulo se presenta toda la información concerniente al análisis conducente a definir las cédulas de cultivos para la situación actual y la situación con proyecto originado por las Alternativas que propone el estudio.

Como siguiente paso se procede al cálculo de la demanda de agua que cada una de las cédulas de cultivo planteadas, para efectuar posteriormente los correspondientes balances hídricos a fin de tomar las decisiones que correspondan de la mano con los análisis económicos.

7.2 REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN EXISTENTE

En este rubro se hará conocer de manera sucinta la información encontrada en documentos oficiales antecedentes relacionados directa o indirectamente con el Proyecto que estamos formulando.

7.2.1 Proyecto Conchán - Estudios de Factibilidad Preliminar de Pequeñas Irrigaciones

Este documento técnico fue formulado por la Empresa Consultora Ingenieros Consultores Peruanos S.A., para el Fondo Nacional de Desarrollo Económico, el año 1966. Se le puede encontrar en la Biblioteca de la Sede Central del Instituto Nacional de Recursos Naturales - INRENA, con el código J-125.

El escenario encontrado en esa época por la Consultora corresponde a dos acequias, una en cada margen del río Conchán, con una capacidad de conducción de 150 litros por segundo cada una y que dan servicio de riego a un total de 900 ha. Tienen derechos adquiridos sobre 300 lps (p. 2).

La Consultora planteó la construcción de dos canales, uno que lo llama Canal de la Margen Izquierda y otro, que lo denomina Canal de la Margen Derecha. La captación sería en las nacientes del Río Conchano, en la cota 2,500 m.s.n.m. y el caudal de captación lo estiman en 300 litros por segundo, correspondiéndole 150 litros por segundo a cada uno de los canales.

Plantea que el canal de la margen izquierda tenga una longitud de 9 km., de los cuales 3.30 km. deben ser revestidos, con 16 obras de arte, todas ellas obras de cruce con quebradas.

El canal de la margen derecha -plantea la Consultora- debe tener 6.70 km. de longitud, de los cuales 4.80 km. deben ser revestidos, con 15 obras de cruce con quebradas, mas una rápida para salvar un desnivel de 75 m.

El costo de las obras lo estiman en 6'612,368 Soles de Oro, que considerando un tipo de cambio para el año 1966 de 1 dólar americano igual a 28 Soles de Oro, obtenemos un Presupuesto Base estimado de US \$ 236,156.

En cuanto a los indicadores de evaluación económica, obtienen una Relación Beneficio/Costo igual a 20.3, el cual lo consideramos excesivamente optimista, mas aun que los criterios de la época eran desarrollar agricultura sin importar si el tamaño de parcelas o las condiciones sociológicas o socioeconómicas de los usuarios beneficiarios garantizaban la sostenibilidad de la inversión.

La cédula de cultivos verificada por Ingenieros Consultores Peruanos S.A. el año 1966 y que se presenta en el Cuadro 1 del Anexo B2, tiene tres cultivos principales y que comprenden el 95% del área total en explotación, la cual asciende a 900 ha.

Los cultivos son: el maíz y frijol, con el 35%; trigo también con el 35%; y la cebada con el 25% del área total.

La Empresa Consultora, de acuerdo a sus investigaciones realizadas con los beneficiarios, sostiene que el cultivo más importante en Condiciones Con Proyecto sería la alfalfa, asignándole el segundo lugar en importancia a la papa.

Los rendimientos verificados el año 1966 son los siguientes:

Tabla N° 7.1
CULTIVOS Y RENDIMIENTOS - AÑO 1966

Cultivo	Ton/ha
Maíz	1.20
Trigo	0.70
Cebada	0.90
Alfalfa	21.60
Papa	4.00
Otros (arveja)	0.50

Las fechas de siembra son las siguientes:

Tabla 7.2
CALENDARIO DE SIEMBRA - AÑO 1966

Cultivo	Fecha de Siembra
Maíz	Octubre – Noviembre
Trigo	Noviembre - Diciembre
Cebada	Diciembre
Papa	Abril – Mayo

La Cédula de Cultivos que Ingenieros Consultores Peruanos S.A. propuso desarrollar el año 1966, en las Condiciones Con Proyecto fue la siguiente:

Tabla N° 7.3
CEDULA DE CULTIVO PROPUESTA

Cultivo	ha.	%
Papa	2,500	86.8
Alfalfa	250	8.7
Arveja	130	4.5
TOTAL :	2,880	100

El maíz se rotaría con la papa, y las áreas destinadas a arveja descansarían los meses de Junio, Julio y Agosto.

No se encuentra información técnica o económica que sustente las razones por las cuales la Consultora propone esta cédula. El cultivo ampliamente mayoritario es la papa con el 87% dejando en un lejano segundo lugar a la alfalfa con el 9%.

7.2.2 Tinajones II Informe I - Informaciones Básicas y Balance Actualizado de los Recursos Hidráulicos

Este documento fue elaborado por la Empresa Consultora Salzgitter Consult GmbH, en Julio de 1982, para el Proyecto Tinajones y la Junta de Usuarios del Distrito de Riego Chancay-Lambayeque.

Salzgitter Consult GmbH hace tomar nota de que las actividades económicas tienen como base la agricultura que a consecuencia de las condiciones climáticas favorables, alcanza un desarrollo extensivo principalmente en las Provincias de Chota y Cajamarca, donde aproximadamente un 70% de la PEA trabaja en este sector. El resto se dedica a actividades mineras, extracción de materiales de construcción y manufactureras, en ese orden.

En lo referente al aspecto climático, desde la desembocadura del Río San Lorenzo hasta mas allá del pueblo de Chancay Baños, el Valle del Río Chancay pertenece a la zona climática del "bosque seco tropical", a la cual también pertenecen los Valles del Río Chotano al norte de Cochabamba y el del Río Conchán.

Las precipitaciones ascienden a aproximadamente 500 a 1,000 mm. anuales y la época de lluvia puede durar 5 meses, desde Noviembre hasta Abril, y suelen presentar oscilaciones críticas.

Hay períodos de sequía, durante los cuales sólo llueve en los meses típicos de verano, de Diciembre a Abril. En años normales o húmedos, suelen producirse precipitaciones también en primavera y otoño, es decir de Setiembre a Mayo.

En general, se puede contar con precipitaciones durante 7 meses al año, aproximadamente de Octubre/Noviembre a Abril/Mayo, con un leve máximo entre Octubre y Noviembre y las precipitaciones más fuertes en Febrero y Marzo. Los meses de Junio, Julio y Agosto, son prácticamente libres de precipitaciones.

Respecto a la humedad relativa del aire, el promedio anual para los ríos Chotano y Llaucano, en las zonas de Cochabamba y Bambamarca, varía entre 70 y 80%.

Para la evaporación, el Estudio ofrece un valor promedio de 4.6 mm./día, para la zona de Cochabamba.

Salzgitter Consult GmbH también hace una descripción sobre las condiciones de la oferta de agua de la Cuenca del Río Conchano, específicamente en sus nacientes, que es la zona de nuestro interés para fines del Proyecto Irrigación Conchán.

El Río Conchán, afluente del Río Llaucano, nace de unos manantiales que tienen una cuenca tributaria muchas veces más grande que la cuenca topográfica. Este fenómeno se debe a la fuerte carstificación de las formaciones rocosas del subsuelo.

Desde el mes de Setiembre de 1958 existen datos de caudales aforados cerca al puente que va al pueblo Conchán. La cuenca abarca hasta este punto del río unos 15 km²., medidos en el mapa 1:100,000. Esta superficie tributaria hace esperar un volumen anual de 7.6 MMC, pero se afora un promedio anual de 97.14 MMC, o sea 89.5 MMC más de lo que se debe esperar. Usando el rendimiento de 16 lps/km², se calcula una cuenca subterránea de 177 km². adicionales.

También hace mención que tomando en cuenta que el Estudio fue formulado para fines de la Irrigación Tinajones, lo siguiente: "Como resultado más importante del presente análisis es de constatar que en vez de los estimados 100 MMC derivables anualmente quedan solamente 82 MMC, descontados 6.3 MMC (o, 200 lps) para derechos existentes aguas abajo de la derivación" (p. 4-15).

En cuanto a cálculo de demandas, el Estudio de Factibilidad del Proyecto Tinajones, formulado el año 1967, utilizó el método de Blaney-Criddle.

7.2.3 Diagnóstico Socio-Económico y Programa de Inversiones de la Micro-Región Chota-Cutervo-Santa Cruz-Hualgayoc

Este documento fue preparado por la Oficina de Programación y Racionalización de la Región Agraria IX Cajamarca del Ministerio de Agricultura, el año 1982. Se le encuentra en la Biblioteca de la Sede Central del INRENA, con el código J-79.

En el sector comprendido entre los 2,000 y 2,500 m.s.n.m., analizan los registros de nubosidad de las estaciones Lajas, Chota, Conchán y Bambamarca, que muestran un promedio anual de nubosidad de 5/8. En cuanto a los promedios extremos mensuales se puede apreciar que estos fluctúan entre 8/8 (frecuentemente en Chota y Conchán) y 1/8 (ítem 2.5).

En el ítem 2.6 encontramos que en la Estación Conchán, se registra un viento dominante de dirección E para todo el año alcanzando su máxima intensidad de frecuencia (66.7%) en verano, otoño y primavera; y su mínima (61.2%) en invierno.

Sigue en importancia el viento N cuyas frecuencias varían entre 11.1% en verano y 27.8% en otoño e invierno. Los vientos E registran velocidades que varían entre 10.4 km/hora (2.9 m/seg) y 13.1 km/hora (3.6 m/seg) que corresponden a vientos suaves. La máxima velocidad de viento fue registrada para la dirección S en verano con 16.6 km/hora correspondiente a viento leve. La velocidad media de todas las direcciones de los vientos registrados en la Estación Conchán es del orden de 13.0 km/hora para todo el año.

Del ítem 5. Uso Actual de la Tierra, obtenemos el siguiente Cuadro, correspondiente al Distrito de Conchán, que a su vez cita como fuente a la Oficina de Estadística de la Región Agraria IX Cajamarca:

Tabla N°7.4
USO DE LA TIERRA - DISTRITO DE CONCHAN

Uso de la Tierra	Ha	%
Superficie bajo riego	-	
Superficie en secano	2,970	
Total área cultivable	2,970	16.5
Pastos naturales	13,284	73.8
Otros usos (inc. urbano)	1,740	9.7
TOTAL :	17,994	100

Este cuadro es significativo por cuanto nos permite concluir que los canales de riego existentes estuvieron inoperativos en esa época. Por otro lado, el área con pastos naturales es alta, 74%.

7.3 TRABAJO DE CAMPO

Se ha realizado un conjunto de Visitas de Campo (2 visitas en total), con presencia del equipo multifuncional de la Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales de la Autoridad Nacional del Agua - ANA.

Las visitas tenían, en lo que se refiere al tema relacionado al cálculo de demandas con fines de riego, los siguientes objetivos:

- Solicitar los Padrones de potenciales beneficiarios que debían incluir el siguiente detalle por cada uno de los usuarios identificados:

Area Cultivable (área bajo riego + área en secano)

Area destinada a otros usos (especificar por ej., vivienda, apicultura, corrales, etc.)

- Cédula de cultivos actual
- Fechas de siembra y de cosecha de la zona.
- Actas de compromiso de los usuarios a asumir los costos de la Operación y Mantenimiento del futuro proyecto, para lo cual es necesario reforzar sus organizaciones de usuarios tal como lo establece la normatividad legal vigente.
- Situación Actual que consideren prioritario mejorar
- Visitas al campo mismo para analizar el desarrollo más conveniente de la infraestructura de riego mayor y menor de riego, así como las bondades agrológicas de las áreas de servicio, las prácticas culturales y las posibilidades de introducir nuevos cultivos de mayor rentabilidad.

7.4 CEDULA DE CULTIVO EXISTENTE

Hemos efectuado trabajo de investigación y de encuestas en campo de los cultivos que tradicionalmente se han desarrollado en la zona de la Irrigación Tacabamba. El objetivo es desarrollar nuestra Propuesta de Cédula de Cultivos sobre la base de las expectativas de los beneficiarios potenciales del Proyecto, de las condiciones agroclimáticas, de los conocimientos culturales de los usuarios, y de las condiciones del mercado.

Se tiene que entender que actualmente la zona en estudio es una zona netamente ganadera y las intenciones de la población es mejorar en este rubro.

Tabla N° 7.5
CEDULA ACTUAL DE CULTIVO - SIN PROYECTO
IRRIGACION TACABAMBA - SECTOR TUSPON

Cultivo Base	Area (ha)
Pastos y forrajes	70.00
Frutales	5.00
Hortalizas	10.00
Total	85.00

Tabla N° 7.6
CEDULA ACTUAL DE CULTIVO - SIN PROYECTO
IRRIGACION TACABAMBA - CAPTACION PUSANGA

Cultivo Base	Area (ha)
Arveja Grano seco	0
Maiz amilaceo	0
Papa	0
Frejol grano seco	0
Total	0.00

En el caso de las cédulas actuales de la Quebrada Pusanga y Vista Alegre, la cédula de cultivo actual no existe, debido principalmente a que la oferta de agua no es utilizada

Tabla N° 7.7
CEDULA ACTUAL DE CULTIVO - SIN PROYECTO
IRRIGACION TACABAMBA - CAPTACION PORTACHUELO

Cultivo Base	Area (ha)
Arveja Grano seco	0
Maiz amilaceo	0
Papa	0
Frejol grano seco	0
Total	0.00

7.5 SUELOS

En lo que se refiere a los Estudios Agrológicos, estamos tomando la información recopilada en el Estudio del año 1966, de Ingenieros Consultores Peruanos S.A., que para el ámbito del distrito de Tacabamba definen dos series de suelos:

Serie Playas, con suelos profundos, con pendientes de 3° a 5°, mal drenados, ocupados por pastos. Los primeros 30 cm. presentan color marrón oscuro, con alto contenido de materia orgánica, de textura franco a franco arcilloso y pH 6.2 y se caracterizan por ofrecer buenas condiciones para el crecimiento de pastos.

Luego viene una potencia de 60 cm., con coloración marrón claro, con presencia de moteaduras, textura arcillosa y pH 7.6

Serie Tacabamba, que comprende suelos de mayor pendiente que la Serie Playas, variando de 15° a 30°. Los primeros 30 cm. están constituidos por suelos pardo oscuros, retentivos, textura franco limosa, con presencia de elementos granulares, bien drenados, con piedras de hasta 20 cm. de diámetro. Este horizonte tiene pH 6.2. Los 20 cm. restantes tienen color

pardo mas claro, también retentivos, textura franco limosa a franco, con presencia de elementos pétreos de 5 cm., buen drenaje y pH 7.2.

La agricultura que se desarrolle en los suelos pertenecientes a la Serie Tacabamba, debe prever medidas agrotécnicas que eviten la erosión de los suelos.

Durante los trabajos de campo para la formulación del presente Perfil de Proyecto se realizaron apreciaciones en el sitio de las características texturales, de consistencia y de drenabilidad de los suelos correspondientes a las áreas potencialmente beneficiadas con el Proyecto.

7.6 CEDULA DE CULTIVO PROPUESTA CON PROYECTO

Durante la Visita de Campo, los beneficiarios insistieron en el sentido de que la masa de agua que se incorporará a la oferta de agua sea destinada mayoritariamente a la explotación de pastos mejorados.

Si bien es cierto que Tacabamba es un distrito con potencial ganadero, es indispensable que otras Entidades del Estado Peruano realicen simultáneamente labores de mejoramiento del ganado actualmente en explotación.

Desde hace unos dos años, en el Caserío La Palma, la Empresa Nestlé S.A. ha instalado una planta en frío para conservación de leche fresca. En la época que se formulaba el Perfil del Proyecto Irrigación Tacabamba, la Empresa Gloria S.A. compran directamente a los productores locales del distrito de Tacabamba y Conchan, entre ellos a los beneficiarios del Proyecto.

De acuerdo a la experiencia de nuestro Especialista en Evaluación Económica, la presencia excesiva de pastos y forrajes en una cédula de cultivos, podría convertir a un Proyecto en No Viable.

También se ha analizado y discutido con los potenciales beneficiarios del Proyecto, la posibilidad de incorporar cultivos nuevos, de acuerdo a las características agrológicas y agroclimáticas de la zona y por supuesto en concordancia con las condiciones del mercado local, regional o nacional. Por consenso se convino en incluir otros cultivos en menor cantidad al sector del rio Tuspon y para el caso de los sectores de Pusanga y Vista Alegre no incluir pastos en la cedula de cultivo propuesta para las nuevas áreas de riego, ya que estos beneficiarios cuentan con áreas dedicadas a estos cultivos.

En los cuadro siguiente se presentan las cedula de cultivo propuestas para cada uno de los sectores en estudio de la Irrigación de Tacabamba.

Tabla N° 7.8
CEDULA ACTUAL DE CULTIVO - CON PROYECTO
IRRIGACION TACABAMBA - SECTOR TUSPON

Cultivo Base	Area (ha)
Pastos y forrajes	140.00
Frutales	10.00
Hortalizas	20.00
Total	170.00

Tabla N° 7.9
CEDULA ACTUAL DE CULTIVO - CON PROYECTO
IRRIGACION TACABAMBA - CAPTACION PUSANGA

Cultivo Base	Area (ha)
Arveja Grano seco	9.00
Maiz amilaceo	38.00
Papa	54.00
Frejol grano seco	36.00
Total	137.00

Tabla N° 7.10
CEDULA ACTUAL DE CULTIVO - CON PROYECTO
IRRIGACION TACABAMBA - CAPTACION PORTACHUELO

Cultivo Base	Area (ha)
Arveja Grano seco	45.00
Maiz amilaceo	126.00
Papa	84.00
Frejol grano seco	45.00
Total	300.00

7.7 DEMANDA DE AGUA

Para el cálculo de la demanda de agua se ha utilizado el excell así como el software CROPWAT preparado por la FAO. La Evapotranspiración de Referencia ETo ha sido calculada con el Método Penmann Monteith

7.6.1 Precipitación Efectiva

Para la determinación de la precipitación efectiva, se ha utilizado como base la precipitación media mensual de la estación Tacabamba. Esto se ha realizado principalmente debido a que la estación Tacabamba se encuentra dentro del área de estudio y es representativa para las 3 zonas de trabajo, Tuspon, Vista Alegre y Pusanga.

El cálculo de la precipitación efectiva se ha realizado utilizando el software CROPWAT. Para el cálculo de la precipitación efectiva se ha utilizado la metodología de la precipitación fiable que consiste en el uso de una fórmula empírica desarrollada por FAO y que tiene dos variantes en función a si la precipitación total mensual es mayor o menor a 70 mm

En la Figura N°7.1 se muestra los resultados del programa.

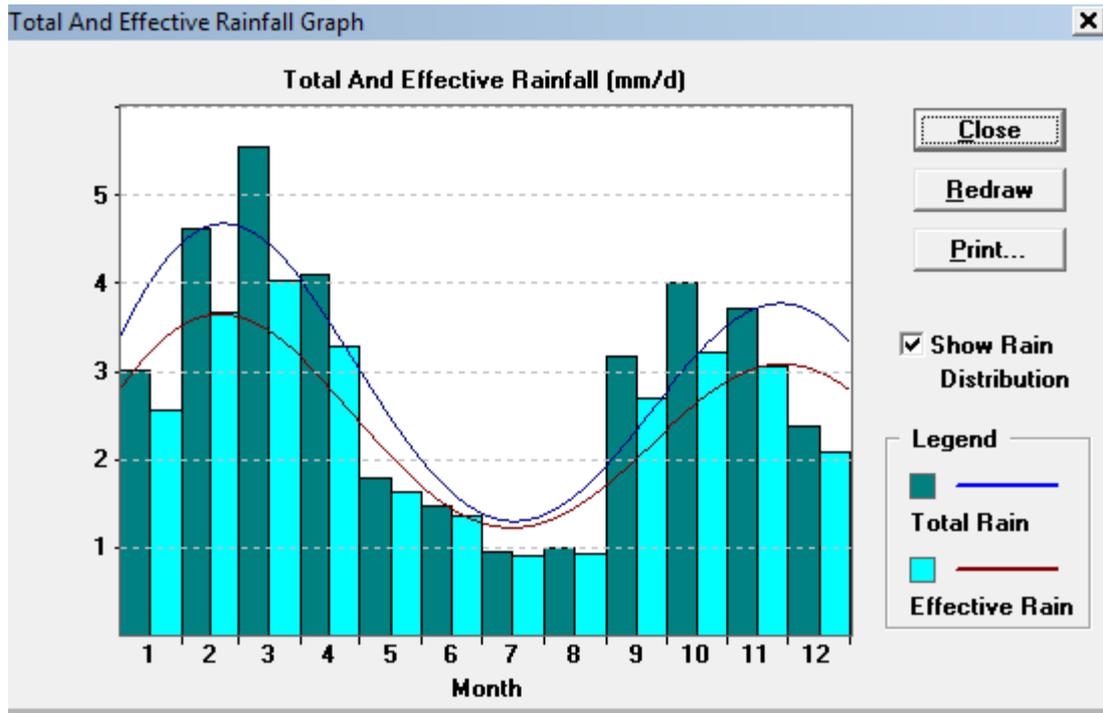
La precipitación media anual de la Estación Tacabamba es de 1,077.87 mm, pero por efectos de redondeo en el programa, la precipitación media anual se obtiene 1,082.3mm. La precipitación Efectiva media anual encontrada tiene el valor de 891.3 mm anuales. En la

Figura N°7.1, de igual forma se aprecia la distribución media mensual de la precipitación Efectiva.

Figura N°7.1
PRECIPITACION EFECTIVA

	<u>T</u> otal	<u>E</u> ffective	
January	93.5	79.5	(mm/month)
February	129.5	102.7	(mm/month)
March	172.3	124.8	(mm/month)
April	122.8	98.7	(mm/month)
May	55.6	50.7	(mm/month)
June	44.0	40.9	(mm/month)
July	29.8	28.4	(mm/month)
August	30.6	29.1	(mm/month)
September	95.2	80.7	(mm/month)
October	124.4	99.6	(mm/month)
November	111.2	91.4	(mm/month)
December	73.4	64.8	(mm/month)
Total	1082.3	891.3	

Figura N°7.2
GRAFICO PRECIPITACION Y PRECIPITACION EFECTIVA



7.6.2 Evaporación

El cálculo de la evapotranspiración de referencia ha sido realizado utilizando el método de Penman-Monteith, aplicado al software CROPWAT preparado por la FAO.

La información climatológica básica ha sido tomada de los registros de la Estación Tacabamba. Se ha trabajado con los valores de temperatura media, humedad relativa media, velocidad del viento y las horas de sol, que son los indicadores solicitados por el método de Penmann modificado.

En la Figura N°7.3, se muestra los resultados del programa.

Figura N°7.3
ETO (mm/día)

Climate Data Table							
Country	PERU		Station	TACABAMBA		Altitude	2200 (m)
Month	Max Temp. (C)	Min Temp. (C)	Humidity (%)	WindSpeed (km/d)	SunShine (hours)	Solar Radiation (MJ/m2/d)	ETo (mm/d)
January	23.1	11.6	84.2	226.4	11.6	25.1	4.2
February	23.1	11.6	82.8	220.3	11.6	26.4	4.4
March	22.9	11.6	83.5	222.9	11.9	27.9	4.7
April	23.6	11.7	83.3	247.1	11.9	27.9	4.8
May	24.0	11.9	84.2	255.7	11.8	26.7	4.6
June	24.0	11.7	83.6	244.5	11.7	25.9	4.5
July	23.8	11.4	83.4	239.3	11.7	26.1	4.5
August	24.0	11.6	83.5	257.5	11.9	27.3	4.8
September	23.9	11.8	82.8	250.6	12.0	27.9	4.8
October	23.8	11.5	81.7	250.6	11.8	26.9	4.7
November	23.8	11.7	83.0	223.8	11.7	25.4	4.3
December	23.8	10.9	83.9	219.5	11.6	24.5	4.2
Average	23.6	11.6	83.3	238.2	11.8	26.5	4.5

7.6.3 Eficiencia

Para el cálculo de la demanda de agua por usos agrarios, se ha trabajado con los valores de eficiencias que se presentan en la Tabla N°.7.10

Estos valores, que constituyen estimaciones, son producto de la apreciación efectuada durante los trabajos de campo, de acuerdo al método de riego que utilizan los productores, el cual es exclusivamente por gravedad, así como de acuerdo a la cultura de roles de riego, horarios de riego que suelen utilizar los regantes que conforman el área beneficiada con el Proyecto.

Al analizar el tema del uso racional del agua con fines de riego, uno de los temas que aparece como consecuencia, es la necesidad de la implementación de políticas de capacitación de los usuarios, tanto a nivel de directivos como del usuario de base a mejorar su cultura de riego, la cual se expresará en el incremento de las eficiencias.

Tabla N° 7.10
EFICIENCIA DE RIEGO

EFICIENCIA	%
Conducción	0.95
Distribución	0.8
Aplicación	0.46
Eficiencia	0.35

7.6.3 DEMANDA DE AGUA

En las tablas siguientes se muestra los valores de los Kc utilizados en la determinación de la demanda de agua, para cada uno de los sectores de estudio de la Irrigación Tacabamba.

Tabla N° 7.11
IRRIGACION TACABAMBA
RIO TUSPON
CEDULA DE CULTIVO Y Kc

Cédula de Cultivo del proyecto															
PIP. Irrigación Tacabamba - Río Tuspón															
Cultivo Base	Area (ha)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Area (ha)	Cultivo Rot.
Pastos y forrajes	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	1era y 2da campaña
Frutales	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	
Hortalizas	20.00	20.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	20.00	20.00	20.00	
Total	170.00	170.00	170.00	150.00	170.00	170.00	170.00	170.00	Total						

Valores de Kc por cultivo															
PIP. Irrigación Tacabamba - Río Tuspón															
Cultivo Base	Area (ha)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Area (ha)	Cultivo Rot.
Pastos y forrajes	140.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	140.00	
Frutales	10.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	10.00	
Hortalizas	20.00	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.75	1.10	20.00	
Kc ponderado		1.00	0.97	1.00	0.94	0.97	1.01								
Area Hrrigada (ha)		170.00	170.00	150.00	170.00	170.00	170.00	170.00							

Tabla N° 7.12
IRRIGACION TACABAMBA
QUEBRADA PUSANGA
CEDULA DE CULTIVO Y Kc

Cédula de Cultivo del proyecto															
PIP. Irrigación Tacabamba - Quebrada Pusanga															
Cultivo Base	Area (ha)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Area (ha)	Cultivo Rot.
Arveja Grano seco	9.00	0.00	0.00	0.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	1era y 2da campaña
Maiz amilaceo	38.00	38.00	38.00	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	
Papa	54.00	54.00	54.00	54.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.00	54.00	54.00	54.00	
Frejol grano seco	36.00	36.00	36.00	36.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	0.00	36.00	36.00	36.00	36.00	
Total	137.00	128.00	128.00	128.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	38.00	128.00	128.00	128.00	137.00	Total

Valores de Kc por cultivo															
PIP. Irrigación Tacabamba - Quebrada Pusanga															
Cultivo Base	Area (ha)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Area (ha)	Cultivo Rot.
Arveja Grano seco	9.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.83	1.02	1.00	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	
Maiz amilaceo	38.00	1.05	0.94	0.72	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.63	0.88	1.03	38.00	
Papa	54.00	1.15	0.85	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.75	0.95	54.00	
Frejol grano seco	36.00	1.15	0.93	0.73	0.59	0.83	1.02	1.00	0.92	0.00	0.54	0.77	1.06	36.00	
Kc ponderado		1.12	0.90	0.74	0.59	0.83	1.02	1.00	0.92	0.37	0.59	0.79	1.00		
Area Hírrigada (ha)		128.00	128.00	128.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	38.00	128.00	128.00	128.00	137.00	

Tabla N° 7.13
IRRIGACION TACABAMBA
QUEBRADA VISTA ALEGRE
CEDULA DE CULTIVO Y Kc

Cédula de Cultivo del proyecto															
PIP. Irrigación Tacabamba - Quebrada Vista Alegre															
Cultivo Base	Area (ha)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Area (ha)	Cultivo Rot.
Arveja Grano seco	45.00	0.00	0.00	0.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	0.00	0.00	0.00	0.00	90.00	1era y 2da campaña
Maiz amilaceo	126.00	126.00	126.00	126.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	126.00	126.00	126.00	126.00	126.00	
Papa	84.00	84.00	84.00	84.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	84.00	84.00	84.00	84.00	
Frejol grano seco	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	0.00	45.00	45.00	45.00	45.00	
Total	300.00	255.00	255.00	255.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	126.00	255.00	255.00	255.00	345.00	Total

Valores de Kc por cultivo															
PIP. Irrigación Tacabamba - Quebrada Vista Alegre															
Cultivo Base	Area (ha)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Area (ha)	Cultivo Rot.
Arveja Grano seco	45.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.83	1.02	1.00	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	45.00	
Maiz amilaceo	126.00	1.05	0.94	0.72	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.63	0.88	1.03	126.00	
Papa	84.00	1.15	0.85	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.75	0.95	84.00	
Frejol grano seco	45.00	1.15	0.93	0.73	0.59	0.83	1.02	1.00	0.92	0.00	0.54	0.77	1.06	45.00	
Kc ponderado		1.10	0.91	0.73	0.59	0.83	1.02	1.00	0.92	0.37	0.60	0.82	1.01		
Area Hírrigada (ha)		255.00	255.00	255.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	126.00	255.00	255.00	255.00	300.00	

Tabla N° 7.14
IRRIGACION TACABAMBA
RIO TUSPON
DEMANDA DE AGUA

Requerimiento de agua del proyecto													
PIP. Irrigación Tacabamba - Río Tuspón		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Parámetros	170.00	170.00	170.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	170.00	170.00	170.00
Area (has)		170.00	170.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	170.00	170.00	170.00
ETP (mm/mes)		130.20	123.20	145.70	144.00	142.60	135.00	139.50	148.80	144.00	145.70	129.00	130.20
Kc ponderado		1.00	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94	0.97	1.01
ETA (mm/mes)		130.20	119.58	145.70	144.00	142.60	135.00	139.50	148.80	144.00	137.13	125.21	131.73
Pe (mm/mes)		79.50	102.70	124.80	98.70	50.70	40.90	28.40	29.10	80.70	99.60	91.40	64.80
Def hum (mm/mes)		50.70	16.88	20.90	45.30	91.90	94.10	111.10	119.70	63.30	37.53	33.81	66.93
Req. neto (m ³ /ha/mes)		507.00	168.76	209.00	453.00	919.00	941.00	1,111.00	1,197.00	633.00	375.29	338.06	669.32
Efic. de riego (%)		0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Req. bruto (m ³ /ha/mes)		1,448.57	482.18	597.14	1,294.29	2,625.71	2,688.57	3,174.29	3,420.00	1,808.57	1,072.27	965.88	1,912.34
Dias del mes		31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Req. bruto (m ³ /ha/día)		46.73	17.22	19.26	43.14	84.70	89.62	102.40	110.32	60.29	34.59	32.20	61.69
Tiempo (horas)		24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Mr (lit/seg/ha)		0.54	0.20	0.22	0.50	0.98	1.04	1.19	1.28	0.70	0.40	0.37	0.71
Q requerido (lit/seg)		91.94	33.88	33.44	74.90	147.05	155.59	177.77	191.53	104.66	68.06	63.35	121.38
Q requerido (m ³ /seg)		0.092	0.034	0.033	0.075	0.147	0.156	0.178	0.192	0.105	0.068	0.063	0.121
Vol. (MMC/mes)		0.25	0.08	0.09	0.19	0.39	0.40	0.48	0.51	0.27	0.18	0.16	0.33
Vol. (MMC/mes) por La Quebrada		1.93	3.56	4.29	3.41	1.57	1.02	0.66	0.53	0.46	0.97	1.47	2.17

Tabla N° 7.15
IRRIGACION TACABAMBA
QUEBRADA PUSANGA
DEMANDA DE AGUA

Requerimiento de agua del proyecto													
PIP. Irrigación Tacabamba - Quebrada Pusanga													
Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Area (has)	137.00	128.00	128.00	128.00	18.00	18.00	18.00	18.00	38.00	128.00	128.00	128.00	
ETP (mm/mes)	130.20	123.20	145.70	144.00	142.60	135.00	139.50	148.80	144.00	145.70	129.00	130.20	
Kc ponderado	1.12	0.90	0.74	0.59	0.83	1.02	1.00	0.92	0.37	0.59	0.79	1.00	
ETA (mm/mes)	145.86	110.78	107.16	84.96	118.36	137.70	139.50	136.90	53.28	86.26	102.45	130.81	
Pe (mm/mes)	79.50	102.70	124.80	98.70	50.70	40.90	28.40	29.10	80.70	99.60	91.40	64.80	
Def hum (mm/mes)	66.36	8.08	17.64	13.74	67.66	96.80	111.10	107.80	27.42	13.34	11.05	66.01	
Req. neto (m ³ /ha/mes)	663.65	80.84	176.42	137.40	676.58	968.00	1,111.00	1,077.96	274.20	133.41	110.54	660.10	
Efic. de riego (%)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	
Req. bruto (m ³ /ha/mes)	1,896.13	230.96	504.06	392.57	1,933.09	2,765.71	3,174.29	3,079.89	783.43	381.17	315.83	1,886.01	
Días del mes	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	
Req. bruto (m ³ /ha/día)	61.17	8.25	16.26	13.09	62.36	92.19	102.40	99.35	26.11	12.30	10.53	60.84	
Tiempo (horas)	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	
Mr (lit/seg/ha)	0.71	0.10	0.19	0.15	0.72	1.07	1.19	1.15	0.30	0.14	0.12	0.70	
Q requerido (lit/seg)	90.62	12.22	24.09	2.73	12.99	19.21	21.33	20.70	11.49	18.22	15.60	90.13	
Q requerido (m ³ /seg)	0.091	0.012	0.024	0.003	0.013	0.019	0.021	0.021	0.011	0.018	0.016	0.090	
Vol. (MMC/mes)	0.24	0.03	0.06	0.01	0.03	0.05	0.06	0.06	0.03	0.05	0.04	0.24	
Vol. (MMC/mes) por La Quebrada	0.24	0.46	0.55	0.44	0.20	0.12	0.08	0.06	0.05	0.12	0.18	0.28	

Tabla N°7.16
IRRIGACION TACABAMBA
QUEBRADA VISTA ALEGRE
DEMANDA DE AGUA

Requerimiento de agua del proyecto												
PIP. Irrigación Tacabamba - Quebrada Vista Alegre												
Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Area (has)	300.00	255.00	255.00	255.00	90.00	90.00	90.00	90.00	126.00	255.00	255.00	255.00
ETP (mm/mes)	130.20	123.20	145.70	144.00	142.60	135.00	139.50	148.80	144.00	145.70	129.00	130.20
Kc ponderado	1.10	0.91	0.73	0.59	0.83	1.02	1.00	0.92	0.37	0.60	0.82	1.01
ETA (mm/mes)	143.30	111.94	106.60	84.96	118.36	137.70	139.50	136.90	53.28	88.04	105.49	131.36
Pe (mm/mes)	79.50	102.70	124.80	98.70	50.70	40.90	28.40	29.10	80.70	99.60	91.40	64.80
Def hum (mm/mes)	63.80	9.24	18.20	13.74	67.66	96.80	111.10	107.80	27.42	11.56	14.09	66.56
Req. neto (m ³ /ha/mes)	637.97	92.38	181.99	137.40	676.58	968.00	1,111.00	1,077.96	274.20	115.63	140.92	665.64
Efic. de riego (%)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Req. bruto (m ³ /ha/mes)	1,822.76	263.94	519.97	392.57	1,933.09	2,765.71	3,174.29	3,079.89	783.43	330.37	402.62	1,901.83
Dias del mes	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Req. bruto (m ³ /ha/día)	58.80	9.43	16.77	13.09	62.36	92.19	102.40	99.35	26.11	10.66	13.42	61.35
Tiempo (horas)	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Mr (lit/seg/ha)	0.68	0.11	0.19	0.15	0.72	1.07	1.19	1.15	0.30	0.12	0.16	0.71
Q requerido (lit/seg)	173.54	27.82	49.50	13.63	64.96	96.03	106.66	103.49	38.08	31.45	39.61	181.07
Q requerido (m ³ /seg)	0.174	0.028	0.050	0.014	0.065	0.096	0.107	0.103	0.038	0.031	0.040	0.181
Vol. (MMC/mes)	0.46	0.07	0.13	0.04	0.17	0.25	0.29	0.28	0.10	0.08	0.10	0.48
Vol. (MMC/mes) por La Quebrada	0.48	0.64	0.81	0.66	0.43	0.34	0.30	0.28	0.26	0.34	0.40	0.51

7.8 BALANCE HIDRICO

En el presente capítulo se presentan los resultados de la análisis de la Oferta y Demanda, en cada uno de los sectores en estudio de la Irrigación Tacabamba.

Se tiene que aclarar que la oferta de agua está determinada al 75% persistencia.

En el análisis de oferta y demanda para la quebrada Pusanga y Vista Alegre, se tiene meses en los que la demanda de agua no es cubierta. Se entiende que los valores trabajados son los valores de caudales medios mensuales, y en los próximos niveles de estudio se realizara la verificación de la oferta y demanda de agua.

Tabla N° 7.17
IRRIGACION TACABAMBA
RESUMEN DE DATOS HIDROLOGICOS Y OFERTA DE AGUA

DESCRIPCION	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ETO	mm/dia	4.20	4.40	4.70	4.80	4.60	4.50	4.50	4.80	4.80	4.70	4.30	4.20
Dias del mes		31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
ETO	mm/mes	130.20	123.20	145.70	144.00	142.60	135.00	139.50	148.80	144.00	145.70	129.00	130.20
PP EFECTIVA	mm/mes	79.50	102.70	124.80	98.70	50.70	40.90	28.40	29.10	80.70	99.60	91.40	64.80
Q Tuspon (75%)	m3/s	0.77	1.38	1.65	1.32	0.64	0.43	0.30	0.25	0.22	0.41	0.60	0.86
Caudal Ecológico	m3/s	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Caudal Disponible	m3/s	0.72	1.33	1.60	1.27	0.59	0.38	0.25	0.20	0.17	0.36	0.55	0.81
Caudal Disponible	MMC	1.93	3.56	4.29	3.41	1.57	1.02	0.66	0.53	0.46	0.97	1.47	2.17
Q Vista Alegre(75%)	m3/s	0.21	0.29	0.33	0.29	0.19	0.16	0.14	0.13	0.13	0.16	0.18	0.22
Caudal Ecológico	m3/s	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Caudal Disponible	m3/s	0.18	0.26	0.30	0.26	0.16	0.13	0.11	0.10	0.10	0.13	0.15	0.19
Caudal Disponible	MMC	0.48	0.64	0.81	0.66	0.43	0.34	0.30	0.28	0.26	0.34	0.40	0.51
Q Pusanga (75%)	m3/s	0.10	0.18	0.22	0.17	0.08	0.06	0.04	0.03	0.03	0.05	0.08	0.11
Caudal Ecológico	m3/s	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Caudal Disponible	m3/s	0.09	0.17	0.21	0.16	0.07	0.05	0.03	0.02	0.02	0.04	0.07	0.10
Caudal Disponible	MMC	0.24	0.46	0.55	0.44	0.20	0.12	0.08	0.06	0.05	0.12	0.18	0.28

Tabla N° 7.18
IRRIGACION TACABAMBA - RIO TUSPON
DISPONIBILIDAD HIDRICA

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Volumen Disponible (MMC)	1.928	3.562	4.288	3.412	1.574	1.016	0.659	0.527	0.460	0.967	1.471	2.170
Volumen Requerido (MMC)	0.246	0.082	0.090	0.194	0.394	0.403	0.476	0.513	0.271	0.182	0.164	0.325
Diferencia (MMC)	1.682	3.480	4.198	3.218	1.180	0.613	0.182	0.014	0.189	0.785	1.307	1.845

Grafico N° 7.1
IRRIGACION TACABAMBA - RIO TUSPON
DISPONIBILIDAD HIDRICA

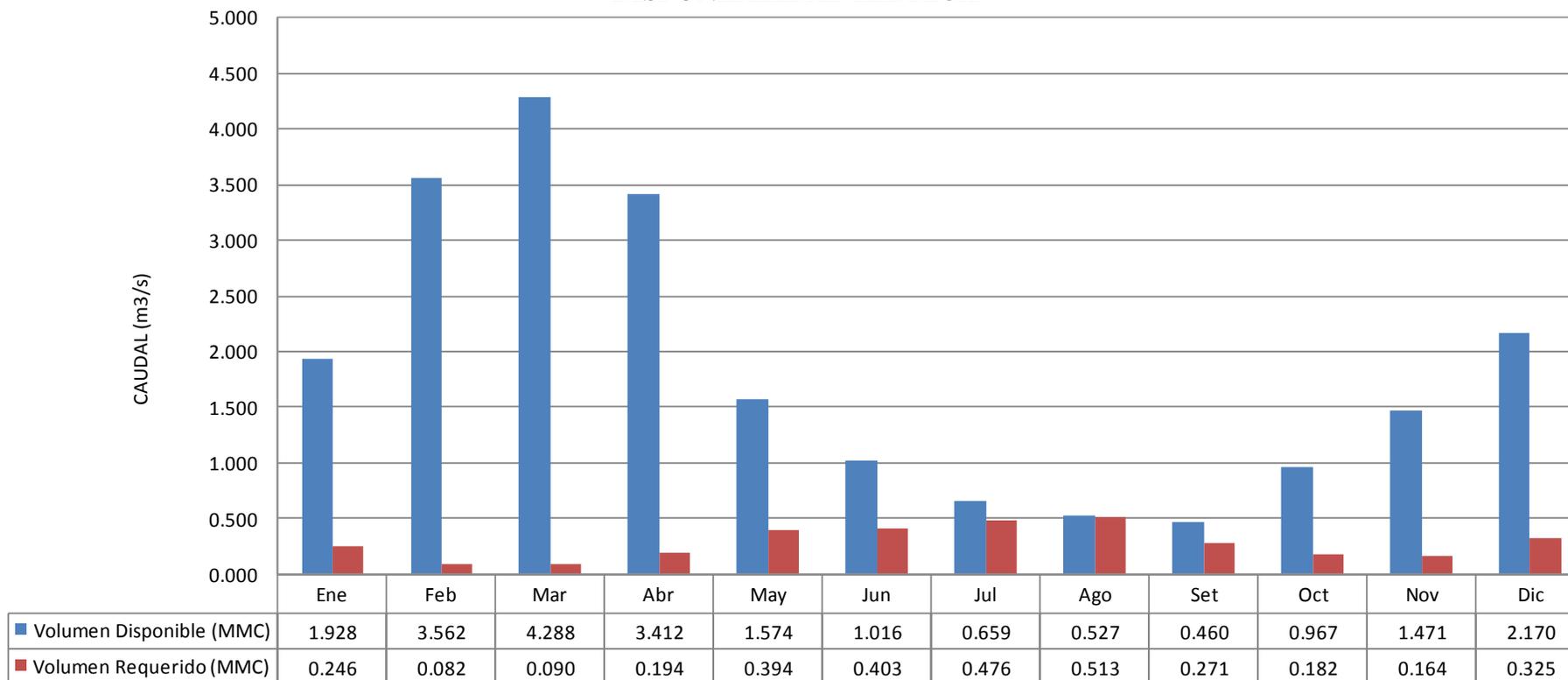


Tabla N°7.19
IRRIGACION TACABAMBA - QUEBRADA PUSANGA
DISPONIBILIDAD HIDRICA

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Volumen Disponible (MMC)	0.243	0.457	0.552	0.438	0.197	0.124	0.077	0.060	0.051	0.117	0.183	0.275
Volumen Requerido (MMC)	0.243	0.030	0.065	0.007	0.035	0.050	0.057	0.055	0.030	0.049	0.040	0.241
Diferencia (MMC)	0.001	0.428	0.488	0.431	0.162	0.074	0.020	0.004	0.021	0.069	0.143	0.034

Grafico N°7.2
IRRIGACION TACABAMBA - QUEBRADA PUSANGA
DISPONIBILIDAD HIDRICA

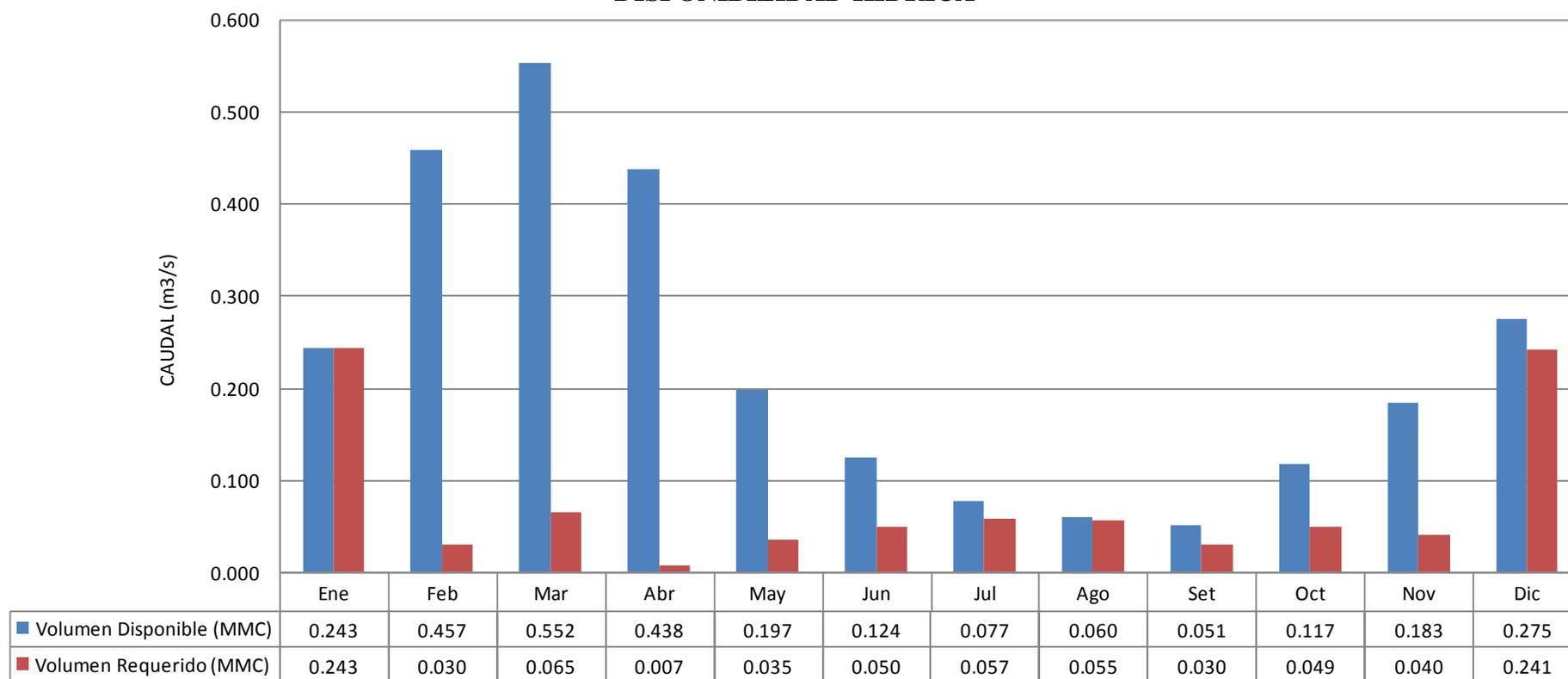
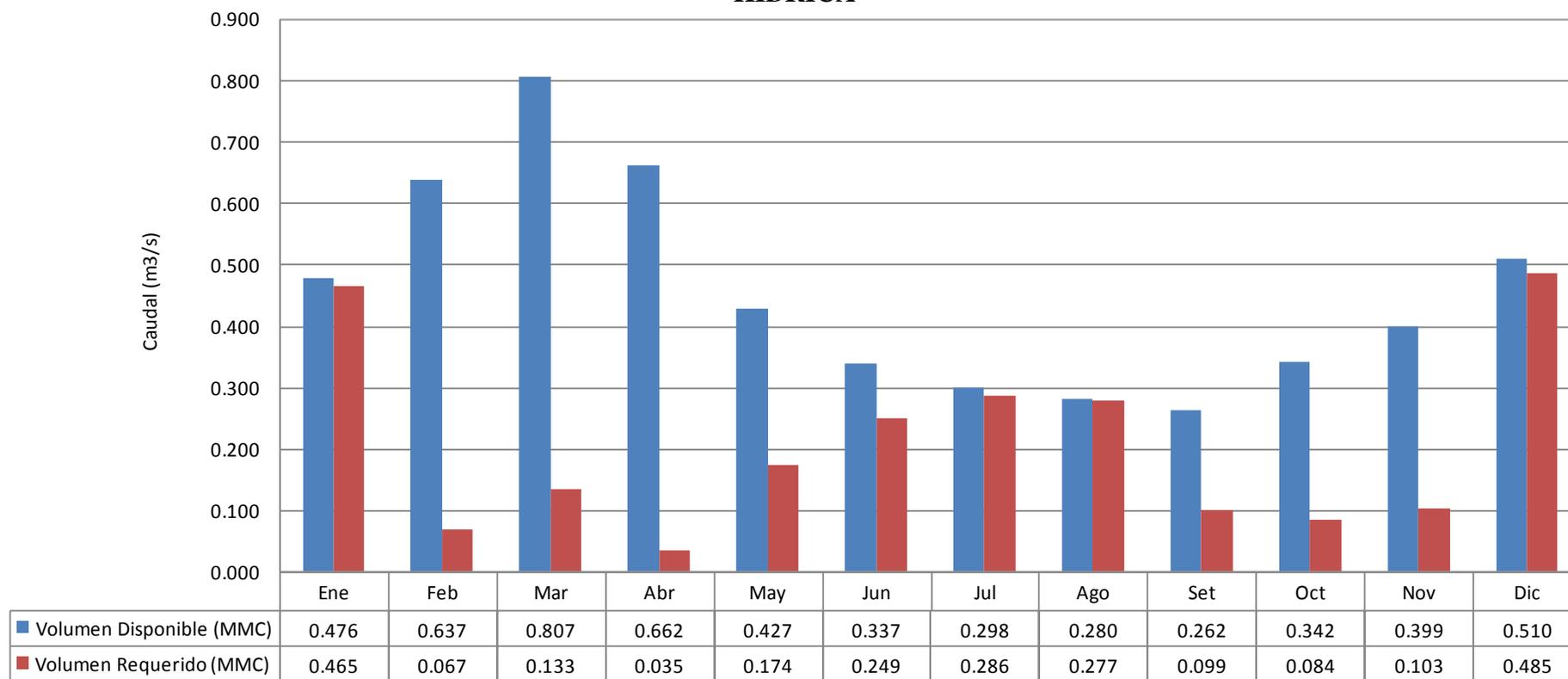


Tabla N°7.20
IRRIGACION TACABAMBA - QUEBRADA VISTA ALEGRE
DISPONIBILIDAD HIDRICA

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Volumen Disponible (MMC)	0.476	0.637	0.807	0.662	0.427	0.337	0.298	0.280	0.262	0.342	0.399	0.510
Volumen Requerido (MMC)	0.465	0.067	0.133	0.035	0.174	0.249	0.286	0.277	0.099	0.084	0.103	0.485
Diferencia (MMC)	0.011	0.570	0.674	0.627	0.253	0.088	0.013	0.003	0.163	0.257	0.296	0.025

Grafico N°7.3
IRRIGACION TACABAMBA - QUEBRADA VISTA ALEGRE
DISPONIBILIDAD
HIDRICA



ANEXOS

ANEXOS A
DATA

PRECIPITACION

HUMEDAD RELATIVA

TEMPERATURA MAXIMA

TEMPERATURA MINIMA

VELOCIDAD DEL VIENTO

Anexo B

PLANOS AUTOCAD

PLANOS DE ACCESO

PLANOS SUBCUENCA TUSPON

PLANOS SUBCUENCA PUSANGA

PLANO SUBCUENCA VISTA ALEGRE

Anexo C

PLANOS SIG

MAPA DE UBICACIÓN

MAPA DE RED VIAL

MAPA DE ZONAS DE VIDA

