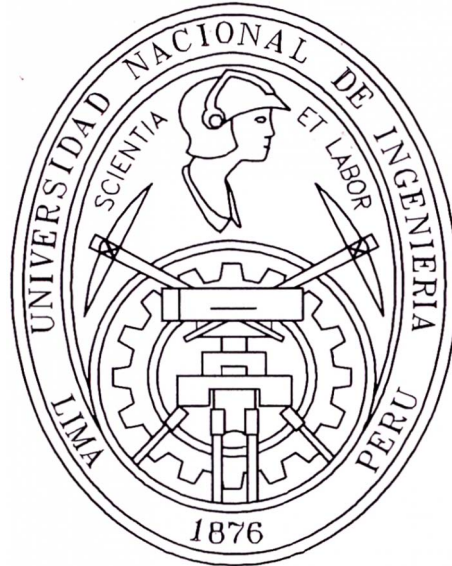


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE
IRRIGACION EN LA COMUNIDAD CAMPESINA
DE SAN AGUSTIN DE HUAYOPAMPA-HUARAL**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

KARENA QUIROZ JIMENEZ

Lima – Perú

2007

Teléfono
Correo Electrónico

4-829403
: karenaquiroz@gmail.com
karenaquiroz@yahoo.com
kaquirozj@hotmail.com

*Dedico esta tesis con todo mi corazón al esfuerzo y comprensión
de mis queridos padres Víctor y Celia.
A mis hermanos Edwin, Geraldine y Oliver.*

*A la memoria de Melesia Florentini
que en vida fue una abnegada comunera*

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer de una manera muy especial a la Ing. Marisa Silva por el asesoramiento en este trabajo, al Ing. Daniel Loyaga por brindarme la información de manera desinteresada y a las enseñanzas del Dr. José Aquize.

Asimismo, a todas las personas que me brindaron su apoyo para la culminación de este trabajo.

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO 1 DIAGNOSTICO

1.1	Información Basica	15
1.1.1	Ubicación Política y Geográfica	15
1.1.2	Vías de Comunicación	16
1.1.3	Topografía	16
1.1.4	Clima.....	17
1.1.5	Precipitación	17
1.1.6	Ecología.....	18
	Zonas de Vida	18
	Flora y Fauna	19
1.1.7	Geología	19
1.1.8	Suelos, Usos y Potencial	20
1.1.9	Hidrografia	21
1.2	Aspectos Socioeconómicos y Legales	22
1.2.1	Historia.....	22
1.2.2	Organización Comunal y Actividades Productivas.....	23
1.2.3	Comité de Regantes	24
1.2.4	Población.....	25
1.2.5	Servicios Públicos.....	25
1.3	Infraestructura Actual y Practica De Riego	26
1.3.1	Tomas o Captaciones	26
1.3.2	Canal Principal.....	26
1.3.3	Reservorios.....	27
1.3.4	Riego	27
1.3.5	Condiciones Agrícolas	27
	Tenencia de Tierras	28
	Produccion y Mercadeo	28

CAPITULO 2

ANALISIS DE DEMANDA Y DISPONIBILIDADES DE AGUA

2.1	Generalidades	30
2.2	Selección de la Cédula de Cultivo	30
2.3	Análisis de Demanda.....	32
2.3.1	Calculo de la Evapotranspiración.....	32
2.3.2	Precipitacion Efectiva.....	39
2.3.3	Eficiencia de Riego	40
2.3.4	Demanda de Agua.....	41
2.4	Analisis de Disponibilidad de Agua.....	44
2.4.1	Generalidades	44
2.4.1	Caracteristicas Fisicas de las Cuencas Chancay-Huaral y Añasmayo	53
2.4.2	Calculo de la Precipitacion Anual Promedio.....	57
2.4.3	Calculo del Caudal de rio.....	61
2.4.4	Analisis de Persistencia	65
2.5	Balance Hidrico	66

CAPITULO 3

ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO

3.1	Planteamiento de Alternativas	69
3.2	Alternativa 1	69
3.3	Alternativa 2	70
3.3.1	Canales Revestidos.....	70
	Revestimiento con Concreto Simple.....	70
	Revestimiento con Geomembranas Hdpe	70
	Revestimiento con Geomembranas Pvc.....	72
	Revestimiento con Membranas Asfálticas	74
3.3.2	Conductos Cerrados.....	77
	Tuberías de Pvc	77
	Tuberias de Polietileno (Pe)	79

3.4	Alternativa 3	81
3.4.1	Riego Por Superficie - Caudal Discontinuo o Pulsos	83
3.4.2	Riego Por Aspersión.....	86
3.4.3	Riego Localizado de Alta Frecuencia	87
3.5	Evaluación de las Alternativas y Selección de la Óptima	91
3.5.1	Criterio Técnico	91
3.5.2	Criterio Socio-Económico Ambiental	94
3.6	Selección de la Alternativa Final.....	98

CAPITULO 4

DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

4.1	Descripción del Esquema General del Proyecto	99
4.2	Selección de Parcelas Mayores y Sectores	99
4.3	Análisis de Suelo	102
4.4	Análisis de Agua.....	102
4.5	Programación de Riego	105
4.6	Almacenamiento.....	107
4.7	Sistema de Distribución	112
4.8	Recomendaciones para el Uso del Proyecto	113
4.8.1	Fortalecimiento de Organización de Regantes	114
4.8.2	Operación y Mantenimiento de la Infraestructura	114
4.8.3	Desarrollo Agrícola Bajo Riego.....	115

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

Anexo 01	Plano Fotográfico
Anexo 02	Resultado de Presiones y diámetros con programa WATERCAD
Anexo 03	Sustento de Cálculo
Anexo 04	Planos

RELACIÓN DE CUADROS

Cuadro N° 1.1	Ubicación Geográfica
Cuadro N° 1.2	Distancias de tiempos y accesos
Cuadro N° 1.3	Densidad Poblacional de Huayopampa
Cuadro N° 1.4	Tenencia de Tierras
Cuadro N° 1.5	Rendimiento y Rentabilidad de los Cultivos - Situación Actual
Cuadro N° 2.1	Calendario de los Cultivos Propuestos
Cuadro N° 2.2	Temperatura Media – Estación Huayan (1996-2000)
Cuadro N° 2.3	Temperatura Media en Huayopampa
Cuadro N° 2.4	Porcentaje de Horas de Luz diarias
Cuadro N° 2.5	Coefficientes K_c para manzana y melocotón
Cuadro N° 2.6	Evapotranspiración para Melocotón por el Método de Penman-Monteith
Cuadro N° 2.7	Evapotranspiración para Manzana por el Método de Penman-Monteith
Cuadro N° 2.8	Precipitación efectiva mensual en (mm)
Cuadro N° 2.9	Gasto Medio Actual
Cuadro N° 2.10	Requerimiento de Riego para el cultivo de Melocotón
Cuadro N° 2.11	Requerimiento de Riego para el cultivo de Manzana
Cuadro N° 2.12	Gasto Máximo Mensual Esperado
Cuadro N° 2.13	Precipitación Total Mensual de la estación Pallac
Cuadro N° 2.14	Precipitación Total Mensual de la estación Huayan
Cuadro N° 2.15	Precipitación Total Mensual de la estación Pirca
Cuadro N° 2.16	Precipitación Total Mensual de la estación Carac
Cuadro N° 2.17	Precipitación Total Mensual de la estación Huaros
Cuadro N° 2.18	Precipitación Total Mensual de la estación Santa Cruz
Cuadro N° 2.19	Precipitación Total Mensual de la estación Pachamachay
Cuadro N° 2.20	Precipitación Total Mensual de la estación Tupe
Cuadro N° 2.21	Curva Hipsométrica de la Cuenca Añasmayo
Cuadro N° 2.22	Curva Hipsométrica de la Cuenca Chancay-Huaral
Cuadro N° 2.23	Parámetros Físicos de las Cuencas Chancay-Huaral y Añasmayo
Cuadro N° 2.24	Precipitación Media de las cuencas

Cuadro N° 2.25	Caudales Medios Mensuales de la estación Santo Domingo
Cuadro N° 2.26	Caudales Medios Mensuales por el Método de Transposición de Área-Precipitación
Cuadro N° 2.27	Caudales Medios Mensuales al 75% de Persistencia
Cuadro N° 2.28	Balance Hídrico Caudal Medio (75%) – Demanda Agrícola
Cuadro N° 3.1	Propiedades de Geomembrana HDPE
Cuadro N° 3.2	Propiedades de Membrana Asfáltica
Cuadro N° 3.3	Presupuesto Unitario de Suministro e Instalación para Revestimiento de Canales por metro lineal
Cuadro N° 3.4	Precios de Material de Tubería
Cuadro N° 3.5	Dimensiones y Estimación de Costos para Reservorios revestidos con concreto E = 30cm
Cuadro N° 3.6	Dimensiones y Estimación de Costos para Reservorios revestidos con Membrana Asfáltica E = 3mm
Cuadro N° 3.7	Costo Estimado en soles por hectárea de Riego con Microtubos
Cuadro N° 4.1	Area de Parcelas Mayores y Sectores
Cuadro N° 4.2	Riesgo de Obturación
Cuadro N° 4.3	Propiedades Físicas del Suelo
Cuadro N° 4.4	Características del gotero RLAF
Cuadro N° 4.5	Tipo de cultivo para cada sector y demanda máxima
Cuadro N° 4.6	Calculo de Volumen de Reservorio y Programación de Riego Sector 1
Cuadro N° 4.7	Calculo de Volumen de Reservorio y Programación de Riego Sector 2
Cuadro N° 4.8	Calculo de Volumen de Reservorio y Programación de Riego Sector 3
Cuadro N° 4.9	Calculo de Volumen de Reservorio y Programación de Riego Sector 4
Cuadro N° 4.10	Calculo de Volumen de Reservorio y Programación de Riego Sector 5
Cuadro N° 4.11	Resumen de los Volúmenes de Reservorios

RELACIÓN DE GRÁFICOS

Grafico N° 2.1	Curva Hipsométrica y Altitud Media de la Cuenca Añasmayo
Grafico N° 2.2	Curva Hipsométrica y Altitud Media de la Cuenca Chancay-Huaral
Grafico N° 2.3	Polígonos de Thiessen en la Cuenca del Río Añasmayo
Grafico N° 2.4	Polígonos de Thiessen en la Cuenca del Río Chancay-Huaral
Grafico N° 2.5	Curva de Duración
Grafico N° 2.6	Balance Hídrico para la Zona de Riego
Grafico N° 3.1	Esquema de Zanja para Tubería PVC
Grafico N° 3.2	Esquema de Tendido de Tubería HDPE
Grafico N° 3.3	Diagrama de Infiltración de Riego por Pulso
Grafico N° 3.4	Componentes de Cabezal de Riego
Grafico N° 3.5	Sección Geométrica de Canal Secundario
Grafico N° 4.1	Diagrama para clasificación de las aguas de riego

RELACIÓN DE PLANOS

Plano 1.1	Plano de Ubicación
Plano 1.2	Mapa Climático-Ecológico
Plano 1.3	Mapa de Suelos y Capacidad de Usos
Plano 1.4	Relieve Topográfico - Carta Nacional 23-i
Plano 1.5	Cuenca Hidrográfica
Plano 1.6 - A	Plano Original de Catastro Rural (1)
Plano 1.6 - B	Plano Original de Catastro Rural (2)
Plano 1.6 - C	Plano Original de Catastro Rural (3)
Plano 1.7	Infraestructura Actual
Plano 2.1	Polígonos de Thiessen – Cuenca Añasmayo
Plano 2.2	Polígonos de Thiessen – Cuenca Chancay Huaral
Plano 4.1	Selección de Sectores y parcelas mayores
Plano 4.2	Proyecto de Mejoramiento
Plano 4.3	Detalle de Reservorios

RELACIÓN DE FOTOS

Foto N° 1	Captación N° 1 o Toma Pate
Foto N° 2	Captación N° 2 o Toma Ucana
Foto N° 3	Canal Principal N° 1
Foto N° 4	Canal Principal N° 2
Foto N° 5	Canal Secundario A
Foto N° 6	Canal Secundario
Foto N° 7	Vista Frontal de Reservorio
Foto N° 8	Salida de Reservorio
Foto N° 9	Riego por gravedad y pérdidas de percolación
Foto N° 10	Riego por gravedad en zonas de plantación
Foto N° 11	Árbol Típico de Melocotón
Foto N° 12	Toma de muestra del suelo
Foto N° 13	Toma de muestra del agua
Foto N° 14	Salida de Pulso de Agua por compuerta
Foto N° 15	Válvula de Control de Riego

INTRODUCCION

Presento a consideración de los miembros del jurado la tesis "Mejoramiento del Sistema de Irrigación en la Comunidad Campesina San Agustín de Huayopampa-Huaral", a fin de cumplir con el requisito que exige la Universidad Nacional de Ingeniería para otorgar el título de grado de Ingeniero Civil.

En base a la cartografía y planos topográficos proporcionados por la Comunidad realicé el reconocimiento de campo a fin de conocer en sitio los principios, técnicas de irrigación empleados y eficiencia de riego, para calcular las necesidades netas actuales. Se determinó, además, la calidad del agua y del suelo.

Dada la ubicación geográfica en la sierra peruana y específicamente en la subcuenca del río Añasmayo afluente del río Chancay-Huaral, se encontró escasez de agua para abastecer la demanda de riego por gravedad. Existe poca información climatológica local, por lo que fue necesario analizar esta data a nivel regional, para poder crear condiciones favorables de eficiencia y producción.

En tal sentido, y basado en los fundamentos de irrigación y de optimización del recurso hídrico se ha concebido el sistema de irrigación localizado de alta frecuencia para suministrar agua a las raíces de las plantas a intervalos frecuentes, mediante un planeamiento de sectorización de áreas de riego y la implementación de redes de tubería hasta los cabezales de riego.

El programa seguido para el desarrollo de esta tesis consiste en 4 capítulos:

El primer capítulo corresponde a la información básica del lugar, aspectos socioeconómicos - legales y un análisis general de la infraestructura actual de riego.

El segundo capítulo corresponde al análisis de demanda y disponibilidades netas del agua y la determinación del balance hídrico.

El tercer capítulo corresponde al planteamiento de tres alternativas, la primera alternativa es establecer turnos de riego comunes para los usuarios de riego ubicados en parcelas vecinas, la segunda es el mejoramiento del sistema de distribución y la tercera alternativa es el mejoramiento del sistema de aplicación.

El cuarto capítulo corresponde al diseño del proyecto de mejoramiento del sistema de riego, desarrollando el programa de mejoramiento dentro de los linderos del área de riego.

En mérito a este análisis y programa de trabajo se ha llegado a las siguientes conclusiones:

El proyecto permitirá:

- Elevar el nivel de vida de la población.
- Disminuir los módulos de riego

Un plan que agrupa las parcelas vecinas en mayores áreas parcelarias, distribuir el agua mediante una red de distribución abierta hacia cabezales de riego, y desde este punto aplicar un riego tecnificado.

El análisis de Suelo resulta favorable.

El análisis de Agua resulta favorable excepto que tiene peligro de salinidad, el cual se puede corregir con una práctica de programación de riegos.

Se recomienda aplicar el riego localizado de Alta frecuencia con Microtubos de Polietileno, porque es recomendable para árboles frutales, logra eficiencias mayores al 90%, permite la fertirrigación, permite controlar el uso del agua para riego.

Asimismo hago extensivo un agradecimiento a la Comunidad Campesina de Huayopampa por la información proporcionada, a INRENA y a los laboratorios de Agua y Suelo de UNALM.

CAPITULO 1

DIAGNOSTICO

1.1 INFORMACIÓN BASICA

1.1.1 UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA

La zona en estudio que se muestra en el plano N° 1.1, es la Comunidad Campesina San Agustín de Huayopampa, que en adelante la denominaremos Huayopampa, ubicado políticamente dentro de la jurisdicción del Distrito de Atavillos Bajo, en la Provincia de Huaral del Departamento de Lima.

UBICACIÓN POLITICA

Comunidad	:	SAN AGUSTÍN DE HUAYOPAMPA
Distrito	:	ATAVILLOS BAJO
Provincia	:	HUARAL
Departamento	:	LIMA
Región Natural	:	SIERRA

UBICACIÓN GEOGRAFICA

Huayopampa, se sitúa al este de la ciudad de Huaral entre los 1700 m.s.n.m. y 2100 m.s.n.m., en la margen derecha del río Añasmayo, río tributario al río Chancay-Huaral. La zona se encuentra entre los meridianos 76°47' y 76°51' de longitud oeste y los paralelos de latitud sur 11°20' - 11°22'.

CUADRO 1.1
UBICACIÓN GEOGRAFICA

ALTITUD	LONGITUD OESTE	LATITUD SUR
1900 m.s.n.m.	76°49'	11°21'

Fuente: IGN: Carta Nacional a escala 1:100 000, Hoja 23-i
Elaboración propia

Huayopampa limita también con otras comunidades, por el norte con San Salvador de Pampas, por el sur con Sumbilca y el río Añasmayo, por el este con Pallac, y por el oeste con el río Chancay-Huaral.

Huayopampa junto con otras 4 comunidades pertenecen a la cuenca del Añasmayo, estas forman la Comisión de Regantes del Añasmayo.

1.1.2 VÍAS DE COMUNICACIÓN

La vía de acceso principal a Huayopampa desde la ciudad de Lima es como sigue:

Por el norte de la Ciudad de Lima a lo largo de la Panamericana Norte pasando Pasamayo y cruzando la ciudad de Chancay, se llega a la ciudad de Huaral, aproximadamente 90 Km. de distancia separan de la Ciudad de Huaral de Lima. En Huaral se toma el ómnibus hacia la comunidad de Huayopampa, de un desvío de la carretera Huaral-Acos-Antajirca y ramales.

CUADRO 1.2
DISTANCIAS DE TIEMPOS Y ACCESOS

Origen – Destino	Tipo de acceso	Distancia (Km.)	Tiempo (Horas)
Lima – Huaral	Carretera Asfaltada	90	1,00
Huaral - Huayopampa	Carretera Afirmada	60	1,30

Elaboración: propia

Dicha carretera es una vía que pertenece a la red vial nacional y que comunica a la provincia de Huaral con la provincia de Cerro de Pasco, la misma que por su importancia, permite la comunicación de diferentes comunidades ubicadas en la zona de la sierra, de la provincia de Huaral con la provincia de Cerro de Pasco.

1.1.3 TOPOGRAFÍA

En el plano N° 1.4 se muestra el relieve topográfico de Huayopampa, el cual se compone de cerros áridos y empinados como Chincho,

Ocomuchayoc, Ocurhuay, Carupata, las quebradas denominadas Patur, Tunasirca como las principales. El relieve topográfico de la zona urbana es plana, sin embargo la agricultura es practicada en la zona adyacente al río Añasmayo a una altura promedio de 1800 m.s.n.m., parte del sector irrigado se encuentra en ladera con una pendiente aproximada de 30% y en zona plana con una pendiente de 4%. La presencia del río al sur de los linderos de Huayopampa la vuelve muy accidentado, presentando la forma V del valle joven de río Añasmayo, (**Ver Planos 1.6A,1.6B,1.6C**).

1.1.4 CLIMA

La estación climatológica mas cercana es la de Huayan ubicada a 350 msnm, y por tanto no refleja las condiciones climatológicas del área de interés, ubicada a 1800 msnm. Sector caracterizado por sequedad, comprendido entre el litoral y el nivel altitudinal aproximado de 1800 m.s.n.m., la temperatura varía de 17°C a 24°C, y una humedad relativa promedio de 68%, de acuerdo con la distribución térmica de Thornthwaite descrito en la Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Chancay'Huaral. (**Ver anexo 3-a**).

1.1.5 PRECIPITACIÓN

La cuenca está sometida al régimen bi-estacional de lluvia y sequía y la media de las precipitaciones varía según la altitud. En la parte mas elevada las lluvias son considerables y regulares hasta fechas tardías de verano, es característica la presencia casi constante, de una espesa niebla que, procede de la costa y es canalizada por la quebrada del Añasmayo, la cubre por completo en los días en que no hay lluvia.

Esta misma niebla prolonga la humedad en la parte alta, durante varias semanas después del comienzo del invierno. Cerca de los 3000 m.s.n.m. en la cuenca, la agricultura se convierte insegura y comienza la zona del granizo y los vientos constantes, quedando el aprovechamiento limitado a la ganadería.

1.1.6 ECOLOGÍA

ZONAS DE VIDA

La Clasificación climática que presentó la ONERN (hoy INRENA) esta basada en los conceptos generalizados de los sistemas originales de los Drs. Warren Thornwaite y Leslie R. Holdrige y la elaboración del mapa ecológico de la cuenca Chancay-Huaral ha sido efectuada de acuerdo al sistema de clasificación de las formaciones vegetales o zonas de vida natural.

La zona de riego se ubica dentro de los parámetros de la formación ecológica denominada Desierto Sub-Tropical (md-ST), en realidad es una formación micro-ecológica, pues está reducida a un área muy pequeña de la extensión total de la cuenca Chancay-Huaral, que se muestra en el plano N° 1.2

Esta formación que está dominada por el patrón climático Per-Árido y Semi-Cálido, presenta la variante de que las escasas precipitaciones pluviales se concentran en la estación veraniega. Los factores edáficos, geomorfológicos e hidrológicos se presentan poco favorables, determinando un medio ambiente con ciertas limitaciones para el desarrollo de una agricultura intensiva y diversificada, de modo que ocupan un área pequeña. Entre ellos tenemos los frutales (manzana, pera, melocotones y chirimoyas), cultivos bajo riego.

La vegetación natural esta integrada por la presencia de cactáceas columnares del género *Cereus*, más conocidos como gigantones o candelabros. Son plantas perennes y de raíces profundas, que se alimentan de la humedad del sub-suelo. Se aprecian arbustos sólo junto a los cauces de las quebradas como el guarango, mole, sauce carrizales y gramíneas.

FLORA Y FAUNA

El clima, conforma la flora y fauna del área en estudio variando ascendentemente, se observan especies de flora como:

El tarwi	Lupinus
La tara	Caesalpinia Tintorea
El Maguey	Agave americana foulcroya
El tunal	Opuntia ficus indica
El Lloque	Kageneckia
Huarango	Acacia Macrantha
El Molle	Schinus molle
El Payco	Chenopodium Ambrosioides
La Muña	Minthotachis setosa

La mayor parte de ellas encuentran aplicaciones como frutos comestibles o leña o madera para construcción.

La fauna presenta especies atractivas para la caza siendo las más valoradas la taruca o venado y la perdiz lo que convirtió a la zona en estudio hace 30 años en centro de caza, aunque también se practicó clandestinamente la caza de vicuñas en la zona alta de la cuenca.

1.1.7 GEOLOGÍA

Dentro de la zona en estudio se presenta 2 formaciones geológicas bastante diferenciadas. En la zona se observa la presencia de rocas intrusivas de la era del Mesozoico del cretáceo superior, cuya simbología se representa como Kti, en la confluencia del río Añasmayo hacia río Chancay-Huaral, indicado en el estudio de ONERN, 1969. Dicha formación presenta una litología de dioritas, tonalita y granodioritas, lamprófidos y pegmatitas en forma de diques y sills.

La segunda formación de importancia dentro del área de estudio es la Depósitos aluviales (QAI) del Cenozoico de la era del cuaternario, bajo esta denominación se considera la acumulación de detritus fluviales.

Dichas acumulaciones se encuentran en la planicie aluvial en cauces del río Chancay y sus principales tributarios, como es el río Añasmayo.

Existe una formación es la serie volcánica Superior (Tsv), perteneciente a la era del cenozoico del terciario comprendido en la serie volcánica superior cuyas formaciones cubren las zonas preandinas y andinas preexistentes, litológicamente, la serie volcánica superior está constituida por derrames volcánicos y aglomerados de diversa composición, principalmente andesíticos y dacíticos, de textura variada y de colores gris y marrón, este conjunto ha evolucionado a suelos residuales arcillosos con alto contenido de fierro, cuyo potencial agronómico está limitado por la topografía.

Litológicamente, estos depósitos están formados por arenas, arcillas, gravas y cantos rodados, derivados de rocas ígneas, particularmente de las dioritas.

1.1.8 SUELOS, USOS Y POTENCIAL

La ONERN en 1969 realizó un estudio exploratorio de la cuenca alta del río Chancay-Huaral, a nivel de los Grandes Grupos de suelo, expresando su potencial agropecuario en términos de su capacidad de uso.

En el plano N° 1.3 se muestra la zona en estudio clasificado en Grandes Grupos de Suelos como lítico, Litosol Desértico y regosol desértico (seco) que representa en números 19620 ha en toda la cuenca de Chancay-Huaral, (el área total de la cuenca Chancay-Huaral es de 327900 ha) y en el Grupo VIII de Capacidad de Uso como dominante, designado como tierras no apropiados para fines agropecuarios ni forestales.

A continuación se presentan la descripción de Grandes Grupos de Suelos:

FORMACIÓN LÍTICA

Esta formación constituye esencialmente las exposiciones de roca viva o afloramiento rocoso y escombros de detritus poco consolidados de rocas.

Su distribución es amplia, siendo muy significativo y dominante entre los 500 y los 2500 m.s.n.m. en donde aparecen fuertemente interasociados con los litosoles desérticos.

LITOSOL DESÉRTICO

O Litosuelos, de acuerdo a la situación fisiográfica y las condiciones climáticas que prevalecen, se distinguen dos grupos principales de litosoles.

Suelos con perfil (A) es muy delgado, pálido y generalmente gravo-pedregoso, que descansa sobre roca consolidada o detritus rocosos.

REGOSOL DESÉRTICO (SECO)

Suelos con perfil (A)C o C. Normalmente, presentan un horizonte (A) delgado, muy débilmente esbozado, pálido (ócrico), generalmente mineral no pedregoso, que grada a materiales no consolidados. Son suelos de morfología arenosa (arena media, variando a gruesa) y suelta, profundos, de topografía plana a fuertemente ondulada y empinada.

Agronómicamente, la máxima capacidad de uso de los regosoles desérticos observados cae dentro de las clases III y IV, es decir, que permiten el desarrollo de la Agricultura siempre que las condiciones de aridez sean subsanadas por el riego permanente.

Los suelos de Huayopampa y sus alrededores no son tan buenos y ello se manifiesta en el rendimiento, En resumen el suelo está compuesto de una mezcla de arenas, arcillas y gravas de color marrón firme, plasticidad baja y mediana humedad, con un estrato arenoso limoso que va de franco arenoso y con presencia de grava que le proporciona gran permeabilidad, no reteniendo el agua.

1.1.9 HIDROGRAFIA

La fuente de agua para la zona de riego es el río Añasmayo, el que a la vez conforma la cuenca del mismo nombre. Este río nace en la

subcuenca Añasmayo y Subcuenca Honda y recibe a lo largo de su recorrido los aportes de las quebradas como Pariapunco, Quipacaca. El primer aporte es de la subcuenca del río Honda en la parte alta, los recursos hídricos superficiales de la cuenca son derivados en tomas para riego y el resto continúan su recorrido nor-oeste hasta el río Chancay-Huaral

Cuenca del Río Añasmayo.

La cuenca de Añasmayo que se muestra en el plano 1.5, se localiza aproximadamente entre las cotas de 4800 m.s.n.m. en la naciente del Río Añasmayo y los 1200 m.s.n.m hasta la toma. Esta cuenca esta conformada por dos subcuencas llamadas Añasmayo y Honda, siendo la precipitación pluvial el principal aporte con el que cuentan. La subcuenca Honda y Añasmayo reciben aportes de las quebradas tributarias; pudiendo diferenciarse: la Quebrada Azulcocha cuyas aguas provienen de una laguna del mismo nombre y la Quebrada Yanaraman donde de igual manera sus aguas provienen de la laguna Yanaraman.

Ambas quebradas llegan a confluir debajo de la comunidad de San Agustín. Para luego seguir recibiendo aportes de quebradas hasta desembocar al Río Chancay – Huaral en su parte media con un aporte de 0,005m³/s en épocas de estiaje.

1.2 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y LEGALES

1.2.1 HISTORIA

Hasta su abolición formal como institución en el siglo XIX, San Agustín de Huayopampa fue una comunidad de indios. Desde la introducción de las leyes de municipalidades en 1856 la estructura administrativa oficial del pueblo era reglamentada en el nivel de distrito. Aunque sin un anclaje jurídico estatal, es decir formalmente no existente, el sistema de cargos del común de indios siguió funcionando paralelamente. Debido a la débil administración estatal La Municipalidad los huayopampinos

mantuvieron el sistema de cargos antiguo y a través de él organizaron la autogestión del pueblo.

Conjuntamente con la abolición de la comunidad de indios se abolió también, desde el punto de vista jurídico, la propiedad comunal. Con la paulatina privatización de la tierra a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX, el autogobierno extraoficial perdió la tarea de organizar la economía a nivel de pueblos y recibió nuevas tareas. Por un lado debía proveer a sus miembros con los medios de producción (agua) y por otro, dedicarse a la infraestructura del pueblo. Sin embargo, cada familia trabajaba sus tierras independientemente, las cuales habían pasado a ser casi íntegramente propiedad privada.

La comunidad de San Agustín-Huayopampa fue reconocida formalmente en 1935. De esta manera el autogobierno extraoficial fue posteriormente legalizado. Esto no generó grandes cambios concretos, ya que, pese a los distintos nombres de los gremios que se sucedieron, sus funciones no cambiaron. El reconocimiento legal de la comunidad deparó a los conflictos sobre tierras con las poblaciones vecinas. Gracias a este reconocimiento gozaban de protección jurídica como comunidad campesina.

Hoy en día la comunidad San Agustín de Huayopampa se constituye de dos localidades: San Agustín de Pariac y San Miguel de Huayopampa. Sin embargo, no toda las familias de estas localidades son actualmente miembros de la comunidad.

1.2.2 ORGANIZACIÓN COMUNAL Y ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

La población en la zona de estudio se ha organizado como comunidad campesina. Como concepto las Comunidades Campesinas son organizaciones de interés público, con personería jurídica, integradas por familias que habitan y controlan determinados territorios, ligados por vínculos ancestrales, sociales, económicos y culturales, expresados en la propiedad comunal de la tierra, el trabajo comunal, la ayuda mutua, el

gobierno democrático y el desarrollo de actividades multisectoriales, cuyos fines se orientan a la realización plena de sus miembros.

La principal actividad de las comunidades campesinas en la cuenca en estudio es la agricultura orientada principalmente al cultivo de árboles frutales tales como melocotón, manzana y chirimoya.

Otra actividad que se realiza es la crianza de animales de ganado caprino y vacuno desarrollado principalmente en las partes altas del Río Añasmayo y la Quebrada Honda, donde los pastores en sus estancias tienen la responsabilidad de su reproducción.

Así mismo se ha observado en la parte alta de la cuenca una cobertura vegetal muy buena donde actualmente se encuentran los animales pero también se ha observado que existe una zona entre el Río Añasmayo y el Río de la Quebrada Honda con un pastizal alto de 0,50 m que no ha sido tocado por los animales es decir, que este es un pasto guardado para épocas donde falten las lluvias constituyendo un pasto de reserva para periodos secos donde la escasez de zonas de pastizaje se vuelve crítica. A orillas del río se observa un tipo de vegetación muy densa seguido en las laderas por un tipo de cobertura lleno de rastrojos con grama. Así mismo en la parte media a baja de esta cuenca se observa una zona de gran producción de árboles frutales.

La comunidad vela por sus intereses de tenencias de tierras y pastoreo coordinando con el Municipio. También representa a su pueblo frente a instituciones externas, los recurrentes problemas con la distribución de aguas con otras comunidades.

1.2.3 COMITÉ DE REGANTES

El comité de Regantes, es el comité más importante elegido anualmente, cuyos miembros se reúnen regularmente para distribuir los derechos de riego para el día siguiente, los cuales tienen que ser cancelados con una suma de dinero. La repartición de aguas se realiza sobre la base del padrón de regantes, llevado y siempre actualizado por el comité de

regantes, dado que toda la economía del pueblo depende de la irrigación. Son 220 agricultores entre pasivos y activos, los pasivos son aquellos que no son comuneros.

1.2.4 POBLACIÓN

Según el último Censo Nacional realizado por el INEI el 11 de Julio de 1993, la población total para Huayopampa fue de 611 habitantes, cifra que representa el 34 % de la población total del distrito de Atavillos Bajo.

En el cuadro N° 1.3 muestra que la población del distrito presenta 11 habitantes por km², cabe destacar que el distrito tiene una topografía bastante compleja y que las poblaciones se encuentran agrupadas puntualmente en pueblos y/o caseríos, dentro del ámbito distrital.

CUADRO 1.3
DENSIDAD POBLACIONAL DE HUAYOPAMPA

LOCALIDAD	Censo 1993 (hab.)	Area		Densidad Poblacional (Hab/Km ²)	Densidad Poblacional (Hab/ha)
		(Km ²)	(ha)		
Huayopampa	611	40	4 000	15	0,15
Distrito de Atavillos Bajo	1807	164,89	16 489	11	0,11
Provincia de Huaral	126025	3 655,7	365 570	34	0,34

Fuente: INEI
Elaboración Propia

1.2.5 SERVICIOS PÚBLICOS

Huayopampa cuenta con los siguientes servicios públicos:

1. Un Centro de Salud que cuenta con la atención de profesionales médicos en especialidades de medicina general, obstetricia, enfermería y odontología.
2. Servicio de suministro eléctrico permanente de la empresa EDELNOR.

3. Señal de televisión con receptor de antena parabólica de propiedad comunal.
4. Cabinas Telefónicas.
5. Servicio de agua potable.
6. Parroquia
7. Colegio inicial de Niños N° 327.
8. Centro Educativo Público Integrado (Primaria y Secundaria) N° 20384 "German Caro Ríos".
9. Transporte comunal de pasajeros y de carga, cuenta con un bus que presta servicio diario Huayopampa-Huaral-Huayopampa.

1.3 INFRAESTRUCTURA ACTUAL Y PRACTICA DE RIEGO

El sistema actual se muestra en el plano 1.7, las tomas, los canales principales y secundarios se muestran en un panel fotográfico, el levantamiento de la infraestructura existente se realizo en base a los planos obtenidos por el PETT del Ministerio de Agricultura, información dada por los agricultores y varias visitas a la zona. He observado la importancia que se le ha dado a los canales y desarenadores.

1.3.1 TOMAS O CAPTACIONES

Entre las principales tomas de uso agrícola tenemos: Toma de Pate (Captación N°1) y Toma Ucana (captación N°2), dichas tomas captan el agua del río Añasmayo, no existen estructuras civiles de captación, se interrumpe el curso del río por medio de rocas y troncos desviando a un canal rectangular para cada toma. Ver fotos 1,2.

1.3.2 CANAL PRINCIPAL

Existen dos canales principales denominadas por los pobladores Canal Tunasirca (N°1), Canal Bajo (N°3). El canal N°1 abastece a 95 ha en la zona alta, el canal N°3 abastece a 150 ha en la zona baja, el canal N°2 parte de un ramal del canal de salida del reservorio y que abastece a 50 ha en la parte central de la zona de riego, la forma geométrica en la

mayoría de los canales son rectangulares, existen 300 ml del canal N°1 que se encuentran en tierra. Ver fotos 3, 4.

Los canales principales se encuentra revestido con concreto simple, existen 62 salidas hacia canales secundarios de derivación a las parcelas.

Existen 1300 metros lineales de canales secundario revestido con concreto con sección rectangular ubicado en la parte baja de la zona de riego. Ver fotos 5,6.

1.3.3 RESERVORIOS

Existe un reservorio de concreto armado, con planta rectangular de 29x48 metros y profundidad total 3,5 metros, con una capacidad de 3500 m³, y abastece la parte baja de la zona de riego, por debajo de la carretera. Ver fotos 7,8.

1.3.4 RIEGO

Actualmente el sistema de riego se viene dando por gravedad mediante surcos ocasionando pérdidas por percolación, irrigando entre plantaciones de melocotones (blanquillo) y manzanas. Ver foto 9.

El turno de riego para el usuario del agua es 1 hora por cada hectárea, con una descarga de 1,60 lt/s. Los turnos de riego son bastante desiguales, puesto que un usuario cuya parcela está ubicada en el extremo de punto de derivación debe regar sabiendo que es el único en la zona.

1.3.5 CONDICIONES AGRICOLAS

Desde la década de 1950 la economía de Huayopampa se basa en el cultivo de manzanas y melocotones, existe alrededor de 300 ha de tierras aptas para el cultivo frutícola. La mayoría de estas tierras son propiedad

privada de Huayopampinos, una pequeña perteneciente a la comunidad y se halla distribuida entre comuneros.

TENENCIA DE TIERRAS

La comunidad es propietaria de toda el área agrícola de su jurisdicción, ha entregado para su explotación una determinada área a cada comunero o jefe de familia con residencia permanente.

EL mayor porcentaje de usuarios corresponde a aquellos que poseen tenencia de tierra menores a 0,5 ha.

CUADRO 1.4
TENENCIA DE TIERRAS

Descripción	Numero	Porcentaje
Menores a 0,5 ha	54	30 %
Entre 0,5 a 1,0 ha	44	24,0
Entre 1,0 a 1,5 ha	31	17,6
Entre 1,5 a 2,0 ha	19	10,0
Entre 2,0 a 2,5 ha	10	5,5
Entre 2,5 a 3,0 ha	10	5,5
Entre 3,0 a 3,5 ha	9	5,0
Entre 3,5 a 4,0 ha	2	1,2
Entre 4,0 a 4,5 ha	1	0,6
Mayores a 4,5 ha	1	0,6

Fuente: ¿Migración o Movilidad en Huayopampa?

Elaboración Propia

PRODUCCION Y MERCADEO

En cada huerto frutal o parcela se realizan dos cosechas anuales. Puesto que la estacionalidad se limita a la temporada de lluvias y ya que el cultivo se realiza fundamentalmente a base a riego artificial, estas pueden llevarse a cabo en cualquier época del año. Por lo tanto, no existe un ciclo agrícola que structure el trabajo anual.

Como las tierras están divididas en pequeñas parcelas de las cuales cada productor generalmente trabaja varias, son ellos mismos quienes determinan sus propios ciclos de producción. Esto se realiza de tal manera que las cosechas de las diferentes parcelas sucedan en meses distintos. En Huayopampa, los productores controlan los ciclos de producción de sus frutales mediante una simulación artificial del invierno. Durante el invierno artificial la tierra es arada y los productores se fijan en que haya poca cobertura vegetal entre los árboles, durante los tres meses siguientes los productores tratan a sus árboles cada 8 a diez días con fungicidas, pesticidas y bactericidas. Dos meses después del florecimiento se realiza el segundo abono, cuatro a cinco meses después el tercero. Durante todo este tiempo los árboles son regados. Si hay suficiente agua se riega cada veinte días, en casos de escasez aguda, solo cada dos meses.

En el sexto mes después del florecimiento se desarrollan las pequeñas manzanas y melocotones, posteriormente, seis o siete meses después de la cosecha anterior, se inicia la nueva cosecha.

En los días de cosecha, los productores entregan a los camioneros notas con la relación de la cantidad y calidad de las jabas de frutas. Los camiones llevan frutas al mercado mayorista en Lima.

Los cultivos principales y rendimientos existentes en la zona del proyecto, según por su importancia el melocotón y manzana, para la campaña agrícola del 2005.

CUADRO 1.5
RENDIMIENTO Y RENTABILIDAD DE LOS CULTIVOS
SITUACION ACTUAL

Cultivo	Rendimiento	Area	Precio de Chacra	Rentabilidad
MELOCOTON	2100 Kg/ ha	80	0,60 S/. / Kg	S/. 100 800
MANZANA	1000 Kg/ ha	55	0,50 S/. / Kg	S/. 27 500

Fuente: Comité de Transportes

Elaboración: Propia

CAPITULO 2

ANALISIS DE DEMANDA Y DISPONIBILIDADES DE AGUA

2.1 GENERALIDADES

El requerimiento hídrico con fines para riego, depende de varios factores. Estos incluyen métodos de riego, el tipo de cultivo, la condición del suelo y el clima predominantemente.

El Uso Consuntivo o la Evapotranspiración Real ET_1 son la cantidad de agua necesaria para el crecimiento y desarrollo de un cultivo.¹ La Evapotranspiración es la consideración conjunta de dos procesos diferentes: evaporación y la transpiración. La Evaporación es el fenómeno físico en el que el agua pasa de líquido a vapor, se produce desde la superficie del suelo y la vegetación inmediatamente después de la precipitación, donde el agua infiltrada se evapora desde la parte superficial del suelo. La Transpiración es el fenómeno biológico por el que las plantas pierden agua a la atmósfera producto de sus procesos de alimentación y respiración. Toman agua del suelo a través de sus raíces, absorben una pequeña parte para su crecimiento y el resto la transpiran. Como son difíciles de medir por separado, y además en la mayor parte de los casos lo que interesa es la cantidad total de agua que se pierde a la atmósfera, sea del modo que sea, se consideran conjuntamente bajo el concepto mixto de ET.

2.2 SELECCIÓN DE LA CEDULA DE CULTIVO

La cédula de cultivo es el conjunto de cultivos posibles de un valle de acuerdo a sus condiciones de clima, suelo y experiencia de los campesinos. La cédula de cultivo está conformada por cultivos permanentes y temporales.²

¹ Silva; Apuntes de Clase de Recursos Hidráulicos 2002

² Rossell; Irrigación

Permanentes : Son los que tienen un periodo vegetativo mayor de un año tales como la caña de azúcar, los pastos y sobre todo los frutales

Temporales o Transitorios : Llamadas también anuales, son aquellos que tienen un ciclo vegetativo de algunos meses o máximo un año, como el maíz, el algodón, el arroz, las legumbres y los cereales.

Para la zona en estudio y los alrededores la cédula de cultivo más favorable está conformada por frutales como el melocotón, las manzanas y chirimoyas, aunque en los últimos años, el mercado de frutales ha estado al límite a tal punto que se han tenido que rematar las unidades de venta sin ganancia.

El calendario de siembras y cosechas para los cultivos permanentes está controlado por las condiciones agrometeorológicas y por la disponibilidad del recurso hídrico.

La cédula y calendario de los cultivos existentes más importantes se presenta en el Melocotón (230 ha), Manzana (120 ha)

El periodo vegetativo promedio es de 1 año y empieza a dar fruto a los 6 meses, el tipo de cultivo, la duración de su ciclo vegetativo, la temporada de cosecha se determina de acuerdo a las costumbres agroeconómicas de Huayopampa como se muestra en el cuadro N° 2.1

CUADRO 2.1
CALENDARIO DE CULTIVOS

Cultivo	Área (ha)	Tipo de Cultivo	Meses											
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
melocotón	230	Permanente	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Manzana	120	Permanente	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Total	350													

Se considera estos cultivos con el fin de presentar un proyecto de riego a los comuneros a fin de demostrar que con los mismos cultivos se pueden lograr mejores eficiencias.

2.3 ANALISIS DE DEMANDA

2.3.1 CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN

Existen métodos Directos e Indirectos para calcular la Evapotranspiración. Los métodos directos son pruebas efectuadas directamente en el campo y en el laboratorio, teniendo en cuenta los turnos, derechos de riego, variedad de las semillas y la humedad del suelo. Los métodos Indirectos son empíricos con una aproximación suficiente para muchos estudios hidrológicos.

Entre los métodos Directos se tiene:

- a) Medición del agua de entrada y salida en la parcelas cultivada
- b) Estudio de Humedad del suelo en parcelas cultivadas
- c) Medición por lisímetros

Entre los métodos Indirectos se tiene:

- a) Penman
- b) Penmann- Monteith
- c) Blaney-Criddle
- d) Heargraves

Debido a lo costoso de instalar una estación de medición para el método directo se utilizará un método indirecto o empírico. El método de Thornthwaite, es aplicado a zonas húmedas con abundante vegetación, no es aplicable en zonas semi-áridas, por lo tanto se descarta. A fin de conocer los variables definidas para cada método, sus formulas se mostrarán en el **anexo 3-b**.

Para determinar el cálculo de la Evapotranspiración se utilizará el programa CROPWAT versión 5.7 elaborado por FAO en 1991 y

publicado en el boletín N° 46 Riego y Drenaje. Este programa estima la Evapotranspiración de referencia basada en el estudio de Penman – Monteith. (Ver anexo 3-c).

El Uso Consuntivo (ET cultivo), se calcula como sigue, de acuerdo al boletín N° 24 de FAO, 1996:

$$ET_{CULTIVO} = K_C \times ET_0 \quad (2.2)$$

Donde:

$ET_{CULTIVO}$: Uso Consuntivo, requerimiento de agua de un cultivo (mm/día)

K_C : Factor de cultivo

ET_0 : Evapotranspiración del cultivo de referencia en (mm/día)

La temperatura es uno de los factores importantes para la determinación de la evapotranspiración. Sin embargo, debido a la ausencia de datos climatológicos en la zona de Huayopampa, la temperatura media se determinará mediante la relación altitud-temperatura media, con la estación de Huayan que se muestra en el cuadro 2.2, tiene una altitud de 350 msnm y temperatura media de 19,17°C.

El efecto de diversos procesos de intercambio de calor en el sistema Tierra-Atmósfera conduce a una distribución de temperatura según la dirección vertical, es decir, un decremento de la temperatura con la altitud de 6,5 °C/Km.

Por lo tanto

$$T_m = T_o - \frac{6,5}{1000} \times Z \quad (2.1)$$

Reemplazando (350m; 19,17°C) en la ecuación 2.1; resulta un $T_o = 21,45$.

$$T_m = 21,45 - \frac{6,5}{1000} \times Z$$

Reemplazando la altitud de Huayopampa a 1800 msnm, resulta una temperatura media de 9,75 °C. Se concluye que la ecuación 2.1 no se aplica para la región de Huayopampa, por lo que la temperatura media de Huayopampa mostrados en el cuadro 2.3, es dado según el patrón climático Per-Árido y semi cálido, esta zona presenta un microclima, por lo tanto se determinará un rango de temperaturas basadas en INRENA (**Ver anexo 3-a**).

La velocidad del viento se considera moderada variando alrededor de 2 - 4m/s. Donde los meses de mayor velocidad se presenta entre marzo y junio y los de menor velocidad de viento entre los meses de agosto y noviembre.

Las horas de luz diarias se obtiene de tablas, mostrada en el cuadro N° 2.4, para latitudes sur 11°21'. Los coeficientes de desarrollo parcial se consideran de FAO, y se muestran en el cuadro N° 2.5, el cual los coeficientes son sin cubierta vegetal.

Debido a que la cosecha se realiza todos los meses del año, se analizan dos alternativas de coeficiente k_c , la primera tal como se muestra del cuadro N° 2.6, que corresponde a cada mes y la segunda columna posponiendo 5 meses, debido a que realizan una invernación artificial, finalmente se considera el mayor de ambos de k_c , para cubrir los meses en todo el año. Los valores de Evapotranspiración se muestran en los cuadros N° 2.6 y N° 2.7 para cada cultivo.

CUADRO 2.2**TEMPERATURA MEDIA
ESTACION HUAYAN (1996-2000)**

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Temperatura Media
1996	22,0	22.5	22.5	21.7	18.1	15.9	14.8	16.4	16.7	17.9	18.9	20.3	18,98
1997	22,0	22.5	22.5	21.7	18.1	15.9	14.8	15.2	17,0	17.7	19.2	20.3	18,91
1998	22.4	23,0	23.8	22.2	20,0	19,0	17.6	17.6	15.9	17.8	19.2	20.5	19,92
1999	22.2	22.6	22.7	21.4	18.5	16.3	16,0	15.3	16.8	17.9	18.7	20,0	19,03
2000	21.8	23.5	23.1	22.5	19.9	16,0	15.2	15.3	16,0	17.4	17.9	19.5	19,01
Media	22.08	22.82	22.92	21.9	18.92	16.62	15.68	15.96	16.48	17.74	18.78	20.12	19,17

Fuente: Senamhi

CUADRO 2.3**TEMPERATURA MEDIA EN HUAYOPAMPA**

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Temperatura Media
17,30	17,10	17,20	17,80	18,30	18,20	18,50	18,10	18,10	17,90	17,40	17,50	17,78

Fuente: INRENA

Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos de la Cuenca Chancay-huaral
(Ver anexo 3-a)

CUADRO 2.4
PORCENTAJE DE HORAS DE LUZ DIARIAS

Latitud Sur	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
0 °	8,68	7,66	8,49	8,21	8,50	8,22	8,50	8,49	8,21	8,50	8,22	8,50
5 °	8,68	7,76	8,51	8,15	8,34	8,05	8,33	8,38	8,19	8,56	8,37	8,68
10 °	8,86	7,87	8,53	8,09	8,18	7,86	8,14	8,27	8,17	8,62	8,53	8,88
15 °	9,05	7,98	8,55	8,02	8,02	7,65	7,95	8,15	8,15	8,68	8,70	9,10
20 °	9,24	8,09	8,57	7,94	7,85	7,43	7,76	8,03	8,13	8,76	8,87	9,33
25 °	9,46	8,21	8,60	7,84	7,66	7,20	7,54	7,90	8,11	8,86	9,04	9,58
30 °	9,70	8,33	8,62	7,73	7,45	6,96	7,31	7,76	8,07	8,97	9,24	9,85
32 °	9,81	8,39	8,63	7,69	7,36	6,85	7,21	7,70	8,06	9,01	9,33	9,96

El area en estudio se encuentra ubicada en Latitud Sur 11° 21', por lo que interpolando obtendremos los siguientes valores:

Mes	% Horas de sol diarias	Mes	% Horas de sol diarias
Ene	8,91	Jul	8,09
Feb	7,90	Ago	8,24
Mar	8,54	Set	8,16
Abr	8,07	Oct	8,64
may	8,14	Nov	8,58
Jun	7,80	Dic	8,94

CUADRO 2.5³

Tabla 4: Coeficientes Kc para manzano, cerezo y nogal (según FAO)

Heladas	Cobertura vegetal	HR. (%)	velocidad viento (m/s)	Hemisferio Norte												
				En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
				Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	
con	verde	alta	débil				0,50	0,75	1,00	1,10	1,10	1,10	1,10	0,85		
			fuerte			0,50	0,75	1,10	1,20	1,20	1,15	0,90				
		baja	débil				0,45	0,85	1,15	1,25	1,25	1,20	0,95			
			fuerte			0,45	0,85	1,20	1,35	1,35	1,25	1,00				
con	secano	alta	débil				0,45	0,55	0,75	0,85	0,85	0,80	0,60			
			fuerte			0,45	0,55	0,80	0,90	0,90	0,85	0,65				
		baja	débil				0,40	0,60	0,85	1,00	1,00	0,95	0,70			
			fuerte			0,40	0,65	0,90	1,05	1,05	1,00	0,75				
sin	verde	alta	débil				0,80	0,90	1,00	1,10	1,10	1,10	1,05	0,85	0,80	
			fuerte			0,80	0,95	1,10	1,15	1,20	1,20	1,15	0,90	0,80		
		baja	débil				0,85	1,00	1,15	1,25	1,25	1,25	1,20	0,95	0,85	
			fuerte			0,85	1,05	1,20	1,35	1,35	1,35	1,30	1,00	0,85		
sin	secano	alta	débil				0,60	0,70	0,80	0,85	0,85	0,80	0,80	0,75	0,65	
			fuerte			0,60	0,75	0,85	0,90	0,90	0,85	0,90	0,80	0,70		
		baja	débil				0,50	0,75	0,95	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	0,70	
			fuerte			0,50	0,80	1,00	1,05	1,05	1,00	0,95	0,90	0,75		

Tabla 5: Coeficientes Kc para melocotonero, albaricoquero, peral, ciruelo y almendro (según FAO)

Heladas	Cobertura vegetal	HR. (%)	velocidad viento (m/s)	Hemisferio Norte											
				En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
				Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
con	verde	alta	débil				0,50	0,70	0,90	1,00	1,00	0,95	0,75		
			fuerte			0,50	0,70	1,00	1,05	1,10	1,00	0,80			
		baja	débil				0,45	0,80	1,05	1,15	1,15	1,10	0,85		
			fuerte			0,45	0,80	1,10	1,20	1,20	1,15	0,90			
con	secano	alta	débil				0,45	0,50	0,65	0,75	0,75	0,70	0,55		
			fuerte			0,45	0,55	0,70	0,80	0,80	0,75	0,60			
		baja	débil				0,40	0,55	0,75	0,90	0,90	0,70	0,65		
			fuerte			0,40	0,60	0,80	0,95	0,95	0,90	0,65			
sin	verde	alta	débil				0,80	0,85	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	0,80	0,80
			fuerte			0,80	0,90	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	0,80	
		baja	débil				0,85	0,95	1,05	1,15	1,15	1,15	1,10	0,90	0,85
			fuerte			0,85	1,00	1,10	1,20	1,20	1,20	1,15	0,95	0,85	
sin	secano	alta	débil				0,55	0,70	0,75	0,80	0,80	0,70	0,70	0,65	0,55
			fuerte			0,55	0,70	0,75	0,80	0,80	0,75	0,75	0,70	0,60	
		baja	débil				0,50	0,70	0,85	0,90	0,90	0,80	0,80	0,75	0,65
			fuerte			0,50	0,75	0,90	0,95	0,95	0,85	0,80	0,80	0,70	

³ FAO Boletín Riego y Drenaje N°24; Las Necesidades de Agua de los Cultivos

CUADRO 2.6

EVAPOTRANSPIRACION PARA FRUTALES POR EL METODO PENMAN-MONTEITH
AREA POR IRRIGAR (Ar) : 230 Has
CULTIVO : MELOCOTON

	T (°C)	H.R. (%)	VIENTO (Km/dia)	p (%)	Eto (mm/dia)	Kc 1er pos.	Kc 2da pos.	Kc mayor	Evapotrans. (Et) (mm/dia)
Ene	17,30	73	259	8,91	4,08	0,90		0,90	3,67
Feb	17,10	73	259	7,90	3,91	0,80	0,50	0,80	3,13
Mar	17,20	76	346	8,54	3,78	0,80	0,70	0,80	3,02
Abr	17,80	75	346	8,07	3,55	0,75	0,85	0,85	3,02
May	18,30	68	346	8,14	3,63	0,65	0,90	0,90	3,27
Jun	18,20	60	346	7,80	3,77		0,90	0,90	3,39
Jul	18,50	62	259	8,09	3,56		0,80	0,90	3,20
Ago	18,10	61	173	8,24	3,60		0,80	0,80	2,88
Set	18,10	64	173	8,16	3,88	0,50	0,75	0,75	2,91
Oct	17,90	64	173	8,64	4,17	0,70	0,65	0,70	2,92
Nov	17,40	65	173	8,58	4,15	0,85		0,85	3,53
Dic	17,50	69	259	8,94	4,23	0,90		0,90	3,81

CUADRO 2.7

EVAPOTRANSPIRACION PARA FRUTALES POR EL METODO PENMAN-MONTEITH
AREA POR IRRIGAR (Ar) : 120 Has
CULTIVO : MANZANO

	T (°C)	H.R. (%)	VIENTO (Km/dia)	p (%)	Eto (mm/dia)	Kc 1er pos.	Kc 2da pos.	Kc mayor	Evapotrans. (Et) (mm/dia)
Ene	17,30	73	259	8,91	4,80	1,00		1,00	4,80
Feb	17,10	73	259	7,90	3,91	0,95	0,50	0,95	3,71
Mar	17,20	76	346	8,54	3,78	0,90	0,75	0,90	3,40
Abr	17,80	75	346	8,07	3,55	0,85	0,95	0,95	3,37
May	18,30	68	346	8,14	3,63	0,70	1,00	1,00	3,63
Jun	18,20	60	346	7,80	3,77		1,00	1,00	3,77
Jul	18,50	62	259	8,09	3,56		0,95	0,95	3,38
Ago	18,10	61	173	8,24	3,60		0,90	0,90	3,24
Set	18,10	64	173	8,16	3,88	0,50	0,85	0,85	3,30
Oct	17,90	64	173	8,64	4,17	0,75	0,70	0,75	3,13
Nov	17,40	65	173	8,58	4,15	0,95		0,95	3,94
Dic	17,50	69	259	8,94	4,23	1,00		1,00	4,23

2.3.2 PRECIPITACION EFECTIVA

No toda el agua de lluvia que cae sobre la superficie del suelo puede realmente ser utilizada por las plantas. Parte del agua de lluvia se infiltra a través de la superficie y parte fluye sobre el suelo en forma de escorrentía superficial. Cuando la lluvia cesa, parte del agua que se encuentra en la superficie del suelo se evapora directamente a la atmósfera, mientras que el resto se infiltra lentamente en el interior del suelo. Del total del agua que se infiltra, parte percola por debajo de la zona de raíces, mientras que el resto permanece almacenado en dicha zona y puede ser utilizada por las plantas.

En otras palabras, el término "precipitación efectiva" es utilizado para definir esa fracción de la lluvia que estará realmente disponible para satisfacer al menos parte de las necesidades de agua de las plantas. Este parámetro puede determinarse por experimentos o se estima por medio de ecuaciones empíricas (FAO, 1993), mediante las relaciones de precipitaciones mensuales y que se muestra en el cuadro N° 2.8

$$Pe = 0,8 \times PP - 25 \text{ si } PP > 75 \text{ mm/mes} \quad (2.3)$$

$$Pe = 0,6 \times PP - 10 \text{ si } PP < 75 \text{ mm/mes} \quad (2.4)$$

CUADRO 2.8
PRECIPITACION EFECTIVA MENSUAL EN (mm)

MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Pe (mm)	22,2	45,9	54,7	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0

Del cuadro anterior, la precipitación efectiva máxima se presenta en el mes de marzo con un valor de 54,7 mm, de mayo a noviembre la precipitación efectiva se hace nulo.

2.3.3 EFICIENCIA DE RIEGO

Existe una serie de factores que influyen en el cálculo de la eficiencia de riego, uno es el sistema de distribución, las diversas pérdidas que en él tienen lugar, los sistemas y técnicas de riego empleados en el valle, el tipo y manejo de los suelos y otros.

El valor de la eficiencia de riego resulta del producto de factores: la eficiencia de conducción, distribución y de aplicación. La ONERN (hoy INRENA) determinó para la zona baja de la cuenca Chancay – Huaral, la eficiencia global es de 45%.⁴ La eficiencia medida por la ONERN en la parte baja podría ser mayor a la de la zona de estudio puesto que en Huayopampa presenta mayor pendiente del terreno lo que incrementa las pérdidas por escorrentía superficial, disminuyendo la eficiencia, considerando que la eficiencia varía entre 30% - 45%: Además de indicar en la Ficha de Evaluación Técnica Socio-económica línea de Inversión para la Infraestructura de riego⁵ (**Ver anexo 3-d**). Por lo tanto la zona de riego presenta una eficiencia actual del 30%. En el cuadro 2.9 se muestran los caudales actuales para el riego de los cultivos, calculados a partir de la demanda de los cultivos, descontando la P_e y aplicando la eficiencia de 30%.

⁴ ONERN; Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa –Valle Chancay-Huaral

⁵ Caro Rios, Maura, Tesis: Proceso Constructivo de Reservorio y Canales del Proyecto de Mejoramiento de Riego Huaricorpa

CUADRO 2.9**GASTO MEDIO ACTUAL**

	Gasto Total (Q) MANZANO (litros/seg)	Gasto Total (Q) MELOCOTON (litros/seg)
Ene	189,05	136,84
Feb	96,04	86,99
Mar	75,74	58,24
Abr	151,59	135,16
May	168,00	151,20
Jun	174,48	157,03
Jul	156,52	148,28
Ago	149,95	133,29
Set	152,63	134,67
Oct	144,74	135,09
Nov	182,46	163,25
Dic	180,84	161,26
Caudal máximo anual	189,05	157,03

El gasto máximo actual requerido (eficiencia al 30%) para cada uno de los cultivos de melocotón y manzana es de 189,05 lt/s y 157,03 lt/s respectivamente.

Dado que en la zona existen limitaciones de oferta hídrica, se desea ahorrar agua. Por ello es más recomendable disminuir la demanda, reduciendo las pérdidas. Uno de los procedimientos es considerar un sistema de riegos alternativos, cuyo costo podría no estar al alcance de los agricultores. Sin embargo, INIEA (Instituto Nacional de Investigación agrícola), viene desarrollando sistemas de conducción mediante microtuberías de polietileno, que logran alcanzar eficiencias de hasta 90%, y son de bajo costo (**Ver anexo 3-e**).

Se plantea la eficiencia global al que se logrará en la presente tesis es de 80%; conducción y distribución en 90% y aplicación 90%.

2.3.4 DEMANDA DE AGUA

La aplicación por el método de Penman, permitió obtener las demandas para cada cultivo, por mes. La corrección de estos valores considerando el procedimiento de mayor eficiencia de riego 80%, dio como resultado los volúmenes de agua que representan las demandas esperadas, igualmente para cada cultivo por mes. Las cifras correspondientes a las demandas netas y brutas están mostradas en el cuadro resumen N° 2.10 y N° 2.11.

La demanda bruta se obtiene del cociente de la demanda neta entre la eficiencia de riego al 80%, y de los resultados obtenidos presenta en los meses de noviembre y diciembre el máximo valor de 4,4 mm/día para el cultivo del melocotón. Para el caso del cultivo de manzana la demanda bruta es mayor en el mes de enero con 5,1 mm/día.

En las dos últimas columnas se muestran el gasto total por cada hectárea es decir el modulo de riego (l/s/ha) y el gasto mensual (l/s).

CUADRO 2.10

REQUERIMIENTO DE RIEGO PARA FRUTALES POR EL METODO PENMAN
AREA POR IRRIGAR (Ar) : 230 Has
CULTIVO : MELOCOTON

	Evapotrans. (Et) (mm/día)	Precipitacion Efectiva (mm/día)	Demanda Neta (mm/día)	Eficiencia de Riego (Ef)	Demanda bruta (mm/día)	Gasto Requerido por Hectárea (q) (litros/seg)	Gasto Total Requerido (Q) (litros/seg)
Ene	3,67	0,72	2,96	0,80	3,7	0,43	98,36
Feb	3,52	1,64	1,88	0,80	2,3	0,27	62,53
Mar	3,02	1,77	1,26	0,80	1,6	0,18	41,86
Abr	3,02	0,10	2,92	0,80	3,7	0,42	97,15
May	3,27	0,00	3,27	0,80	4,1	0,47	108,67
Jun	3,39	0,00	3,39	0,80	4,2	0,49	112,86
Jul	3,20	0,00	3,20	0,80	4,0	0,46	106,58
Ago	2,88	0,00	2,88	0,80	3,6	0,42	95,80
Set	2,91	0,00	2,91	0,80	3,6	0,42	96,80
Oct	2,92	0,00	2,92	0,80	3,6	0,42	97,10
Nov	3,53	0,00	3,53	0,80	4,4	0,51	117,34
Dic	3,81	0,32	3,48	0,80	4,4	0,50	115,90

CUADRO 2.11

REQUERIMIENTO DE RIEGO PARA FRUTALES POR EL METODO PENMAN
AREA POR IRRIGAR (Ar) : 120 Has
CULTIVO : MANZANO

	Evapotrans. (Et) (mm/día)	Precipitación Efectiva (mm/día)	Demanda Neta (mm/día)	Eficiencia de Riego (Ef)	Demanda bruta (mm/día)	Gasto Requerido por Hectárea (q) (litros/seg)	Gasto Total Requerido (Q) (litros/seg)
Ene	4,80	0,72	4,08	0,80	5,1	0,59	70,89
Feb	3,71	1,64	2,08	0,80	2,6	0,30	36,02
Mar	3,40	1,77	1,64	0,80	2,0	0,24	28,40
Abr	3,37	0,10	3,28	0,80	4,1	0,47	56,85
May	3,63	0,00	3,63	0,80	4,5	0,52	63,00
Jun	3,77	0,00	3,77	0,80	4,7	0,55	65,43
Jul	3,38	0,00	3,38	0,80	4,2	0,49	58,69
Ago	3,24	0,00	3,24	0,80	4,1	0,47	56,23
Set	3,30	0,00	3,30	0,80	4,1	0,48	57,24
Oct	3,13	0,00	3,13	0,80	3,9	0,45	54,28
Nov	3,94	0,00	3,94	0,80	4,9	0,57	68,42
Dic	4,23	0,32	3,91	0,80	4,9	0,57	67,81

Para ello se deberá encontrar un proyecto que mejore el sistema de irrigación para alcanzar el 80% en eficiencia, el caudal máximo mensual esperado para el melocotón será de 95,91 lt/s y manzana de 56,94 lt/s.

CUADRO 2.12

GASTO MAXIMO MENSUAL ESPERADO

Cultivo	Gasto anual actual ($\eta=30\%$) (lt/s)	Gasto anual esperado ($\eta=80\%$) (lt/s)
Melocotón	180,84	115,90
Manzana	136,64	70,89

2.4 ANALISIS DE DISPONIBILIDAD DE AGUA

2.4.1 GENERALIDADES

La disponibilidad de agua en la zona depende de las precipitaciones y la frecuencia con la que se presentan, se registra en altura de agua expresada en mm utilizando pluviómetros.

La Dirección General de Agua y Suelo de INRENA publicó en el año 2001, el informe titulado Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Chancay-Huaral. Los registros de precipitación total mensual originalmente fueron adquiridos en SENAMHI, estos registros fueron corregidos, completados y extendidos para lo cual se consideró un periodo común de 1960-1999, donde utilizaron el método de correlación múltiple usando para ello el programa desarrollado por el cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos denominado HEC4.

Para el presente trabajo los cálculos que se realicen en adelante tendrán como base los registros de Precipitaciones Totales Mensuales corregidos, completados y extendidos presentados en los cuadros 2.13, 2.14, 2.15, 2.16, 2.17, 2.18, 2.19, 2.20, obtenidos del estudio mencionado.

CUADRO 2.13

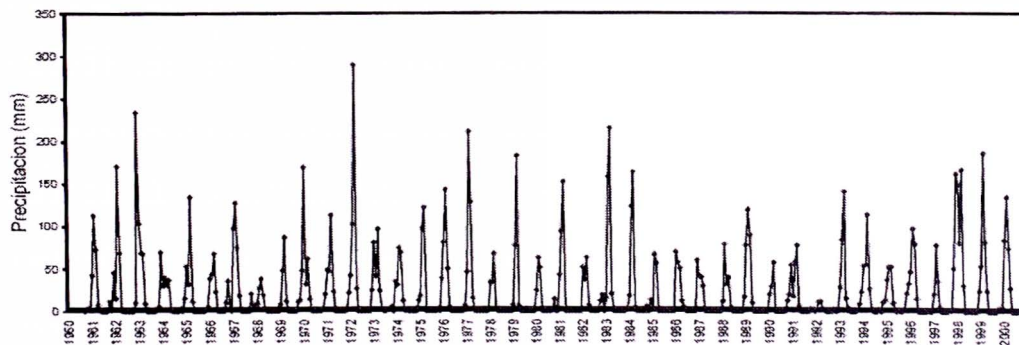
PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)
(1960 - 1999)

ESTACION METEOROLOGICA : PALLAC
CUENCA DEL RIO : CHANCAY-HUARAL

LATITUD : 11°21' S
LONGITUD : 76°46' W
ALTITUD : 2333 m.s.n.m.

DPTO. : LIMA
PROV. : HUARAL
DIST. : ATAVILLOS BAJO

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1960	79	216	187	64	1	0	0	0	0	1	4	1	553
1961	43	113	73	8	1	0	0	0	0	11	1	46	296
1962	15	171	69	1	0	0	0	0	0	0	10	234	500
1963	104	69	68	9	0	0	0	0	0	1	5	70	326
1964	31	40	31	37	1	0	0	0	0	3	0	15	158
1965	53	32	135	12	0	0	0	0	0	0	2	5	239
1966	39	44	68	23	0	0	0	0	10	36	10	0	230
1967	98	128	75	18	0	0	0	0	0	21	3	7	350
1968	9	27	38	19	4	0	0	0	0	0	1	0	98
1969	8	48	87	12	0	0	0	0	0	11	13	48	227
1970	170	32	62	14	0	0	0	0	1	0	3	20	302
1971	49	47	113	23	0	0	0	0	0	0	1	22	255
1972	42	103	290	27	0	0	0	0	0	0	0	25	487
1973	81	41	97	24	2	0	0	1	2	5	0	36	289
1974	31	75	12	0	1	0	0	0	0	0	0	13	132
1975	18	98	122	0	0	0	0	0	0	2	0	39	279
1976	81	143	50	5	0	0	0	0	0	0	0	6	285
1977	46	211	129	15	0	0	0	0	0	0	0	0	401
1978	34	34	68	4	0	0	0	0	0	0	0	0	140
1979	7	77	183	6	0	0	0	0	0	0	0	0	273
1980	24	63	51	0	0	0	0	0	0	14	0	0	152
1981	43	94	152	0	0	0	0	0	0	0	0	0	289
1982	52	37	63	7	0	0	0	0	0	12	19	0	190
1983	15	158	215	20	0	0	0	0	0	0	0	3	411
1984	18	124	164	4	0	0	0	0	0	5	0	13	328
1985	2	67	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126
1986	70	58	50	12	5	0	0	0	0	0	0	60	255
1987	41	40	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111
1988	11	79	32	40	4	0	0	0	0	0	0	17	183
1989	78	120	90	10	0	0	0	0	0	1	0	0	299
1990	20	30	58	0	0	0	0	0	0	13	20	55	196
1991	18	59	78	6	0	0	0	0	0	2	2	0	165
1992	1	12	12	2	1	0	0	0	0	3	0	2	33
1993	29	85	141	16	4	0	0	0	0	1	9	23	308
1994	54	55	114	27	2	0	0	0	3	0	11	14	280
1995	38	53	53	10	3	0	1	0	0	3	22	33	216
1996	47	98	80	15	0	0	0	0	0	1	0	0	241
1997	21	79	36	5	0	0	0	0	1	3	51	162	358
1998	150	81	167	31	0	0	0	0	0	0	0	24	453
1999	54	186	82	25	0	0	0	0	0	4	2	5	358
MAX	170	216	290	64	5	0	1	1	10	36	51	234	553
MEDIA	45.6	83.175	92.05	13.775	0.725	0	0.025	0.025	0.425	3.825	4.725	24.95	269.3
MIN	1	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
D. EST.	37.30	51.31	59.43	13.52	1.38	0.00	0.16	0.16	1.66	7.19	9.60	45.22	115.18



CUADRO 2.14

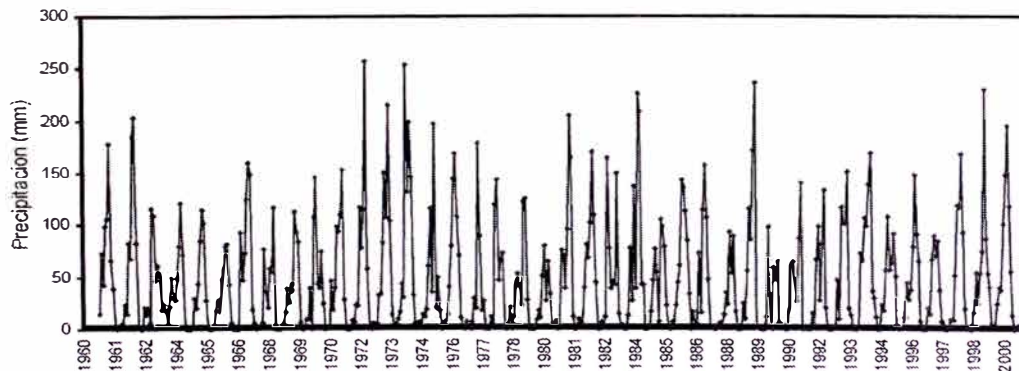
PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)
(1960 - 1999)

ESTACION METEOROLOGICA : HUAYAN
CUENCA DEL RIO : CHANCAY-HUARAL

LATITUD : 11°27' S
LONGITUD : 77°07' W
ALTITUD : 360 m.s.n.m.

DPTO. : LIMA
PROV. : HUARAL
DIST. : HUARAL

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1960	7	1	6	0	0	0	0	1	2	0	1	0	18
1961	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	12	18
1962	1	4	0	0	0	0	10	0	2	1	2	6	26
1963	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	3	0	10
1964	0	1	2	0	1	2	2	1	0	0	0	0	9
1965	0	0	2	0	3	1	0	0	9	1	0	1	17
1966	0	0	0	0	0	0	1	5	0	16	1	0	23
1967	5	4	0	0	0	0	9	1	1	0	0	0	20
1968	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1969	0	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	6
1970	24	5	0	0	0	4	4	0	2	0	0	0	39
1971	1	0	0	1	0	13	2	14	0	0	0	1	32
1972	0	4	5	1	0	0	0	3	2	0	8	6	29
1973	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
1974	0	2	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	7
1975	0	4	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	8
1976	3	3	0	0	1	3	1	4	4	0	0	0	19
1977	0	1	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	5
1978	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
1979	0	0	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	13
1980	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
1981	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	0	10
1982	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	4
1983	2	1	5	1	0	0	3	0	0	0	0	0	12
1984	0	0	1	0	2	0	0	0	2	0	0	0	5
1985	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1986	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6
1987	3	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	8
1988	4	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	7
1989	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
1990	0	0	0	0	0	3	1	0	0	2	9	15	15
1991	0	8	0	0	0	1	1	0	1	2	0	0	13
1992	0	0	1	0	0	1	1	21	0	7	0	0	31
1993	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1994	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
1995	0	0	2	0	0	0	1	2	1	0	0	0	6
1996	0	0	7	0	0	3	1	1	0	0	0	0	12
1997	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	7	12
1998	9	16	6	0	1	2	2	3	1	0	0	0	40
1999	4	12	1	0	0	2	1	1	1	0	2	0	24
MAX	24	16	12	1	3	13	10	21	9	16	8	12	40
MEDIA	2.05	2.1	1.3	0.075	0.25	1	1.25	2.05	0.85	0.75	0.575	1.225	13.475
MIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D. EST.	4.55	3.75	2.60	0.27	0.63	2.23	2.19	3.99	1.69	2.74	1.45	2.89	10.41



CUADRO 2.15

CUADRO N° 3.14

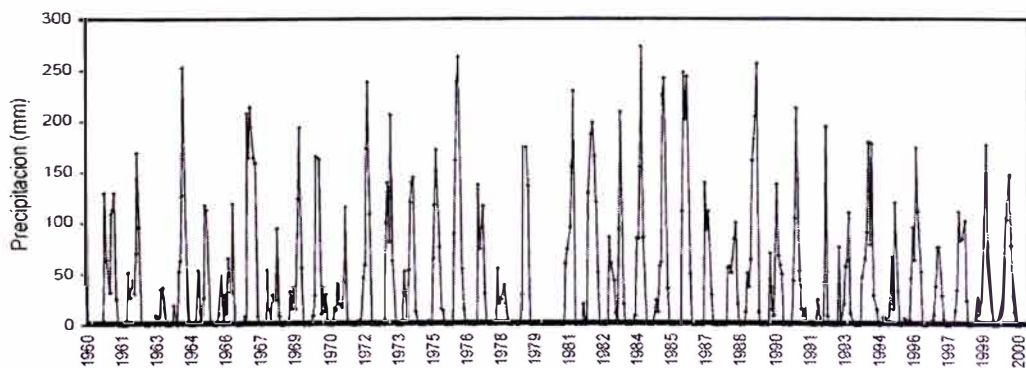
PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)
(1960 - 1999)

ETACION METEREOLÓGICA : PIRCA
CUENCA DEL RÍO : CHANCAY-HUARAL

LATITUD : 11°14' S
LONGITUD : 76°39' W
ALTITUD : 3255 m.s.n.m.

DPTO. : LIMA
PROV. : HUARAL
DIST. : ATAVILLOS ALTO

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1960	73	147	228	58	2	0	0	0	4	130	64	32	738
1961	109	113	130	26	0	0	0	0	0	51	27	44	500
1962	31	71	169	96	2	0	0	0	0	2	0	9	380
1963	7	0	34	36	0	0	0	0	1	19	0	52	149
1964	63	127	253	27	0	0	0	0	0	54	4	12	540
1965	27	118	113	4	1	0	0	0	10	49	0	30	352
1966	12	66	32	119	2	0	0	0	0	9	2	208	450
1967	164	214	164	159	9	1	0	1	1	54	16	4	787
1968	30	24	95	9	0	0	0	3	0	32	15	37	245
1969	15	124	194	57	0	0	0	0	1	9	30	166	596
1970	163	10	37	13	30	0	0	0	16	14	40	20	343
1971	17	42	116	4	0	0	0	0	0	4	0	46	229
1972	59	173	239	109	0	0	0	0	0	3	0	100	683
1973	140	82	206	63	0	0	0	0	0	53	8	54	606
1974	121	140	145	13	0	0	0	0	0	4	0	0	423
1975	65	118	172	77	16	14	0	0	0	0	0	90	552
1976	162	238	263	55	15	0	1	0	0	0	0	0	734
1977	137	74	117	31	3	0	0	0	0	0	55	20	437
1978	24	39	21	4	0	0	0	0	0	0	4	29	121
1979	174	174	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	484
1980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	74	134
1981	96	155	230	0	0	0	0	20	0	4	129	187	821
1982	199	166	120	51	0	0	0	0	2	86	60	44	728
1983	12	4	94	209	21	0	0	0	0	0	9	84	433
1984	85	155	273	86	3	0	0	0	0	25	13	58	698
1985	62	226	242	36	0	0	0	0	0	0	0	111	677
1986	248	201	244	50	0	0	0	0	0	0	0	140	883
1987	93	111	30	0	0	0	0	0	0	0	0	56	290
1988	58	51	84	100	20	0	0	0	13	51	37	64	478
1989	161	205	257	13	0	0	0	0	0	70	15	9	730
1990	139	68	59	50	0	0	0	0	0	44	105	213	678
1991	53	16	9	15	3	0	0	0	0	0	25	0	121
1992	0	41	195	9	0	0	0	0	0	77	0	20	342
1993	58	63	110	11	0	0	0	0	0	47	66	91	446
1994	179	80	178	30	15	0	0	0	8	7	0	20	517
1995	67	16	121	33	0	0	0	6	4	5	46	96	394
1996	64	175	111	52	0	0	0	0	3	5	10	38	458
1997	77	77	29	5	0	0	0	0	3	14	35	112	352
1998	83	85	103	25	0	0	0	0	9	27	9	23	364
1999	55	177	67	37	24	0	0	0	7	22	17	67	473
MAX	248	238	273	209	30	14	1	20	16	130	129	213	883
MEDIA	84.55	104.15	135.5	44.3	4.15	0.375	0.025	0.75	2.05	24.275	22.525	61.5	484.15
MIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121
D. EST.	62.27	68.68	80.60	46.13	7.93	2.22	0.16	3.30	3.95	30.33	30.44	57.11	201.70



CUADRO 2.16

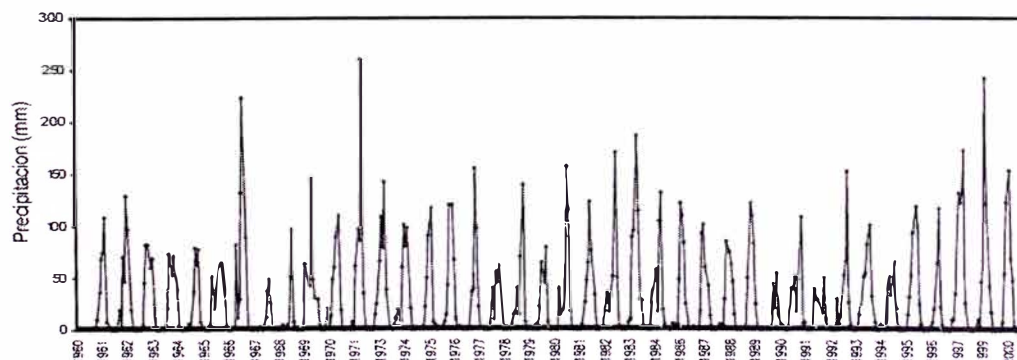
PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)
(1960 - 1999)

ESTACION METEOROLOGICA : CARAC
CUENCA DEL RIO : CHANCAY-HUARAL

LATITUD : 11°11' S
LONGITUD : 76°47' W
ALTITUD : 2600 m.s.n.m.

DPTO : LIMA
PROV : HUARAL
DIST. : 27 DE NOVIEMBRE

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1960	82	216	170	39	23	0	0	0	1	3	10	37	581
1961	69	75	109	8	3	0	0	0	0	19	2	71	356
1962	47	129	97	19	1	0	0	0	0	4	46	82	425
1963	83	60	69	24	0	0	0	1	0	3	21	74	335
1964	53	70	53	40	3	0	0	2	0	6	3	37	267
1965	80	63	78	8	1	0	0	0	3	51	20	48	352
1966	62	64	64	36	0	0	0	0	3	82	12	29	352
1967	132	223	90	2	1	0	0	0	0	2	3	0	453
1968	12	37	48	26	2	0	0	0	2	4	0	4	135
1969	2	52	97	7	0	0	0	0	0	63	47	43	311
1970	146	48	31	29	6	0	0	0	21	1	13	49	344
1971	60	89	111	19	0	0	0	1	0	7	0	62	349
1972	97	87	261	35	0	0	0	0	0	14	25	66	585
1973	109	79	143	38	1	0	0	3	10	19	9	60	471
1974	101	81	98	20	0	0	0	1	1	3	2	22	329
1975	50	91	117	8	5	3	0	2	3	8	14	43	344
1976	121	121	68	10	2	3	0	0	1	0	1	37	364
1977	40	156	98	22	1	0	0	0	0	0	40	10	367
1978	56	46	62	19	0	0	1	0	2	14	16	40	256
1979	15	71	139	7	0	0	1	0	0	5	0	22	260
1980	64	45	79	8	0	0	0	0	0	39	15	21	271
1981	62	157	116	18	0	0	0	1	0	5	27	47	433
1982	65	124	77	34	0	0	0	1	1	27	35	18	382
1983	32	52	170	50	3	3	0	0	2	8	10	89	419
1984	95	187	115	29	28	2	0	0	0	26	38	57	577
1985	18	104	132	19	5	2	0	0	6	4	5	48	343
1986	122	110	84	25	1	0	2	3	2	0	18	93	460
1987	102	61	43	13	0	0	0	0	5	3	4	29	260
1988	86	75	63	47	14	0	0	0	1	3	3	50	342
1989	122	110	84	25	2	0	0	1	1	0	0	2	347
1990	44	20	54	13	4	1	0	0	0	40	39	51	266
1991	18	48	109	6	7	0	0	0	0	39	29	29	285
1992	25	16	50	10	2	0	0	0	0	30	6	12	151
1993	53	66	153	27	4	0	0	1	2	14	52	55	427
1994	83	91	102	32	7	0	0	0	5	0	8	39	367
1995	52	34	66	21	5	0	0	0	0	14	33	53	278
1996	94	119	100	25	6	0	0	0	0	3	7	20	374
1997	65	117	22	5	0	0	0	0	10	11	36	133	399
1998	123	131	174	27	2	0	0	0	2	11	4	47	521
1999	67	243	122	43	17	0	0	0	0	0	8	54	554
MAX	146	243	261	50	28	3	2	3	21	82	52	133	585
MEDIA	70.225	94.2	97.95	22.325	3.9	0.35	0.1	0.425	2.1	14.625	16.525	44.575	367.3
MIN	2	16	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	135
D. EST.	35.99	54.13	46.06	12.61	6.24	0.89	0.38	0.81	3.95	18.81	15.37	26.89	104.66



CUADRO 2.17

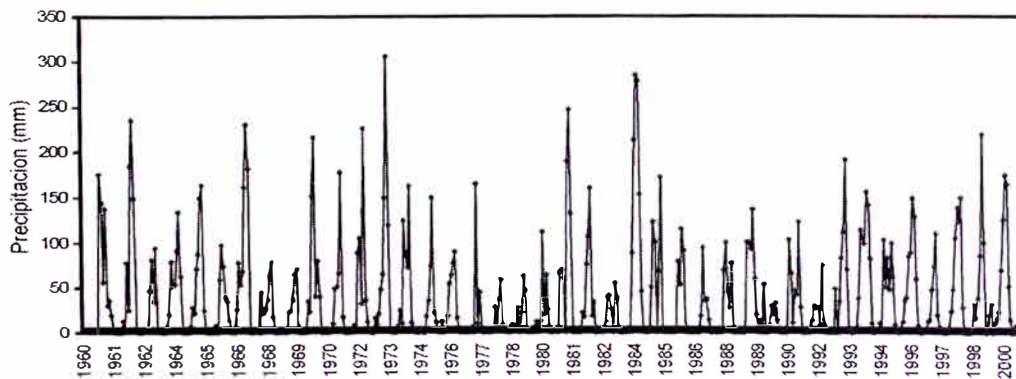
PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)
(1960 - 1999)

ESTACION METEOROLOGICA : HUAROS
CUENCA DEL RIO : CHILLON

LATITUD : 11°24' S
LONGITUD : 76°34' W
ALTITUD : 3585 m.s.n.m.

DPTO. : LIMA
PROV. : CANTA
DIST. : HUAROS

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1960	155	209	274	135	12	0	0	1	2	176	144	56	1164
1961	138	30	36	19	3	0	0	0	0	13	1	78	318
1962	25	185	236	149	2	0	0	0	2	1	4	46	650
1963	81	34	94	4	1	0	0	0	7	20	79	51	371
1964	54	91	134	63	0	0	0	0	7	28	22	71	470
1965	88	149	164	25	0	0	0	0	0	8	0	59	493
1966	98	74	38	34	13	0	0	0	25	78	53	68	481
1967	161	231	182	0	0	0	3	0	0	44	21	26	668
1968	36	63	78	17	0	0	0	0	0	0	0	23	217
1969	23	36	64	70	0	0	0	0	0	35	23	152	403
1970	217	40	80	40	0	0	0	0	0	4	10	49	440
1971	51	66	178	17	0	0	0	0	0	8	0	89	409
1972	105	32	227	36	12	0	0	0	16	9	21	48	506
1973	65	150	306	119	1	0	0	0	7	25	10	125	808
1974	86	73	163	11	4	0	0	0	2	0	0	18	357
1975	35	74	150	22	11	0	0	12	0	0	18	54	376
1976	64	78	90	16	0	0	0	0	0	0	0	6	254
1977	0	165	10	45	0	0	0	0	0	0	3	28	251
1978	7	36	58	8	2	0	0	0	8	3	7	27	156
1979	0	22	62	46	0	0	0	0	7	12	1	12	162
1980	112	19	64	25	0	0	0	1	0	66	69	60	416
1981	0	190	247	132	0	0	0	0	0	22	17	76	684
1982	107	160	18	34	0	0	0	0	0	12	39	40	410
1983	25	0	54	38	0	0	0	0	0	0	0	88	205
1984	213	285	279	153	46	0	0	0	0	50	123	101	1250
1985	0	68	172	0	0	0	0	0	0	0	0	79	319
1986	53	115	91	0	0	0	0	0	0	0	0	18	277
1987	94	35	37	14	0	0	0	0	0	0	0	69	249
1988	100	44	27	77	0	0	0	0	0	0	0	101	349
1989	100	93	137	60	19	0	13	0	53	0	0	7	482
1990	29	19	33	13	0	0	0	0	0	103	66	11	274
1991	47	42	123	28	0	0	0	0	0	13	29	27	309
1992	28	8	75	9	0	0	0	0	0	49	0	35	204
1993	83	112	192	70	4	0	0	3	6	38	114	105	727
1994	99	156	142	82	10	0	3	4	11	4	103	51	665
1995	83	48	100	62	9	2	0	5	12	36	39	85	481
1996	89	149	129	60	8	0	0	1	5	13	14	48	516
1997	74	110	20	7	3	0	0	0	6	24	48	105	397
1998	139	123	150	28	0	0	0	0	2	30	16	38	526
1999	86	220	100	0	1	20	31	0	11	16	23	70	578
MAX	217	285	306	153	46	20	31	12	53	176	144	152	1250
MEDIA	76.25	95.85	120.35	44.2	4.025	0.55	1.25	0.675	4.725	23.5	27.925	57.5	456.8
MIN	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	6	156
D. EST.	53.72	70.63	78.80	42.59	8.34	3.17	5.28	2.14	9.55	34.27	38.03	34.13	237.20



CUADRO 2.18

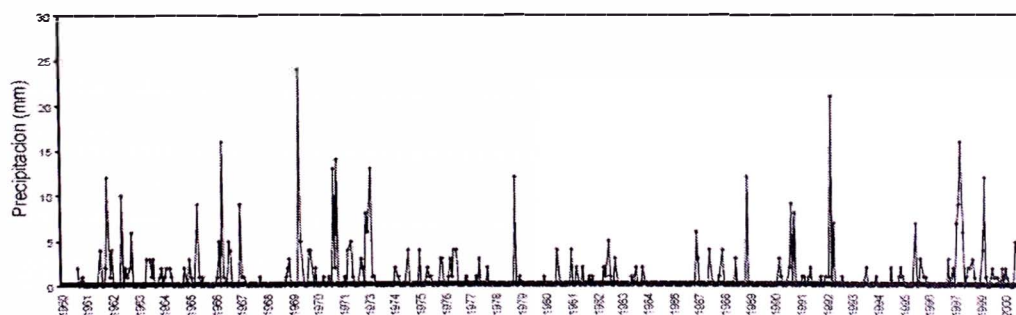
PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)
(1960 - 1999)

ESTACION METEOROLÓGICA : SANTA CRUZ
CUENCA DEL RÍO : CHANCAY-HUARAL

LATITUD : 11°12' S
LONGITUD : 76°38' W
ALTITUD : 3700 m.s.n.m.

DPTO : LIMA
PROV. : HUARAL
DIST. : STA. CRUZ ANDAMARCO

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1960	77	269	175	85	85	0	0	0	15	73	43	99	921
1961	106	178	66	39	2	0	2	5	5	24	15	83	525
1962	68	185	203	83	1	0	0	21	14	21	6	116	718
1963	109	47	62	51	18	24	18	2	22	49	30	28	460
1964	49	80	121	72	3	0	0	0	1	30	20	44	420
1965	85	115	102	28	0	0	0	2	18	28	17	48	443
1966	59	80	82	43	6	0	0	0	0	93	48	73	484
1967	125	160	149	19	6	0	2	1	6	77	36	21	602
1968	59	55	117	0	0	0	0	7	16	39	26	43	362
1969	37	113	93	84	7	0	1	10	10	40	0	108	503
1970	146	44	40	75	25	0	1	1	47	19	40	99	537
1971	94	110	153	29	0	0	0	9	7	24	23	117	566
1972	78	115	257	58	2	0	6	1	5	33	34	83	672
1973	150	107	215	104	14	1	5	10	17	44	31	254	952
1974	132	199	146	33	6	5	7	4	15	12	19	61	639
1975	116	36	197	21	50	18	0	6	8	14	41	80	587
1976	144	168	108	71	11	3	0	7	2	0	7	30	551
1977	20	178	90	18	27	0	0	0	12	4	119	143	611
1978	47	67	73	3	0	4	21	0	12	43	53	41	364
1979	23	122	125	28	0	0	0	0	9	18	11	51	387
1980	80	27	65	34	2	5	8	0	2	76	71	39	409
1981	96	205	164	12	0	0	10	5	4	40	81	68	685
1982	102	170	109	45	0	0	7	4	12	164	78	39	730
1983	46	43	149	15	2	4	0	0	13	78	27	137	514
1984	39	226	208	43	43	0	0	1	17	47	77	55	756
1985	7	105	98	79	23	1	0	7	8	23	45	61	457
1986	143	136	113	85	34	0	17	3	5	73	16	114	739
1987	157	107	48	2	2	0	0	4	6	4	14	35	379
1988	24	93	54	89	17	0	0	0	25	10	56	116	484
1989	86	171	236	3	3	0	0	0	12	98	33	0	642
1990	59	48	65	6	1	4	0	0	19	62	65	43	372
1991	27	87	140	0	3	0	2	0	16	3	67	99	444
1992	28	82	133	21	0	0	0	1	4	48	10	117	444
1993	103	101	151	20	14	0	3	0	2	73	66	107	640
1994	99	139	169	37	30	12	0	0	24	18	57	108	693
1995	57	64	92	51	5	0	2	1	12	45	29	38	396
1996	79	148	91	65	8	0	0	0	21	15	67	90	584
1997	71	85	38	8	5	0	0	2	10	9	52	119	399
1998	117	168	93	20	1	1	0	0	16	55	25	54	550
1999	75	230	87	54	41	5	4	4	25	41	38	101	705
MAX	157	269	257	104	85	24	21	21	47	164	119	254	952
MEDIA	80.475	121.575	121.925	40.825	12.425	2.175	2.9	2.95	12.35	41.675	39.825	79.05	558.15
MIN	7	27	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	362
D. EST.	40.42	59.80	55.21	29.69	17.88	5.04	5.27	4.23	8.88	32.87	25.59	45.65	147.72



CUADRO 2.19

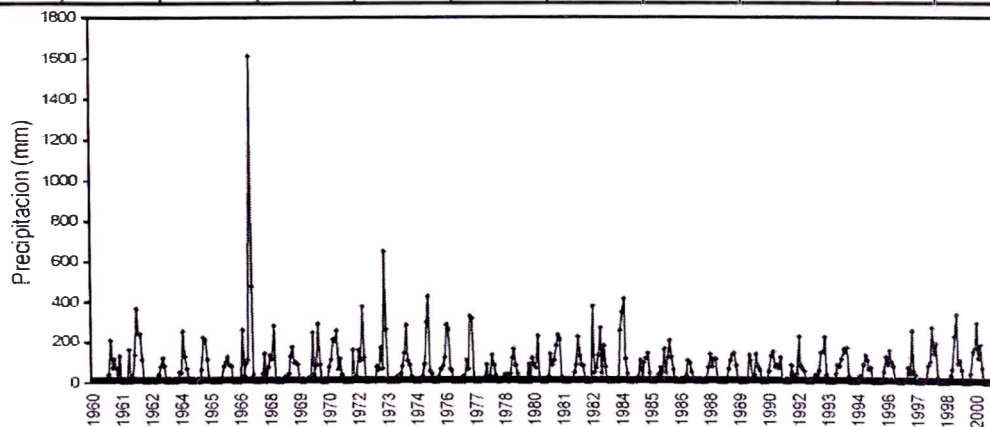
PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)
(1960 - 1999)

ESTACION METEOROLOGICA : PACHAMACHAY
CUENCA DEL RIO : HUAURA

LATITUD : 11°03' S
LONGITUD : 76°50' W
ALTITUD : 4200 m.s.n.m.

DPTO. : LIMA
PROV. : HUAURA
DIST. : LEONCIO PRADO

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1960	258	261	355	67	0	0	0	0	9	37	210	71	1268
1961	117	71	43	132	0	0	0	0	162	0	4	139	668
1962	366	243	240	112	1	0	0	1	0	8	0	24	995
1963	39	79	121	80	1	0	11	0	1	20	1	50	403
1964	46	255	130	68	2	0	0	0	0	6	0	62	569
1965	222	212	114	19	0	0	0	2	7	0	22	81	679
1966	102	127	85	80	0	1	0	0	0	261	34	93	783
1967	114	1610	477	36	0	0	0	1	42	142	0	73	2495
1968	133	117	280	7	0	0	0	0	27	23	42	129	758
1969	177	98	100	89	6	0	0	0	8	25	17	248	768
1970	38	84	291	86	0	0	0	0	75	114	214	205	1107
1971	256	66	118	37	0	0	1	0	0	163	19	29	689
1972	160	108	378	123	0	0	0	14	22	0	79	62	946
1973	172	67	650	260	0	0	0	0	0	28	0	43	1220
1974	81	146	283	108	84	28	19	0	0	0	0	30	779
1975	89	299	427	55	42	0	0	0	29	64	79	122	1206
1976	285	264	65	60	0	0	0	0	0	29	0	109	812
1977	65	328	316	24	0	0	0	0	14	22	88	13	870
1978	29	137	88	33	0	0	0	9	36	40	0	42	414
1979	123	165	84	43	0	0	0	0	0	90	0	121	626
1980	88	71	230	23	0	0	0	3	31	141	84	109	780
1981	183	234	212	23	0	0	0	0	0	13	49	87	801
1982	225	129	88	82	0	0	0	0	376	47	72	134	1153
1983	270	46	184	75	0	0	1	0	5	6	0	256	843
1984	346	414	115	43	0	0	0	17	3	29	109	21	1097
1985	96	118	145	47	1	0	1	0	38	74	14	164	698
1986	48	125	208	124	63	0	0	0	0	0	0	34	602
1987	108	97	49	21	0	0	0	0	1	7	0	73	356
1988	140	78	119	117	2	0	1	0	1	0	66	110	634
1989	138	144	84	23	0	0	0	2	1	136	110	19	657
1990	37	141	78	61	1	0	0	2	56	131	154	76	737
1991	88	73	126	17	0	0	0	0	84	32	19	45	484
1992	227	85	70	58	0	0	0	0	19	38	37	57	591
1993	150	150	226	39	0	0	1	0	45	87	80	119	897
1994	167	160	173	32	0	0	0	0	0	33	23	89	677
1995	135	112	70	75	0	0	0	0	0	0	54	129	575
1996	92	161	103	83	15	4	0	3	2	7	13	76	559
1997	45	258	58	40	0	0	0	0	8	18	84	104	615
1998	275	147	197	28	0	0	0	0	0	1	39	66	753
1999	231	340	99	112	64	0	0	0	0	46	157	174	1223
MAX	366	1610	650	260	84	28	19	17	376	261	214	256	2495
MEDIA	149.025	195.5	181.975	66.05	7.05	0.825	0.875	1.35	27.55	47.95	49.325	92.2	819.675
MIN	29	46	43	7	0	0	0	0	0	0	0	13	356
D. EST.	88.33	245.53	132.99	46.73	19.72	4.45	3.42	3.67	64.74	58.34	57.45	58.39	358.79



CUADRO 2.20

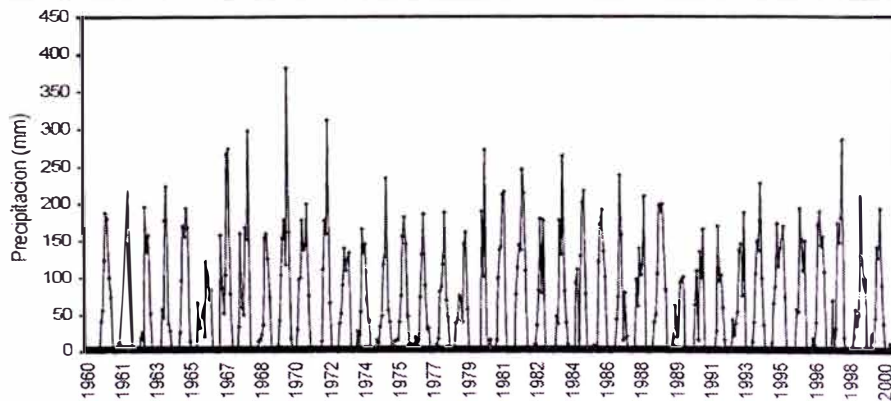
PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)
(1960 - 1999)

ESTACION METEOROLOGICA : TUPE
CUENCA DEL RIO : HUAURA

LATITUD : 11°00' S
LONGITUD : 76°39' W
ALTITUD : 4450 m.s.n.m.

DPTO. : LIMA
PROV. : HUAURA
DIST. : STA. LEONOR

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1960	152	223	317	122	25	0	0	0	6	43	57	124	1069
1961	188	181	101	75	0	0	0	0	11	59	42	123	780
1962	126	173	216	62	0	1	1	1	2	19	27	7	635
1963	197	136	159	53	0	0	0	0	6	1	59	47	658
1964	178	225	39	28	0	0	0	0	4	26	96	171	767
1965	157	195	168	15	0	0	1	2	66	32	59	21	716
1966	123	108	73	85	0	0	0	0	1	158	86	53	687
1967	105	267	275	78	0	0	0	0	34	161	61	51	1032
1968	169	152	299	6	0	0	0	1	15	16	22	37	717
1969	155	160	126	74	0	0	1	0	8	42	105	154	825
1970	179	119	382	163	19	0	0	0	30	99	101	178	1270
1971	138	145	200	76	0	0	6	2	1	4	14	113	699
1972	179	161	313	66	0	0	2	0	0	39	53	90	903
1973	141	111	126	135	0	0	0	4	29	0	54	166	766
1974	134	146	71	43	0	0	0	0	16	12	35	48	505
1975	118	128	234	57	40	8	0	15	17	17	41	76	751
1976	157	183	147	49	10	10	0	8	19	8	16	74	681
1977	133	187	91	31	33	0	0	0	10	18	82	88	673
1978	118	188	71	46	0	0	0	0	39	43	77	73	655
1979	41	146	162	59	0	0	0	0	0	0	0	0	408
1980	190	103	272	3	4	17	0	0	0	17	101	138	845
1981	142	212	216	0	0	0	0	0	0	79	115	145	909
1982	138	247	215	110	0	0	0	0	5	10	37	85	847
1983	180	80	179	0	0	4	0	0	0	49	38	179	709
1984	133	264	83	41	10	2	0	0	0	94	112	5	744
1985	130	202	219	78	0	0	0	0	9	4	5	122	769
1986	173	193	136	102	0	0	0	0	1	4	44	74	727
1987	239	159	16	81	20	0	0	0	0	0	98	62	675
1988	141	105	118	211	0	0	0	0	7	40	50	106	778
1989	198	191	200	85	0	0	0	0	18	63	20	45	820
1990	95	98	103	0	0	3	0	1	3	64	111	16	494
1991	137	100	166	0	0	0	0	0	0	1	29	170	603
1992	96	105	60	16	0	0	0	0	45	22	38	54	436
1993	139	146	77	189	0	0	0	1	14	40	107	151	864
1994	139	228	100	36	1	0	0	1	12	67	89	175	848
1995	117	140	170	74	0	1	0	0	1	4	59	54	620
1996	194	153	110	151	2	0	0	0	18	10	41	173	852
1997	191	144	157	109	0	0	0	0	70	2	33	175	881
1998	149	183	287	20	0	0	0	0	0	23	58	37	757
1999	50	211	120	89	99	2	1	3	24	17	47	143	806
MAX	239	267	382	211	99	17	6	15	70	161	115	179	1270
MEDIA	146.475	164.95	164.35	67.95	6.575	1.2	0.3	0.975	13.525	35.175	57.975	95.075	754.525
MIN	41	80	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	408
D. EST.	39.04	47.59	85.55	52.04	17.81	3.32	1.02	2.72	17.26	39.19	32.46	56.78	161.89



2.4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS CUENCAS CHANCAY-HUARAL Y AÑASMAYO

La cuenca hidrográfica es toda el área drenada por un curso de agua ó por un sistema de cursos de agua, cuyas aguas concurren a un punto de salida. El área de la cuenca contribuye a la escorrentía y proporciona todo o parte de flujo del cauce principal y sus tributarios⁶.

COEFICIENTE DE COMPACIDAD

Conocida también como el índice de Gravelius (K_c), es la relación entre el perímetro de la cuenca y la circunferencia de un círculo de área igual a la de la cuenca. Este coeficiente es un número adimensional que varía con la forma de la cuenca, independientemente de su tamaño, cuanto más irregular es la cuenca, mayor será el coeficiente de compacidad.

$$K_c = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (2.5)$$

Cuenca Añasmayo	:	$K_c = 1,20$
Cuenca Chancay-Huaral	:	$K_c = 1,66$

FACTOR DE FORMA

El factor de forma (K_f) es la relación entre el ancho medio y la longitud axial de la cuenca. Este coeficiente indica la mayor o menor tendencia de avenidas en una cuenca. Una cuenca con un factor de forma bajo está menos sujeta a inundaciones que otra del mismo tamaño pero con otra de mayor factor de forma.

$$K_f = \frac{A}{L^2} \quad (2.6)$$

⁶ Abel Mejia, Hidrología Aplicada Vol. I

Cuenca Añasmayo	Kf	0,33
Cuenca Chancay-Huaral	Kf	0,22

ORDEN DE CORRIENTE

El orden de los ríos es una clasificación que refleja el grado de ramificación o bifurcación dentro de una cuenca. Utilizando el mapa de la cuenca al detalle incluido los canales perennes, intermitentes o efímeros y siguiendo el criterio introducido por Horton.

Cuenca Añasmayo	Orden de corriente es	5
Cuenca Chancay-Huaral	Orden de corriente es	6

DENSIDAD DE DRENAJE

La densidad de drenaje varía inversamente con la longitud de las corrientes y, por lo tanto da una indicación de la eficiencia de drenaje de la cuenca, este índice varía de 0,5 Km/Km², para cuencas con drenaje pobre y de 3,5 a más, para cuencas bien drenadas. Ambas cuencas presentan drenaje pobre.

Cuenca Añasmayo	0,41
Cuenca Chancay-Huaral	0,59

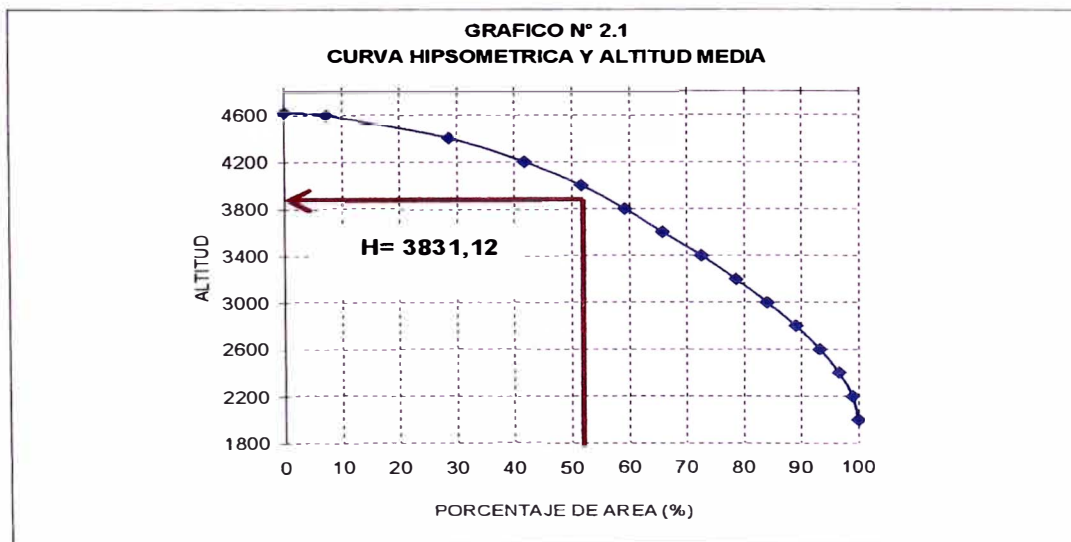
CURVA HIPSOMÉTRICA Y ALTITUD MEDIA

Es una representación gráfica del relieve medio de la cuenca, muestra la variación de la elevación de las diferentes superficies de la cuenca con referencia al nivel medio del mar. De otra forma indica la distribución del área de la cuenca en función de la altitud, en los cuadros 2.21 y 2.22 se observa los valores medios para la cuenca Añasmayo y la cuenca Chancay-Huaral, respectivamente.

CUADRO 2.21

**CURVA HIPSOMETRICA Y ALTITUD MEDIA
CUENCA AÑASMAYO**

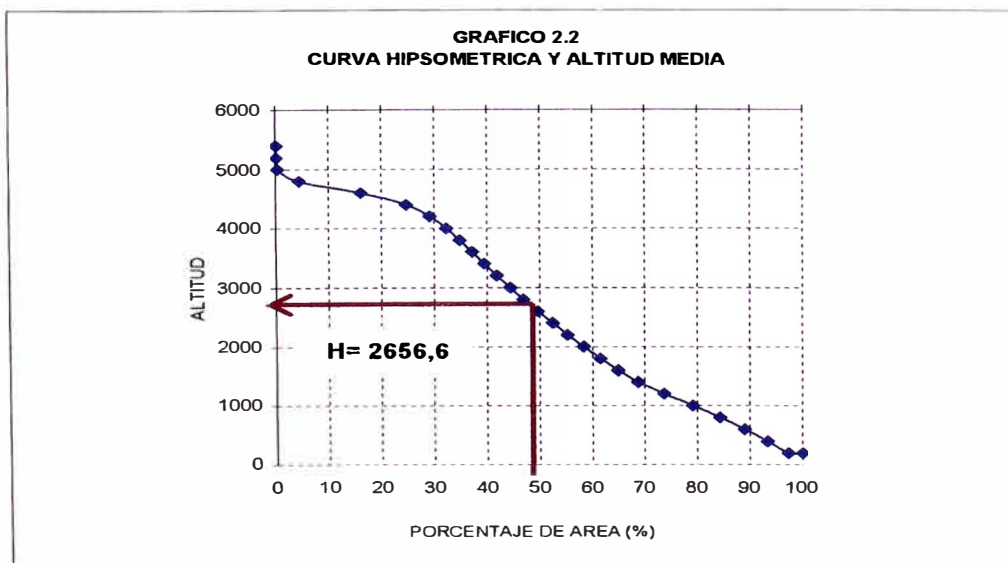
1	2	3		5	6	7	8	
		AREA						
ALTITUDES (m.s.n.m.)	ALTITUD MEDIA	KM2	SUMAT.	% TOTAL	% ACUM. ENCIMA	ALTITUD	(2x3)	
L.C. - 2000	1925	0.10	0.10	0.07	100	1995	192.5	
2000-2200	2100	1.53	1.63	1.05	99.93	2000	3213.0	
2200-2400	2300	3.39	5.02	2.33	98.88	2200	7797.0	
2400-2600	2500	4.93	9.95	3.39	96.55	2400	12325.0	
2600-2800	2700	6.00	15.95	4.12	93.17	2600	16200.0	
2800-3000	2900	7.31	23.26	5.02	89.05	2800	21199.0	
3000-3200	3100	7.99	31.25	5.49	84.03	3000	24769.0	
3200-3400	3300	8.78	40.03	6.03	78.54	3200	28974.0	
3400-3600	3500	9.87	49.90	6.78	72.51	3400	28974.0	
3600-3800	3700	9.50	59.40	6.52	65.74	3600	34545.0	
3800-4000	3900	11.12	70.52	7.64	59.21	3800	35150.0	
4000-4200	4100	14.32	84.84	9.83	51.58	4000	43368.0	
4200-4400	4300	19.14	103.98	13.14	41.74	4200	58712.0	
4400-4600	4500	31.02	135.00	21.30	28.60	4400	82302.0	
4600-L.C.	4665	10.63	145.63	7.30	7.30	4600	139590.0	
							4625	49589.0
							557925.5	
AREA TOTAL (Km2)		145.63						
PORCENTAJE (%)								
COTA MEDIA (m.s.n.m.)		3831.12						



CUADRO 2.22

**CURVA HIPSOMETRICA Y ALTITUD MEDIA
CUENCA CHANCAY-HUARAL**

1	2	3	4	5	6	7	8
ALTITUDES (m.s.n.m.)	ALTITUD MEDIA	AREA		% TOTAL	% ACUM. ENCIMA	ALTITUD	(2x3)
		KM2	SUMAT.				
					100	198.25	
L.C. - 200	100	83.31	83.31	2.69	97.31	200	8331.0
200-400	300	123.92	207.23	4.00	93.30	400	37176.0
400-600	500	134.39	341.62	4.34	88.96	600	67195.0
600-800	700	144.96	486.58	4.68	84.28	800	101472.0
800-1000	900	160.37	646.95	5.18	79.10	1000	144333.0
1000-1200	1100	170.36	817.31	5.50	73.59	1200	187396.0
1200-1400	1300	151.59	968.90	4.90	68.69	1400	197067.0
1400-1600	1500	117.69	1086.59	3.80	64.89	1600	176535.0
1600-1800	1700	103.20	1189.79	3.33	61.56	1800	175440.0
1800-2000	1900	98.18	1287.97	3.17	58.38	2000	186542.0
2000-2200	2100	95.79	1383.76	3.10	55.29	2200	201159.0
2200-2400	2300	89.74	1473.50	2.90	52.39	2400	206402.0
2400-2600	2500	86.63	1560.13	2.80	49.59	2600	216575.0
2600-2800	2700	83.33	1643.46	2.69	46.90	2800	224991.0
2800-3000	2900	78.34	1721.80	2.53	44.37	3000	227186.0
3000-3200	3100	79.56	1553.06	2.57	41.80	3200	246636.0
3200-3400	3300	72.80	1625.86	2.35	39.44	3400	240240.0
3400-3600	3500	72.01	1697.87	2.33	37.12	3600	252035.0
3600-3800	3700	71.74	1769.61	2.32	34.80	3800	265438.0
3800-4000	3900	80.66	1633.72	2.61	32.19	4000	314589.6
4000-4200	4100	95.86	1721.72	3.10	29.09	4200	393026.0
4200-4400	4300	138.66	1772.38	4.48	24.61	4400	596238.0
4400-4600	4500	265.38	1987.10	8.57	16.04	4600	1194210.0
4600-4800	4700	362.56	2134.94	11.71	4.32	4800	1704032.0
4800-5000	4900	125.22	2260.16	4.05	0.28	5000	613578.0
5000-5200	5100	8.00	1641.72	0.26	0.02	5200	40800.0
5200-5400	5300	0.61	1642.33	0.02	0.00	5400	3233.0
							8221855.6
AREA TOTAL (Km2)		3094.86		100.00			
PORCENTAJE (%)							
COTA MEDIA (m.s.n.m.)		2656.61					



Del cuadro 2.23, se muestra que la cuenca Chancay – Huaral tiene forma estrecha, la baja magnitud del factor de forma indica que tiene menos posibilidad de ocurrencia de lluvias intensas cubriendo toda su extensión, lo contrario ocurre para la cuenca Añasmayo.

CUADRO 2.23
PARAMETROS FISICOS DE LAS CUENCAS
CHANCAY-HUARAL Y AÑASMAYO

Descripción	Cuenca Añasmayo	Cuenca Chancay-Huaral
Area	145,6 Km ²	1850,3 Km ²
Perimetro	51,0 Km	253,1 Km
Coeficiente de Compacidad	1,20	1,66
Factor de Forma	0,33	0,22
Orden de Corriente	5	6
Densidad de Drenaje	0,41 Km/Km ²	0,59 Km/Km ²
Longitud del Cauce	20,96 Km	120,07 Km
Altitud Media	3831,12 m.s.n.m.	2656,60 m.s.n.m.

Con respecto al sistema de drenaje, la cuenca Añasmayo es considerada una cuenca con ríos tributarios intermitentes con un río principal perenne, la densidad de drenaje es tan bajo que se considera que la cuenca es mal drenada y que los suelos son más permeables que la cuenca Chancay - Huaral.

2.4.2 CALCULO DE LA PRECIPITACION ANUAL PROMEDIO

Para el cálculo de la precipitación anual promedio de las cuencas existen varios métodos, como el Método del promedio aritmético de las precipitaciones, Polígonos de Thiessen y Método de las Isoyetas.

Para el presente trabajo se determinará para cada valor de precipitación media mensual todos los generados con el método de Polígonos de Thiessen.

$$\bar{P} = \sum W_i \times p_i \quad (2.7)$$

Donde:

- P Precipitación anual promedio
 p_i Precipitación anual promedio de los registros (1960-1999) en cada estación
 W_i % del área de influencia del polígono con respecto a la cuenca

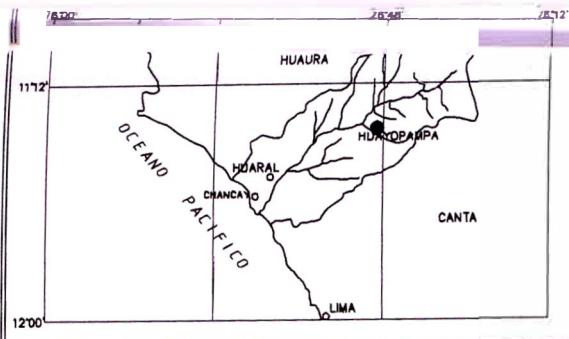
Dicho porcentaje es calculado, como sigue:

$$W_i = \frac{a_i}{A} \quad (2.8)$$

Donde:

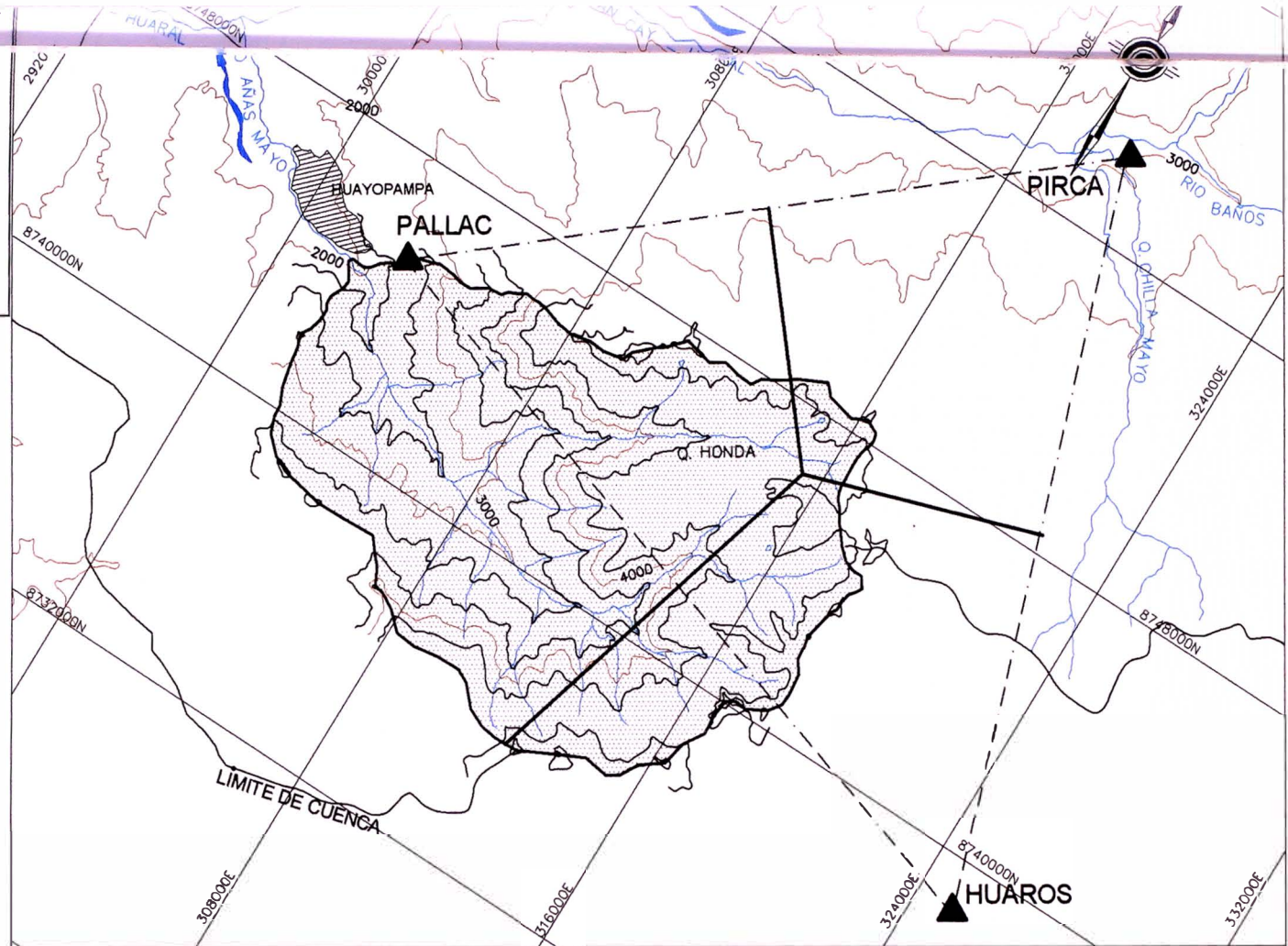
- a_i Área de influencia del polígono
 A Área de la cuenca Añasmayo

En el gráfico 2.3 se muestra los polígonos de Thiessen por cada estación, en el caso de la cuenca Añasmayo. Se determinó también las precipitaciones mensuales medias de la cuenca Chancay-Huaral, usando la misma metodología y que se muestran en el gráfico 2.4, los resultados de precipitación media para ambas cuencas se muestran en los cuadros N° 2.24



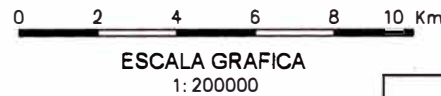
CUENCA CHANCAY- HUARAL

LEYENDA	
	ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA
	RIO
	PUEBLO
	POLIGONOS DE THIESEN
	LIMITE DE CUENCA
	AREA DE RIEGO
	AREA DE CAPTACION

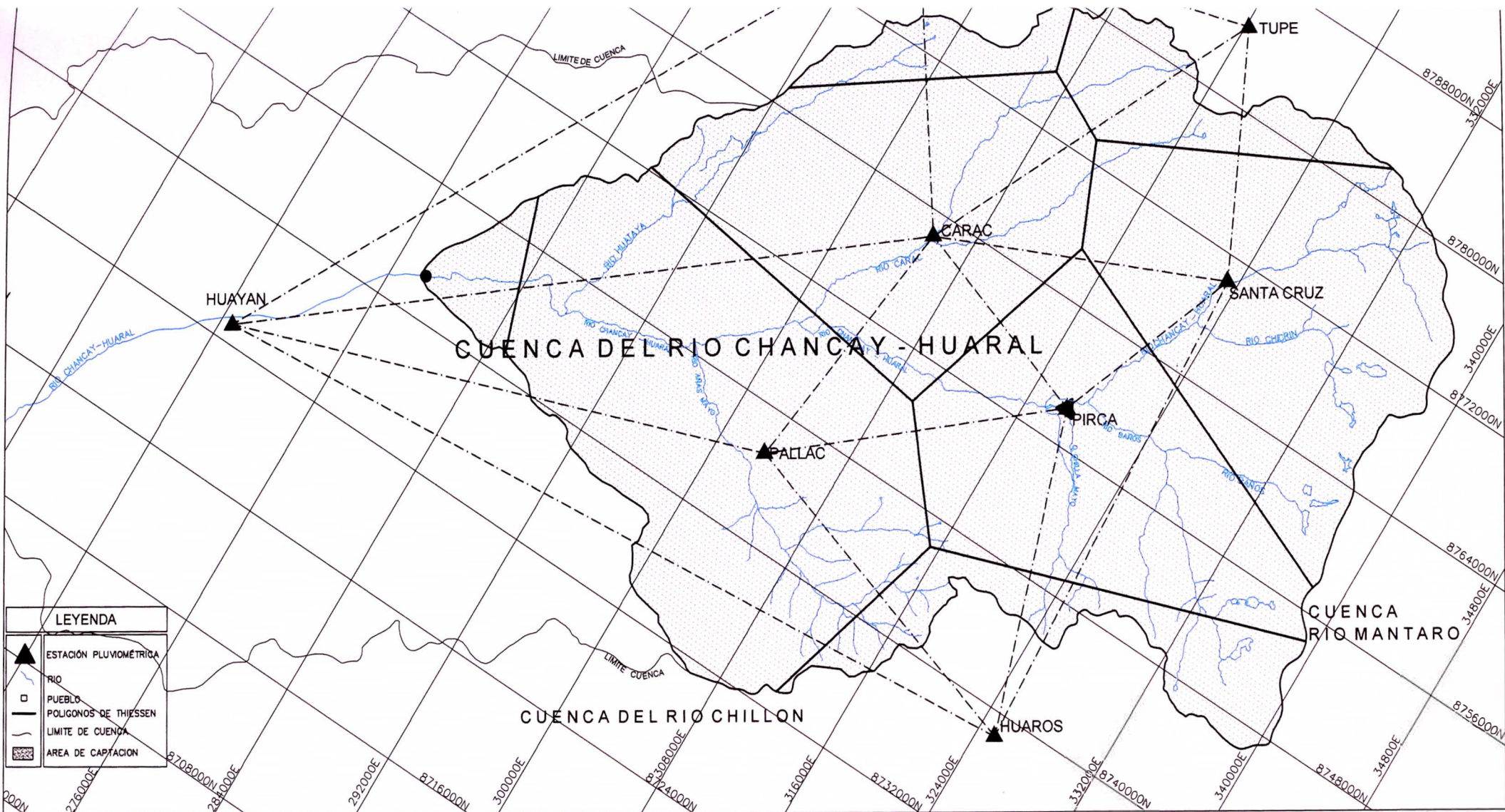


ESTACIONES PLUVIOMETRICAS					
NOMBRE ESTACIÓN	CUENCA	AÑOS DE REGISTRO	ALTITUD	PRECIPITACION MEDIA (mm)*	AREA POLIGONO (Km ²)
PIRCA	CHANCAY-HUARAL	1960-2000	3255	484,15	4,00
PALLAC	CHANCAY-HUARAL	1960-2000	2333	269,30	108,61
HUAROS	CHILLÓN	1960-2000	3585	456,80	33,03
TOTAL					145,64

* Precipitación media anual observada en la estación



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL				GRAFICO
TESIS MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE IRRIGACIÓN EN LA COMUNIDAD CAMPESINA SAN AGUSTIN DE HUAYOPAMPA				N° 2.3
PLANO POLIGONOS DE THIESEN - CUENCA AÑASMAYO				
TESISTA BACH. KARENA QUIROZ J.	ASESORA ING. MARISA SILVA	ESCALA 1 : 200 000	FECHA JUNIO 2006	FUENTE: INRENA-IGN



LEYENDA

- ▲ ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA
- RIO
- PUEBLO
- POLÍGONOS DE THIESSEN
- - - LIMITE DE CUENCA
- ▨ AREA DE CAPTACION

ESTACIONES PLUVIOMETRICAS					
NOMBRE ESTACIÓN	CUENCA	AÑOS DE REGISTRO	ALTITUD	PRECIPITACION MEDIA (mm)	AREA POLIGONO (Km ²)
HUAYAN	CHANCAY-HUARAL	1960-1999	350	13,48	59,61
PALLAC	CHANCAY-HUARAL	1960-1999	2333	269,30	496,26
CARAC	CHANCAY-HUARAL	1960-1999	2600	367,30	367,86
PIRCA	CHANCAY-HUARAL	1960-1999	3255	484,15	218,64

NOMBRE ESTACIÓN	CUENCA	AÑOS DE REGISTRO	ALTITUD	PRECIPITACION MEDIA (mm)	AREA POLIGONO (Km ²)
HUAROS	CHILLON	1960-1999	3585	456,80	102,29
STA. CRUZ	CHANCAY-HUARAL	1980-1999	3700	558,15	353,90
PACHAMACHAY	HUAURA	1960-1999	4200	819,68	78,64
TUPE	HUAURA	1960-1999	4450	754,53	173,10

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

N° 2.4

TESIS:
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE IRRIGACIÓN EN LA COMUNIDAD CAMPESINA SAN AGUSTÍN DE HUAYOPAMPA

PLANO:
POLIGONOS DE THIESSEN - CUENCA CHANCAY-HUARAL

TESISTA	ASESORA	FECHA	FUENTE
BACH. KARENA QUIROZ J.	ING. MARISA SILVA	JUNIO 2006	INRENA-IGN

2.4.3 CALCULO DEL CAUDAL DE RIO

Para determinar la disponibilidad hídrica de una cuenca es necesario conocer el registro de caudales de alguna estación ubicada en el cauce principal y durante el mayor número años, así se llega a conocer el régimen de los ríos. La cuantificación de la descarga y/o caudales se realiza en zonas estables y de fácil accesibilidad.

En el río Añasmayo no existen estaciones hidrométricas que nos permitan determinar directamente el caudal medio, es por esta razón que se determinará indirectamente. Se generarán descargas del río Añasmayo asumiendo que el coeficiente de escorrentía es igual en toda la cuenca de Chancay-Huaral, con la fórmula de Transposición de Área – Precipitación⁷:

$$Q_1 = \frac{Q_2 \times P_1 \times A_1}{P_2 \times A_2} \quad (2.9)$$

Donde:

Q ₁	Caudal medio en la cuenca Añasmayo
Q ₂	Caudal medio en la Cuenca Chancay-Huaral
	Precipitación anual promedio en la cuenca Añasmayo
P ₂ :	Precipitación anual promedio en la cuenca Chancay-Huaral
A ₁ , A ₂	Áreas de las cuencas

⁷ Silva; Apuntes de Clase de Hidrología 2001

CUADRO 2.24
PRECIPITACION ANUAL PROMEDIO DE LAS CUENCAS

Cuenca	Precipitación Media (mm)	Área de Cuenca (Km ²)
AÑASMAYO	317,72	145,64
CHANCAY-HUARAL	440,33	1850,31

Finalmente, la relación de caudales se presenta como sigue:

$$Q_1 = 0,0568 \times Q_2 \quad (2.10)$$

En este caso, la estación hidrológica instalada en el río principal Chancay-Huaral denominada Santo Domingo, se encuentra ubicada a 40 km de la ciudad de Huaral y a 30 metros de la Carretera Afirmada Huaral-Acos. Sus coordenadas geográficas son Latitud 11°23' Sur y longitud 77°03' Oeste a una altitud de 600 m.s.n.m.

Los volúmenes de agua del río Chancay-Huaral corresponden básicamente a los aportes de agua de lluvias, deshielo de nevados. El comportamiento del río Chancay-Huaral es el característico de todos los ríos de la costa peruana mostrando gran irregularidad en sus descargas.

Para cuantificar la disponibilidad de agua contamos con el registro de caudales del año 1960-1999 en la estación de Sto. Domingo en el río Chancay-Huaral, mostrados en el cuadro N° 2.25, resultando un caudal promedio de 16,05 m³/s.

Al reemplazar los datos que se indica en la ecuación 2.9, los resultados de caudales para la cuenca Añasmayo que se generan se muestran en el cuadro N° 2.26, resultando un caudal promedio de 0,91 m³/s

CUADRO 2.25

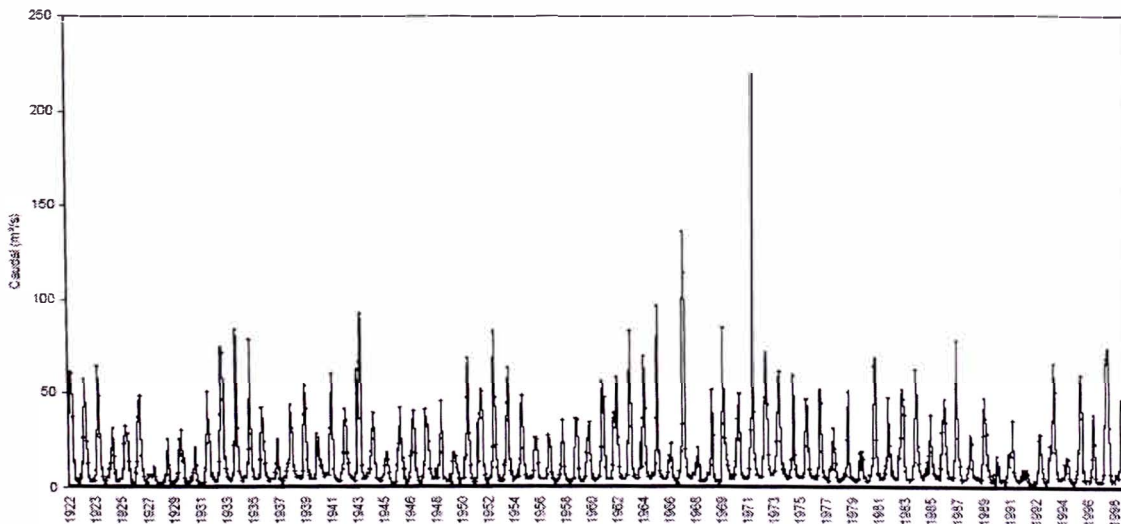
CAUDALES MEDIOS MENSUALES DEL RIO CHANCAY-HUARAL EN m³/s
(1960 - 1999)

Estación Hidrométrica : Santo Domingo
Cuenca del Río : Chancay-Huaral

Area que abarca : 1940.88 km²
Altitud : 600 m.s.n.m.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1960	25,92	31,00	34,65	13,48	6,92	4,82	4,44	4,36	4,54	5,09	6,11	5,92
1961	21,99	56,82	39,50	47,78	11,55	5,23	5,13	4,90	4,71	4,83	11,49	40,33
1962	35,55	31,85	59,06	26,90	11,27	6,38	5,58	5,12	4,82	5,14	5,91	6,67
1963	24,78	53,46	82,61	32,62	9,76	5,93	6,76	5,43	5,07	5,16	10,21	24,00
1964	11,12	36,75	69,57	41,69	12,98	7,89	5,78	5,93	5,41	6,26	8,02	6,87
1965	13,40	37,01	97,35	19,95	8,71	6,54	5,55	5,20	4,72	4,81	5,85	7,57
1966	16,60	13,93	24,51	10,71	6,45	4,97	4,05	3,46	3,18	8,92	9,50	19,48
1967	34,43	135,48	113,57	20,76	10,98	7,07	5,92	5,51	5,30	7,77	6,77	7,74
1968	12,88	11,04	22,37	12,01	4,51	4,16	4,14	4,02	3,74	5,13	7,66	7,32
1969	6,92	12,11	52,29	28,29	6,11	4,30	3,88	3,70	3,36	4,40	4,36	33,99
1970	85,51	26,89	23,89	17,84	12,51	8,84	5,79	4,69	7,18	5,53	7,02	13,69
1971	25,94	36,55	50,19	25,75	8,30	6,95	5,95	5,57	5,17	4,99	5,90	9,96
1972	31,22	36,67	219,40	39,67	15,44	10,33	7,19	6,89	6,11	6,01	6,46	16,38
1973	45,17	47,64	72,17	43,73	17,92	10,17	7,31	6,80	7,60	9,16	9,05	24,90
1974	39,76	58,19	61,67	24,92	12,59	9,46	7,74	7,31	5,99	5,02	5,57	5,63
1975	15,17	16,22	60,07	18,40	10,14	7,33	5,56	5,46	5,46	5,73	6,13	7,94
1976	22,98	47,14	42,75	20,66	9,56	7,42	6,19	5,62	5,98	4,97	4,91	6,56
1977	11,04	51,77	45,49	19,71	8,84	6,28	5,47	4,85	4,33	4,40	10,38	10,75
1978	10,03	31,56	20,86	13,29	6,39	5,40	4,41	4,34	4,94	4,58	6,47	8,05
1979	6,63	26,25	51,20	13,30	6,19	6,13	4,82	4,77	3,89	3,76	4,00	4,61
1980	18,91	9,89	19,85	14,77	6,52	6,19	4,13	3,90	3,89	6,62	6,63	12,45
1981	15,64	65,19	68,99	25,93	7,96	6,95	5,66	5,12	5,26	5,94	8,00	11,57
1982	14,63	48,40	22,94	18,49	8,80	6,63	5,63	5,69	5,24	5,47	16,96	15,52
1983	26,95	51,89	47,04	39,02	9,27	5,25	4,84	4,51	4,20	4,92	4,96	11,48
1984	13,81	62,95	48,90	22,62	12,58	9,27	6,56	5,81	5,31	6,59	7,56	13,63
1985	9,20	18,09	39,06	20,08	12,58	8,46	6,58	5,91	5,91	6,62	5,40	11,41
1986	30,15	35,68	46,92	35,34	19,20	9,23	6,47	5,70	5,68	5,40	5,79	15,37
1987	46,06	77,76	27,42	15,51	12,12	4,57	4,52	5,26	4,72	4,94	5,57	10,59
1988	12,07	27,57	23,68	10,90	7,37	6,20	5,47	4,85	5,51	4,60	4,20	5,06
1989	27,77	48,10	36,64	28,56	13,42	9,94	6,81	3,69	3,62	8,37	4,17	3,55
1990	23,52	7,85	12,42	5,07	4,15	4,47	3,89	2,92	3,81	7,06	17,83	11,70
1991	19,27	17,41	36,34	9,10	7,40	5,38	4,78	4,14	3,14	4,86	10,58	7,67
1992	5,69	21,85	9,70	7,76	4,35	3,00	2,92	2,35	2,47	4,47	3,34	3,64
1993	8,65	26,28	28,70	18,56	11,39	5,98	4,32	3,36	3,90	4,67	16,26	23,09
1994	20,32	35,94	65,91	50,93	19,65	9,30	5,67	4,94	4,50	6,21	5,78	5,66
1995	13,14	9,38	16,00	15,45	6,20	4,60	4,09	4,08	2,88	3,86	6,07	10,21
1996	20,36	57,44	59,59	38,13	9,77	5,13	4,44	4,92	4,55	4,85	4,11	7,39
1997	15,58	39,12	24,26	6,15	4,39	4,09	3,89	3,58	3,98	3,68	7,73	33,97
1998	66,38	69,26	74,17	32,78	8,40	4,83	4,42	4,52	4,29	7,73	6,99	6,51
1999	10,31	46,67	43,78	43,07	11,09	6,93	4,73	3,43	4,34	5,36	4,57	10,88
MEDIA	22,89	39,38	49,89	23,74	9,84	6,55	5,29	4,82	4,72	5,60	7,36	12,49

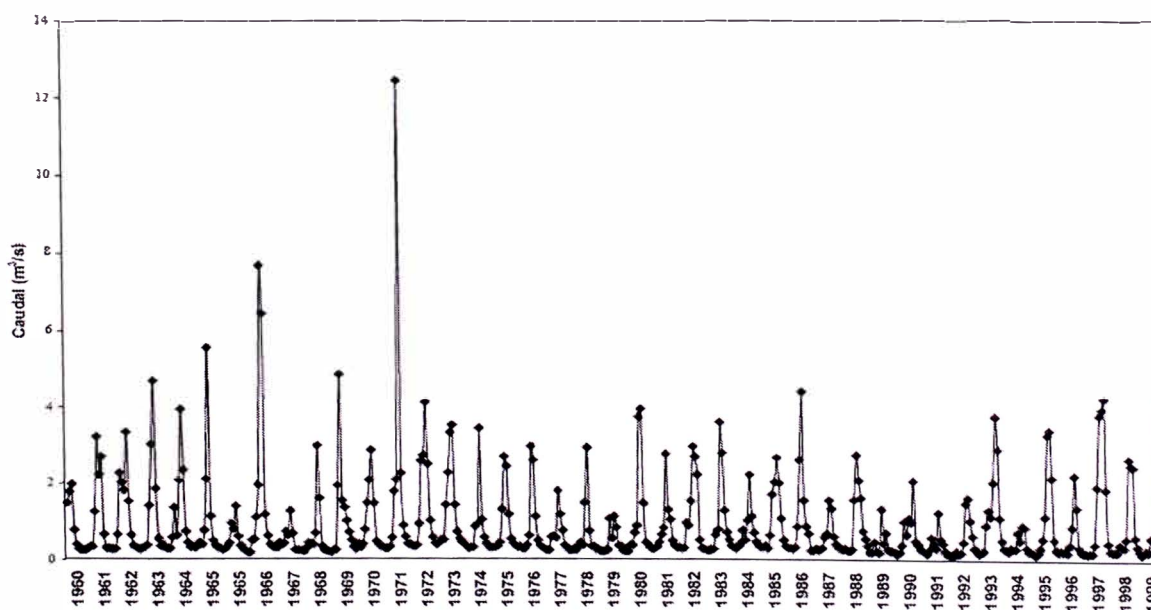
Fuente: Evaluación y Ordenamiento de los recursos hídricos de la Cuenca Chancay-Huaral



CUADRO 2.26

CAUDALES MEDIOS MENSUALES DEL RIO ANASMAYO (m³/s)
(METODO DE TRANSPOSICIÓN DE AREA-PRECIPITACIÓN)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1960	1,47	1,76	1,97	0,77	0,39	0,27	0,25	0,25	0,26	0,29	0,35	0,34
1961	1,25	3,23	2,24	2,71	0,66	0,30	0,29	0,28	0,27	0,27	0,65	2,29
1962	2,02	1,81	3,35	1,53	0,64	0,36	0,32	0,29	0,27	0,29	0,34	0,38
1963	1,41	3,04	4,69	1,85	0,55	0,34	0,38	0,31	0,29	0,29	0,58	1,36
1964	0,63	2,09	3,95	2,37	0,74	0,45	0,33	0,34	0,31	0,36	0,46	0,39
1965	0,76	2,10	5,53	1,13	0,49	0,37	0,31	0,30	0,27	0,27	0,33	0,43
1966	0,94	0,79	1,39	0,61	0,37	0,28	0,23	0,20	0,18	0,51	0,54	1,11
1967	1,96	7,69	6,45	1,18	0,62	0,40	0,34	0,31	0,30	0,44	0,38	0,44
1968	0,73	0,63	1,27	0,68	0,26	0,24	0,24	0,23	0,21	0,29	0,43	0,42
1969	0,39	0,69	2,97	1,61	0,35	0,24	0,22	0,21	0,19	0,25	0,25	1,93
1970	4,86	1,53	1,36	1,01	0,71	0,50	0,33	0,27	0,41	0,31	0,40	0,78
1971	1,47	2,08	2,85	1,46	0,47	0,39	0,34	0,32	0,29	0,28	0,33	0,57
1972	1,77	2,08	12,46	2,25	0,88	0,59	0,41	0,39	0,35	0,34	0,37	0,93
1973	2,56	2,71	4,10	2,48	1,02	0,58	0,42	0,39	0,43	0,52	0,51	1,41
1974	2,26	3,30	3,50	1,42	0,71	0,54	0,44	0,42	0,34	0,29	0,32	0,32
1975	0,86	0,92	3,41	1,04	0,58	0,42	0,32	0,31	0,31	0,33	0,35	0,45
1976	1,31	2,68	2,43	1,17	0,54	0,42	0,35	0,32	0,34	0,28	0,28	0,37
1977	0,63	2,94	2,58	1,12	0,50	0,36	0,31	0,28	0,25	0,25	0,59	0,61
1978	0,57	1,79	1,18	0,75	0,36	0,31	0,25	0,25	0,28	0,26	0,37	0,46
1979	0,38	1,49	2,91	0,76	0,35	0,35	0,27	0,27	0,22	0,21	0,23	0,26
1980	1,07	0,56	1,13	0,84	0,37	0,35	0,23	0,22	0,22	0,38	0,38	0,71
1981	0,89	3,70	3,92	1,47	0,45	0,39	0,32	0,29	0,30	0,34	0,45	0,66
1982	0,83	2,75	1,30	1,05	0,50	0,38	0,32	0,32	0,30	0,31	0,96	0,88
1983	1,53	2,95	2,67	2,22	0,53	0,30	0,27	0,26	0,24	0,28	0,28	0,65
1984	0,78	3,57	2,78	1,28	0,71	0,53	0,37	0,33	0,30	0,37	0,43	0,77
1985	0,52	1,03	2,22	1,14	0,71	0,48	0,37	0,34	0,34	0,38	0,31	0,65
1986	1,71	2,03	2,66	2,01	1,09	0,52	0,37	0,32	0,32	0,31	0,33	0,87
1987	2,62	4,42	1,56	0,88	0,69	0,26	0,26	0,30	0,27	0,28	0,32	0,60
1988	0,69	1,57	1,34	0,62	0,42	0,35	0,31	0,28	0,31	0,26	0,24	0,29
1989	1,58	2,73	2,08	1,62	0,76	0,56	0,39	0,21	0,21	0,48	0,24	0,20
1990	1,34	0,45	0,71	0,29	0,24	0,25	0,22	0,17	0,22	0,40	1,01	0,66
1991	1,09	0,99	2,06	0,52	0,42	0,31	0,27	0,23	0,18	0,28	0,60	0,44
1992	0,32	1,24	0,55	0,44	0,25	0,17	0,17	0,13	0,14	0,25	0,19	0,21
1993	0,49	1,49	1,63	1,05	0,65	0,34	0,25	0,19	0,22	0,27	0,92	1,31
1994	1,15	2,04	3,74	2,89	1,12	0,53	0,32	0,28	0,26	0,35	0,33	0,32
1995	0,75	0,53	0,91	0,88	0,35	0,26	0,23	0,23	0,16	0,22	0,34	0,58
1996	1,16	3,26	3,38	2,17	0,55	0,29	0,25	0,28	0,26	0,28	0,23	0,42
1997	0,89	2,22	1,38	0,35	0,25	0,23	0,22	0,20	0,23	0,21	0,44	1,93
1998	3,77	3,93	4,21	1,86	0,48	0,27	0,25	0,26	0,24	0,44	0,40	0,37
1999	0,59	2,65	2,49	2,45	0,63	0,39	0,27	0,19	0,25	0,30	0,26	0,62
MEDIA	1,30	2,24	2,83	1,35	0,56	0,37	0,30	0,27	0,27	0,32	0,42	0,71



2.4.4 ANALISIS DE PERSISTENCIA

La curva de duración es muy útil para determinar si una fuente es suficiente para suministrar la demanda o si hay necesidad de construir reservorios para almacenamiento y suplir las deficiencias en el suministro normal de agua durante los períodos secos.

Para el presente análisis de persistencia se determinó en base a la metodología de Weibull, los caudales medios mensuales para una persistencia al 75%, con el fin, de que posteriormente se analice en el balance hídrico, cuyos resultados se muestran en el cuadro 2.27

CUADRO 2.27
CAUDALES MEDIOS MENSUALES AL 75% PERSISTENCIA

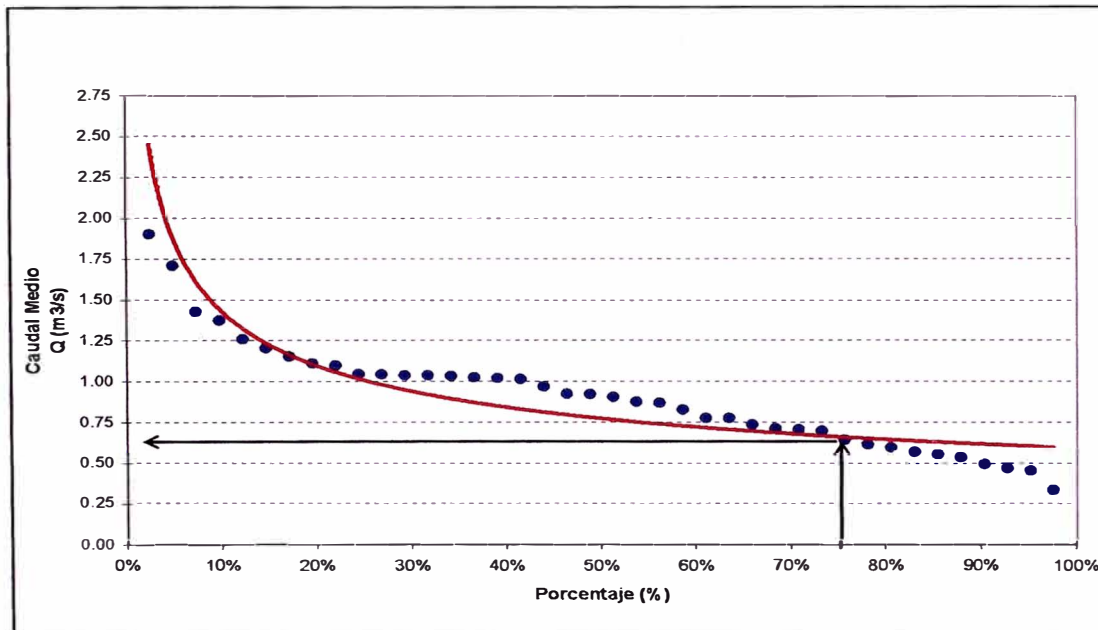
Mes	Caudal (m³/s)
ENERO	0,70
FEBRERO	1,30
MARZO	1,38
ABRIL	0,78
MAYO	0,38
JUNIO	0,28
JULIO	0,25
AGOSTO	0,23
SETIEMBRE	0,22
OCTUBRE	0,27
NOVIEMBRE	0,31
DICIEMBRE	0,38

Según el cuadro anterior el menor caudal de persistencia al 75% es el que presenta en Setiembre a 0,22 m³/s al mes.

Se presenta, además la curva de duración en un gráfico con valores cuyas ordenadas son los caudales medios mensuales y las abcisas son los porcentajes de tiempo.

La curva de duración que se muestra en el gráfico 2.5, para una persistencia al 75% obtendrá el caudal 0.60 m³/s. Con fines preliminares este valor podrá ser comparado con la demanda del proyecto para determinar si existirá déficit o superávit.

GRAFICO 2.5
CURVA DE DURACION



2.5 BALANCE HIDRICO

El balance hídrico para la zona de riego, tuvo en cuenta la evaluación e interrelación de la demanda de riego y el caudal mensual del río al 75%, tal como se muestra en el cuadro N 2.28, La demanda ha sido determinada con una eficiencia del 80%, y la oferta al régimen natural del río generados a partir de la estación hidrométrica de Chancay-Huaral con 40 años de registro de caudales medios y las precipitaciones medias de las dos cuencas en cuestión, ambas también con un registro de 40 años.

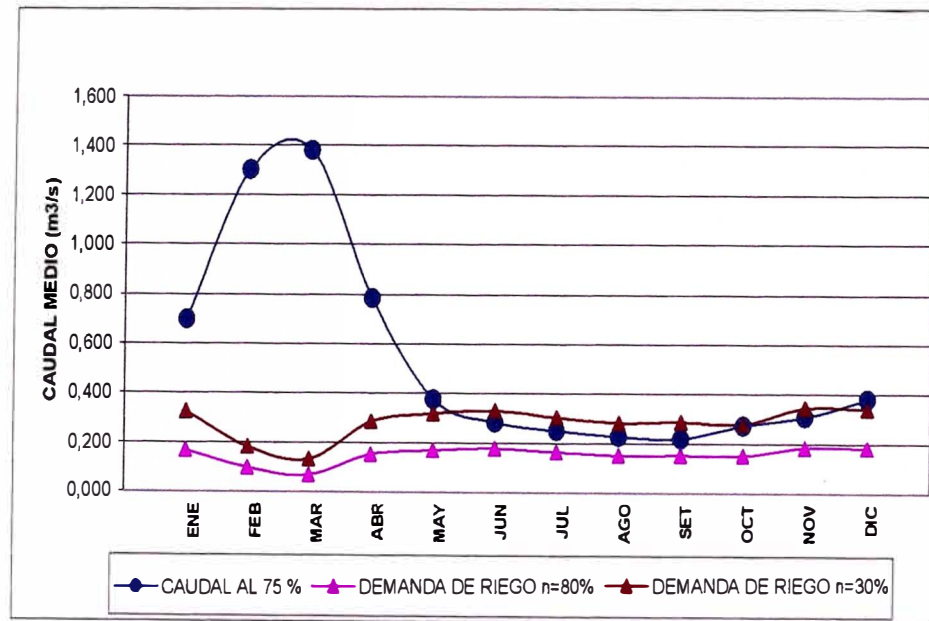
El mes crítico se presenta en Setiembre con un balance de 0,180 MMC/MES, y el mes más favorable en marzo con 3,51 MMC/MES. Se concluye además que las disponibilidades de agua son suficientes para el área de riego.

CUADRO 2.28

BALANCE HIDRICO
CAUDAL MEDIO (75%) – DEMANDA AGRICOLA

DESCRIPCIÓN	UND	MESES											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
O: CAUDAL 75%	(m ³ /s)	0,697	1,303	1,381	0,784	0,376	0,285	0,250	0,229	0,221	0,273	0,309	0,382
D: DEMANDA AGRICOLA (80%)	(m ³ /s)	0,169	0,099	0,070	0,154	0,172	0,178	0,165	0,152	0,154	0,151	0,186	0,184
D: DEMANDA AGRICOLA (30%)	(m ³ /s)	0,326	0,183	0,134	0,287	0,319	0,332	0,305	0,283	0,287	0,280	0,346	0,342
O-D: BALANCE HIDRICO	(m ³ /s)	0,528	1,205	1,311	0,630	0,204	0,106	0,085	0,077	0,067	0,122	0,123	0,198
	(MMC/MES)	1,414	3,226	3,511	1,686	0,547	0,285	0,228	0,207	0,180	0,327	0,330	0,530

GRAFICO 2.6
BALANCE HIDRICO
PARA LA ZONA DE RIEGO



Del gráfico 2.6, se puede apreciar la demanda actual (eficiencia 30%), es menor a la oferta, a partir del mes de mayo en la que se vuelve irregular en los siguientes meses hasta enero. Con proyecto la oferta es mayor a la demanda (eficiencia 80%) en todos los meses.

Por lo tanto, se planteará alternativas para lograr un sistema de riego que logre una disminución de la demanda con el ahorro de agua.

CAPITULO 3

ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO

3.1 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Con el fin de cumplir con el objetivo planteado para este proyecto, que es de mejorar el sistema de Irrigación hasta alcanzar la eficiencia de 80%, en el presente capítulo se evaluará y planteará alternativas de mejoramiento. Se realizarán evaluaciones técnicas, socioeconómicas ambientales y para finalmente escoger el sistema más apropiado.

Se ha dividido las propuestas planteadas en tres alternativas:

1. Establecer turnos de riego comunes para los usuarios de riego ubicados en parcelas vecinas.
2. Mejorar el Sistema de distribución, mediante conductos abiertos es decir canales o en conductos cerrados a presión.
3. Mejorar el Sistema de Aplicación, en la cual se analizaran diferentes tipos de riego.

3.2 ALTERNATIVA 1

Esta alternativa propone establecer turnos de riego comunes para los usuarios de riego ubicados en parcelas vecinas. Para ello, se requiere agrupar a los usuarios de riego en grupos de vecinos para uniformizar el calendario de cultivo de cosecha y siembra. En esta alternativa no se hará ningún cambio en la infraestructura del sistema de riego ni de estructuras hidráulicas, pero se logra conducir el agua de riego a grupos de usuarios mediante turnos de riego, evitando pérdidas mayores al conducir y distribuir el agua a grandes distancias para regar parcelas menores de 1 ha.

3.3 ALTERNATIVA 2

La segunda alternativa es mejorar el sistema de distribución. En la actualidad el sistema de distribución es por canales de concreto y canales sin revestir.

3.3.1 CANALES REVESTIDOS

REVESTIMIENTO CON CONCRETO SIMPLE

Los canales sin revestimiento (tierra) permiten que se produzca filtraciones y pérdidas por conducción, mientras el agua es transportada hasta las parcelas. Para el caso de canales revestidos con concreto se lograría un eficiencia de conducción de 75%¹.

Para el caso de construcción de canales de concreto la adquisición de agregados sería de la cantera ubicada a orillas del río Chancay-Huaral ubicada a 12 kilómetros de distancia de Huayopampa, siendo un material de buena calidad. Así mismo la arena fina será extraída de la cantera ubicada por la desembocadura del río Añasmayo al Chancay-Huaral.

Las características geométricas de los canales tendrán que ser rectangulares el material predominante de terreno circundante es roca, el espesor será de 8 centímetros, con una plataforma de 0,40 metros de ancho y tendrá una resistencia de 140 Kg/cm².

REVESTIMIENTO CON GEOMEMBRANAS HDPE

La Geomembrana HDPE, están fabricadas con una fórmula de polietileno de alta densidad que contiene aproximadamente 97,5% de Polímero y 2,5% de Negro Humo, Anti-oxidante y Estabilizadores de Calor que evita la acción de los rayos UV sobre ellas. Estas Geomembranas están específicamente diseñadas para condiciones expuestas. No contienen

¹ Rosell, Irrigación

aditivos o rellenos que puedan evaporarse y causar deterioro a medida que pasa el tiempo.

Son resistentes a una amplia gama de productos químicos, incluyendo ácidos, sales, alcoholes, aceites e hidrocarburos. Estos productos químicos pueden actuar concentrados y/o diluidos a diferentes temperaturas. Además de su excelente resistencia al ataque de agentes químicos y a los rayos Ultravioleta (UV).

El sellado de estas geomembranas se realiza dentro y/o fuera de la obra, utilizando una máquina de cuña caliente y una máquina extrusora de resina de HDPE. Se utilizan con éxito para el aislamiento de terrenos con filtraciones y en una amplia gama de proyectos y soluciones de geotecnia (piscinas para almacenamiento de aguas, piscinas para tratamiento de aguas residuales, piscinas de recolección de lodos petroleros, impermeabilización de diques, aislamientos de terrenos donde funcionarán rellenos sanitarios, revestimiento de canales de riego y reservorios).

Las superficies a revestir deben estar desprovistas de todo tipo de rocas, raíces, vegetación, objetos aguzados o desperdicios. Estas superficies deben brindar una base firme y estable para la geomembrana sin que se produzcan asentamientos futuros, además de no presentar cambios pronunciados ni abruptos en las pendientes. Sobre revestimiento de estructuras de hormigón se aplica el mismo concepto pero además evitando los cantos angulosos y terminaciones gruesas que puedan dañar la geomembrana.

Por otro lado la adquisición de la geomembrana HDPE viene de Lima, su presentación viene en rollos de 7 m de ancho, calibres entre 20 y 80 mil (0,5 y 2,0 mm) y longitudes entre 381 y 156 metros respectivamente, aproximadamente 2500 m² cada rollo).

CUADRO 3.1

PROPIEDADES DE GEOMEMBRANA HDPE

Propiedades	Unidad	Valores	Método de Ensayo
Densidad	g/cc	1,20	ASTM D792
Resistencia a la tensión	Lb	48	ASTM D882
Elongación	%	350	ASTM D882
Resistencia al rasgado	Lb	6,50	ASTM D1004
Fracturamiento al frío	°C	-26°	ASTM D1790
Resistencia hidrostática	PSI	60	ASTM D751

Fuente: Designing with Geosynthetics
Elaboración: propia

REVESTIMIENTO CON GEOMEMBRANAS PVC

Las Geomembrana PVC son láminas impermeabilizantes fabricadas con resinas de Cloruro de Polivinilo, son ideales para el control de filtraciones por su bajísima impermeabilidad (10^{-6} a 10^{-12} cm/seg) que le permite actuar como barrera al paso de fluidos y gases. Su aplicación es amplia en el área de ingeniería ambiental, geotécnica e hidráulica, Vienen en presentación de calibres de 0,5 mm hasta 2,5 mm. Con o sin refuerzo de poliéster, los espesores mínimos que recomienda EPA (Environmental Protection Agency) es de 30 mil (0,75 mm) para canales.

Las ventajas de la geomembrana PVC son varias como:

- Medianamente Impermeabilidad
- Permite diferentes técnicas de sellado
- Moderada resistencia a los rayos UV, química, mecánica y a la intemperie
- Es flexible y permite la elongación
- Rápida instalación y fácil mantenimiento

- Sistema modular que permite facilidad en el despliegue.
- Bajos costos de instalación y preparación del terreno.
- Para lograr altas resistencias a la tensión, se refuerza con tela de poliéster de alta tenacidad.

Las aplicaciones más comunes están relacionadas con revestimientos para la contención de líquidos, desde agua potable hasta peligrosos o radiactivos; para canales de conducción de agua u otros líquidos; coberturas de rellenos de desechos sólidos o líquidos para evitar la contaminación; para el revestimiento de terraplenes, muros y presas; la impermeabilización de túneles; el encapsulamiento de suelos, etc.

El método más común para unir geomembranas de PVC es el de la fusión química mediante adhesivo. También es posible soldar PVC mediante cuña caliente. Los traslapes típicos entre los paneles a soldar son de 2,5 a 5 cm de ancho, los cuales deben estar limpios y secos antes de aplicar el adhesivo.

El adhesivo se aplica manualmente con brocha para luego aplicar presión con un rodillo de alta dureza. La cantidad de adhesivo debe ser tal que al pasar el rodillo, un pequeño sobrante de adhesivo sea expelido de la costura el cual debe limpiarse y retirarse inmediatamente de la superficie de la geomembrana. La aplicación de presión mediante el rodillo debe hacerse inmediatamente después de aplicado el adhesivo ya que este se seca rápidamente y ya no pega.

La resistencia a la tensión en el punto de ruptura por encima de 300%, esto significa que no hay un adelgazamiento excesivo cuando es sometido a fuerzas o stress, el PVC es amorfo y no presenta cracking.

Las desventajas del PVC son que contiene plastificantes en su composición y puede ir perdiendo por acción de altas concentraciones de solventes, y además tiene un bajo coeficiente de expansión.

En muchas ocasiones se necesitará de un geotextil en la base del canal o en todo el perímetro para mejorar el ángulo de fricción y así aumentar el

factor de seguridad para evitar el volteo. En todos los canales que tendrán revestimiento geosintético se requerirá anclaje.

Su peso aproximado es de 1 tonelada por cada rollo de 1000 m². No se requiere de mano de obra especializada durante la instalación.

REVESTIMIENTO CON MEMBRANAS ASFÁLTICAS

Las Mantas Asfálticas son membranas impermeables fabricadas a base de asfalto elastomérico, las cuales pueden estar constituidas por una estructura interna de geotextil no tejido de poliéster, o un velo de fibra de vidrio, en ambos casos impregnados con asfalto modificado (APP ó SBS). El tipo de refuerzo proporciona estabilidad térmica y características mecánicas apropiadas de acuerdo a la aplicación; y el asfalto modificado proporciona resistencia a los rayos UV, impermeabilidad y durabilidad al producto.

Las mantas asfálticas son fabricadas especialmente para brindar impermeabilidad a diferentes obras civiles como son: canales, reservorios, túneles, presas, cimentaciones, etc. Pueden ser utilizadas como acabado final, es decir, expuestas a la intemperie o protegidas con otros materiales (suelo, concreto, ladrillo pastelero, gaviones, enrodados, etc.)

Los rollos de manta asfáltica deberán ser almacenados en forma vertical, preferentemente en una sola camada. La superficie a ser revestidas deberá ser uniforme y libre de elementos punzo-cortantes que puedan dañar la manta. La unión entre manta y manta se realizará traslapando una con otra un mínimo de 10 cm. Posteriormente las mantas son soldadas (selladas herméticamente) mediante la aplicación de calor a través de sopletes o lanza llamas, que usualmente trabajan con gas doméstico cuyo rendimiento es de 80 m²/balón de 22 lb. Los bordes serán biselados para obtener un acabado más homogénea que evite un desprendimiento de los traslapos.

Se realizan fijaciones de la manta a la superficie ó en los bordes perimetrales, ésta fijación puede ser mediante adherencia (sobre concreto) o fijación mecánica (zanjas de anclaje).

Si por alguna razón la manta se punzona, la manta puede ser fácilmente parchada utilizando una pieza del mismo material, de dimensiones que excedan 20 cm alrededor de toda el área dañada y soldándola igualmente con aplicación de calor, todos los bordes de los parches deberán ser biselados para tener una superficie final homogénea.

Las ventajas de las membranas asfálticas como revestimiento de canales son varias como:

- Puede ser instalada sobre cualquier superficie: terreno natural, revestimientos de hormigón, albañilería o piedra tratada previamente.
- Totalmente impermeable.
- Fácil y rápida colocación, incluso en lugares poco accesibles; permite una capacitación rápida de la mano de obra.
- Puede ser colocada sobre la superficie adherida, flotante o semiadherida, según las características de la base y las exigencias del proyecto.
- Su gran versatilidad le permite adosarse a obras de artes propias en obras de riego.
- Incremento de la vida útil del canal
- Mayor velocidad y seguridad en la distribución
- Mantenimiento de las condiciones hidráulicas de diseño
- Mayor rendimiento del recurso agua

Su resistencia mecánica deberá ser capaz de soportar fuertes solicitaciones de tracción y punzonamiento, para lo cual se reforzará con un poliéster de alto gramaje el cual le proporcionará una alta resistencia mecánica y una buena estabilidad dimensional para enfrentar los cambios de temperatura entre el día y la noche, en las épocas en que el canal este seco.

Resistente al crecimiento de raíces: el asfalto debe contener un herbicida que actuará como barrera química defendiendo la membrana e impidiendo la agresión de raíces de árboles.

Antes de colocar la Geomembrana se deberá limpiar la superficie, debe de estar libre de impurezas y protuberancias.

CUADRO 3.2
PROPIEDADES MEMBRANA ASFALTICA

Propiedades	Unidad	Valores
Resistencia a la tensión		
Longitudinal (carga máxima)	N/50mm	1,161
Transversal (carga máxima)	N/50mm	1,00
Elongación		
Longitudinal	%	49
Transversal	%	41
Punzonamiento estático	Kg/cm ²	40
Flexibilidad a bajas temperaturas	°C	-10
Punto de ablandamiento	°C	145
Penetración	°C	+30
Espesor	mm	3 y 4

Fuente: Ficha técnica de TDM

VIAPOL es una empresa que vende en el mercado nacional membranas impermeabilizantes compuestas con un refuerzo de poliéster no tejido y de un betún elastómero llamado Torodin Hydros. El consumo estimado es de 1,15m²/m² de área considerando sobre posición y pérdidas por recortes de detalles, remates y refuerzos. Viene en rollos de 10 m². Su peso aproximado es de 4,00 kg/m², permitiendo una fácil maniobrabilidad y transporte. No se requiere de mano de obra especializada durante la instalación.

La membrana Environap de la marca SOPREMA, vende en el mercado nacional membranas impermeabilizantes compuestas con un refuerzo de

poliéster no tejido y de un betún elastómero, similar a la membrana Torodin Hydros de VIAPOL. Viene en espesores de 3mm y pesa 3,53 Kg/m² viene en rollos de 20m x 4m (80m²) y el precio es de 5,50 \$ por metro cuadrado.

En general, el revestimiento con geosintéticos: geomembranas de HDPE, PVC y Geomembranas Asfálticas tienen las ventajas de ofrece menores infiltraciones y pérdidas por mejorar la eficiencia de conducción y distribución hasta 80%.

3.3.2 CONDUCTOS CERRADOS

Las tuberías y accesorios plásticos recomendados para riego son PVC y Polietileno (PE). La ventaja de las tuberías con respecto a los canales es la menor pérdida de agua por infiltración y por evaporación, su ruta puede ser más corta.

Las ventajas de utilizar tuberías son varias, son atóxicas, resistentes a la corrosión, resistentes a la abrasión, resistentes a los agentes químicos. Además el transporte y acarreo en obra es liviana, son flexibles y tienen una vida útil de 50 años.

Las redes de tuberías instaladas son de fácil mantenimiento y reparación debido a la gran gama de accesorios existentes y a su simplicidad de manipulación, permitiendo realizar operaciones como cortar, taladrar, empalmar de una forma rápida y segura.

TUBERÍAS DE PVC

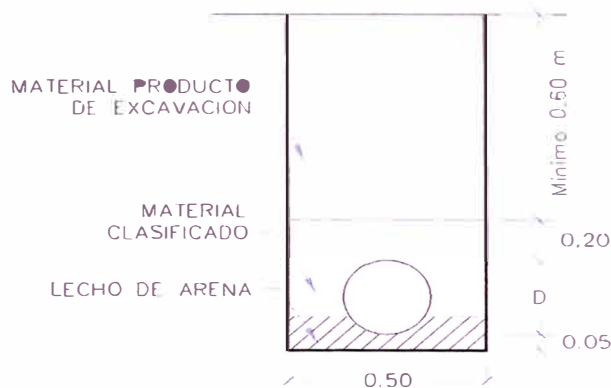
Las tuberías de policloruro de vinilo (PVC) se fabrican a base de resinas, lubricantes, estabilizantes y colorantes. Se obtiene de la polimerización del cloruro de vinilo $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$, con un peso específico de 1,4 kg/dm³ y un coeficiente de dilatación elevado 7×10^{-5} . Es habitualmente rígida, ya que no lleva aditivos plastificantes, no puede utilizarse a la intemperie porque la acción de los rayos solares descompone los polímeros del PVC.

La tubería de plástico tiene un elevado coeficiente de dilatación lineal. Durante el día se dilatan al exponerse al sol, y se contraen cuando se enfrían por la noche o cuando se entierran en una zanja. Esta contracción puede causar varios trastornos: movimientos en las tuberías, separación de juntas, etc. Para evitar estos inconvenientes deben colocarse en zanja.

Como las tuberías irán enterradas tendrán una profundidad y anchura que dependerá del diámetro de la misma y del procedimiento a seguir. Esta tubería se asentará sobre un lecho de arena o tierra cribada (no arcillosa) de 10 cm. de espesor. En redes que soportaran presiones altas se considera tuberías clase 15.

GRAFICO 3.1

ESQUEMA DE ZANJA PARA TUBERIA PVC



En el montaje de la tubería se tendrá las siguientes precauciones

- El lecho de la zanja debe tener una pendiente uniforme
- Los tubos se colocan con el extremo abocardado en sentido contrario al flujo del agua.
- Cuando el montaje se interrumpe se tapan los extremos de la tubería, para evitar la entrada de tierra o de animales.
- Al final de cada uno de los ramales de la red se disponen unas válvulas que permiten el vaciado, con el fin de facilitar la limpieza periódica.

La tubería es ligera, resistente, de fácil acoplamiento y bajo costo, por lo que se ha difundido ampliamente. Durante el proceso de instalación y almacenamiento de los tubos se deberán tomar instrucciones precisas de no dar golpes violentos, ni arrastrar, ni rodar por el suelo, evitar tener contacto con aristas vivas y no apilar con otros objetos pesados.

TUBERIAS DE POLIETILENO (PE)

El polietileno es un material flexible que tiene un elevado coeficiente de dilatación lineal (20×10^{-5}), pero esta razón no ofrece problemas en el tendido de esta tubería, a condición de que se dejen que absorber los alargamientos provocados por las dilataciones.

Para evitar la degradación producida por efecto de la luz solar se añade negro de humo en el proceso de fabricación, lo que permite utilizarlo en conducciones a la intemperie.

Se fabrican tres tipos de tubo de polietileno

De baja densidad : Con una densidad igual o inferior a 0,93 kg/dm³.

Se designa así LDPE, PE -32 y PEBD

De media densidad : Con una densidad comprendida entre 0,931 y 0,94 Kg/dm³ se designa así MDPE, PE-50B y PEMD

De alta densidad : Con densidad superior a 0,94 Kg/dm³. Se designa así HDPE, PE-50A y PEAD.

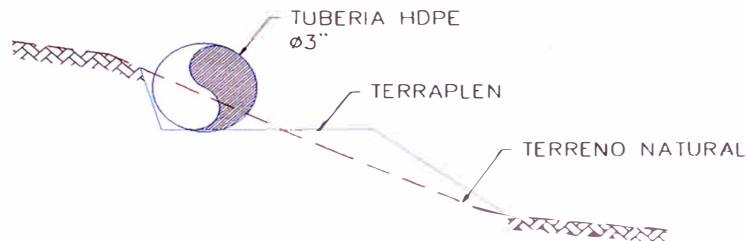
La tubería de polietileno es ligera, flexible, resistente y se puede instalar a la intemperie, en cuyo caso hay que prever la temperatura alcanzada por el agua. Su precio suele ser mayor que el de las tuberías de PVC del mismo diámetro y presión de funcionamiento, salvo en el caso de diámetros inferiores a 50mm.

Las tuberías HDPE son las que se utilizan en diferentes campos de la ingeniería en proyectos de riego para conducciones de agua, van

expuestas. En el mercado peruano vienen en diámetro de 2", 3", 4", 6", 8", 10" tuberías usuales en sistemas de conducción de agua.

GRAFICO 3.2

ESQUEMA DE TENDIDO DE TUBERIA HDPE



Las ventajas que tienen las tuberías HDPE son:

- Presentan alta resistencia química, no es afectado por algas o bacterias.
- Su tiempo de servicio es mas de 50 años
- Son más livianas que las tuberías de concreto, tienen un peso específico de 0,94 kg/dm³. Más livianas que las del PVC.
- Debido a que presentan paredes lisas y son impermeables, presentan mayor capacidad de flujo y menores pérdidas por infiltración. El coeficiente de fricción es 150 y el número de manning es 0,009 para flujos gravitacionales.
- Se unen por termofusión por soldadura a tope, por electrofusión. Se pueden unir por medios mecánicos, también. No se unen con sopletes ni adhesivos.
- La tubería no es frágil, lo que puede curvarse o absorber cargas de impacto en un amplio rango de temperaturas. Esta resistencia y flexibilidad permite absorber sobrepresiones, vibraciones y tensiones causadas por movimiento del terreno. Pueden colocarse en forma serpenteada, se pueden colocar en zanjas estrechas.
- Estabilidad a la intemperie, protegidas contra la degradación que causan los rayos ultravioleta.

En general, el sistema de distribución con conductos cerrados a presión no disminuye las pérdidas sustancialmente, y se considera la eficiencia de conducción y distribución de 90%.

3.4 ALTERNATIVA 3

Mejorar el sistema de aplicación es mejorar la aplicación del agua a nivel parcelario, elegir el tipo de riego depende del cultivo, textura del suelo, limitaciones topográficas y las limitaciones económicas de la zona. Asimismo, en los proyectos de irrigación los almacenamientos se construyen para garantizar el agua necesaria en la campaña anual del proyecto. En almacenamientos pequeños pueden intercalarse con los sistemas de distribución y se llaman estanques, otros también sirven para dar carga a los sistemas de tuberías de un riego tecnificado.

Para este proyecto el cual plantea la presente tesis, los reservorios cumplirán la doble función de producir una presión constante para el sistema de riego, y acumular volúmenes de agua para el tiempo que se va a regar. La vista en planta de reservorio podrá ser cuadrada o rectangular, según la disponibilidad de terreno para reservorios excavados en el suelo. De preferencia su ubicación debe estar cercana a la cabecera del terreno.

El almacenamiento de agua, por métodos clásicos resulta muchas veces costoso; en la actualidad, existe una modalidad que es económica y efectiva: la construcción de tanques revestidos con geosintéticos. En cuanto al movimiento de tierra, debe haber un equilibrio entre el volumen de corte y el volumen de relleno. Como regla general, el volumen de corte debe ser un 30% mayor que el volumen de relleno, debido a que la densidad del suelo en estado natural es menor que la densidad del material compactado.

Estos tanques presentan las siguientes ventajas:

- Permiten que el predio siempre cuente con agua, por cuanto su diseño ha sido tomando en cuenta los períodos de mayor demanda y la frecuencia considerada en periodos críticos.

- La dimensión y capacidad varían según las consideraciones del suelo y cultivo a desarrollar, para el diseño se debe tener en cuenta la textura, profundidad de riego, porcentaje de agotamiento y requerimiento de agua.
- Ayudan a evitar la erosión, ya que favorece el riego tecnificado y localizado, sistema que beneficia el tipo de suelos de la mayoría de las parcelas donde se ha establecido algún tipo de estanque de acumulación
- Anulan la existencia de malezas, algas, limo y otras impurezas

En cuanto a su construcción ésta consta de tres fases específicas que son:

- Trabajos de Excavación
- Trabajos de Compactación
- Trabajos de Impermeabilización

Para el diseño de un estanque acumulador se debe sumar el espacio dentro del mismo que no se puede aprovechar, es decir, el borde libre que corresponde al volumen de aire que se encuentra entre el nivel máximo de aguas y el borde del estanque, su objetivo es proteger la estructura de la acción de olas que se forman producto del viento. También se debe sumar el volumen muerto que corresponde al agua almacenada que se encuentra bajo la cota del tubo de salida, tiene por objetivo permitir la acumulación de sedimento sin obstruir el tubo de salida, lo cual queda representado por la siguiente relación:

$$V_a = v_{ad} + B_L + V_m \quad (3.1)$$

Donde:

- V_a Volumen acumulado (m³).
- v_{ad} Volumen de agua disponible (m³).
- B_L Volumen borde libre (m³).
- V_m Volumen muerto (m³).

Los métodos de riego recomendados de acuerdo a las características de la zona y cultivos es el riego por superficie, riego por aspersión, riego localizado de alta frecuencia.

3.4.1 RIEGO POR SUPERFICIE - CAUDAL DISCONTINUO O PULSOS

El riego por superficie es un sistema de riego en donde el agua fluye por gravedad utilizándose la superficie del suelo agrícola como parte del sistema de distribución del agua.

El método tiene dos partes el **Avance** y luego el **Remojo**. En el avance el objetivo es mojar rápido el surco. Esto se logra con pulsos de agua en el surco, que en forma gradual mojan hasta el final. Para lograr este pulso, el equipo cuenta con dos alas de tubería con compuertas dispuestas en la cabecera del lote. Entre ellas se ubica la válvula con su controlador. Cada ala formada por tubos de PVC o Mangas de Polietileno, con compuertas frente a cada surco, puede tener longitudes variables, desde unos pocos metros, hasta 500 m o más, dependiendo de las condiciones de diseño.

Se inicia el AVANCE con el primer ciclo mojando surcos (supongamos del lado derecho) y el agua avanza una cuarta parte de la longitud del surco. Luego el controlador permuta a la otra ala (izquierda) y moja exactamente en la misma proporción. El segundo ciclo, comienza cuando el agua atraviesa el sector del surco ya mojado, avanzando rápidamente a través de este hasta la parte seca. Entonces moja la segunda cuarta parte del surco. Otra vez permuta hacia la otra ala y hace lo mismo. Estos ciclos son repetidos pero con tiempos que incrementales, entre 2 y 7 veces dependiendo el largo de surco, pendiente, textura, y condiciones particulares del lote. Logrando alcanzar el final del surco casi en la mitad de tiempo que el requerido en un riego tradicional.

Las ventajas que presenta este tipo de riego son:

- Baja presión de trabajo: Permite trabajar en rangos realmente muy bajos, desde 0,5 m.c.a. hasta valores cercanos al 4 m.c.a.
- Uniformidad de infiltración y bajo costo de inversión inicial, el equipo por su sencillez no requiere altos caudales. Básicamente compuesto por una válvula y su controlador, y kit de fertirriego, las alas de tubería con compuertas y la conducción desde la fuente de abastecimiento hasta el cabezal.
- Surcos más largos: Dependiendo de las condiciones de terreno, los surcos podrán ser mucho mayores a los habituales en riego tradicional. Se trabaja con valores de 600 a 800 metros como normal, pero existen en Argentina experiencias de surcos de más de 1000 metros.
- Bajo costo de mantenimiento y fertirriego: Dado que no tiene partes complejas ni sometidas a presión, estos costos son prácticamente nulos, la posibilidad de fertirregar, sin consumo adicional de energía y mano de obra, e incluso poder realizar esta operación sin entrar al lote en cuestión, nos brinda una excelente herramienta de aplicación en forma gradual y cuando realmente lo requiere el cultivo. El adecuado manejo de esto, permite aumentar la producción disminuyendo la cantidad de fertilizante aplicado.
- Baja incidencia en la mano de obra implicada: Por ser sistemas sencillos y automáticos, se estima 120 hectáreas / persona.

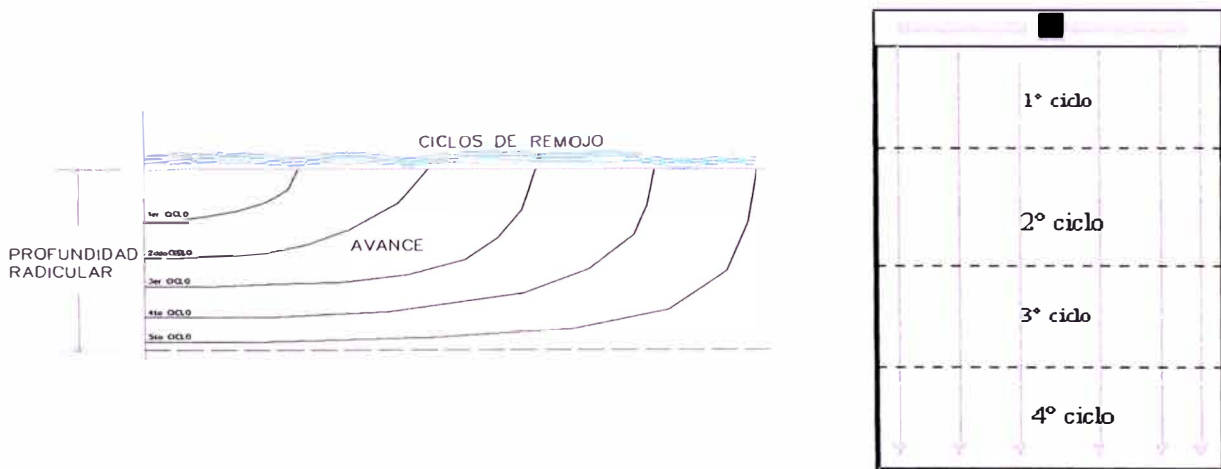
Las desventajas se presentan en los siguientes aspectos:

- Este es un riego de superficie aplicable en terrenos planos o con una pendiente definida. Aquellas zonas quebradas u onduladas donde existen pendientes encontradas no resultan factibles de ser regadas por este método.
- El rango de pendientes en que se pueden utilizar estos equipos son del 0,1 al 2,0%.

- Aplicable en suelos que van desde franco arenosos hasta arcillosos, pero serán muy difíciles de regar en suelos extremadamente arenosos.
- Mayores costos de instalación inicial para áreas menores a 3 ha.
- En parcelas cuya orientación de hileras de los surcos no se encuentran definidas y alineadas para determinar la salida de la compuerta.

La eficiencia de aplicación es del 80%², sin embargo sólo se puede lograr en condiciones favorables como son terrenos nivelados con mínimas pendientes, surcos alineados y con suelo de textura media. En las condiciones de Huayopampa se considera posible alcanzar una eficiencia de 60%.

GRAFICO 3.3
DIAGRAMA DE INFILTRACION DE RIEGO POR PULSO



La Válvula es el elemento central del sistema, fabricada en fundición de aluminio, del tipo mariposa, tiene un ingreso y dos salidas. La alternancia se logra desviando hacia uno y otro lado. Esta operación está comandada por el controlador fijado en la parte superior que permite la automatización del riego. El controlador es un dispositivo electrónico incorporado con un panel solar que asegura la recarga de las baterías internas. Las medidas de las tuberías son comercializadas son 6", 8", 10" y 12", permitiendo trabajar con caudales entre 10lt/s y 60 lt/s.

² Fichas técnicas de P&R Argentina

FOTO N° 14

**SALIDA DE PULSO DE AGUA
POR COMPUERTA**

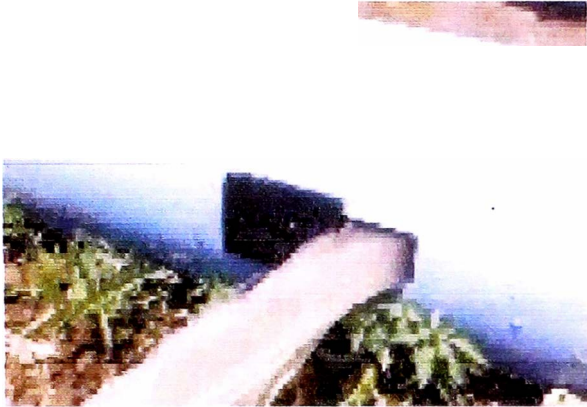


FOTO N° 15

VALVULA DE CONTROL DE RIEGO



3.4.2 RIEGO POR ASPERSION

El riego por aspersión es una técnica de riego en donde el agua se aplica en forma de lluvia por medio de unos aparatos de aspersión alimentados por agua a presión, que aseguran el reparto uniforme sobre la superficie que se pretende regar con lluvia fina con caudales comprendidos entre 16 y 200 litros/hora por punto de emisión.

Un equipo de instalación consta, esencialmente, de los siguientes elementos:

- Un equipo de elevación encargado de proporcionar el agua a presión. Este equipo puede variar desde un simple grupo motobomba o un reservorio.
- Una red de tuberías principales que llevan el agua hasta los hidrantes, que son las tomas de agua en la parcela, puede ser un llave de paso, bornas de riego, limitadores de caudales, reguladores de presión
- Red de tuberías de distribución para conducir el agua por la parcela.
- Dispositivos de aspersión, que son los elementos encargados de repartir el agua en forma de lluvia.

Ventajas del sistema de riego por aspersión:

- Se necesita menos mano de obra calificada
- No es necesaria la preparación previa del terreno
- Se puede utilizar en una gran variedad de suelos, incluso en aquellos muy permeables.
- Incrementa la posibilidad de mecanizar los cultivos

Desventajas del sistema de riego por aspersión:

- Elevado costo de instalación.
- El viento fuerte dificulta el reparto uniforme del agua.
- No se utiliza aguas salinas sobre el follaje de las plantas sensibles a la sal, debido al riesgo de quemaduras en las hojas.
- No se recomienda a árboles, debido a la pérdida de agua que ocasiona al no regar en las raíces, perdiéndose entre el espacio de cada árbol.

La eficiencia de aplicación obtenida para el diseño y operación con el sistema de riego por aspersión es del rango de 70 - 80%³, dependen principalmente del tipo de cultivo, textura del suelo, velocidad del viento. Para las condiciones de Huayopampa se considera el valor de 70%.

3.4.3 RIEGO LOCALIZADO DE ALTA FRECUENCIA

El riego localizado de alta frecuencia (RLAF), se define como la aplicación de agua en una fracción del suelo, próxima a la planta, con la cual se mantiene un contenido de humedad relativamente constante, y aplicación hídrica continua en pequeñas dosis.

Los RALF se clasifican de la siguiente manera:

- Bajo caudal (menores 16 lt/h)
- Alto caudal (16-150 lt/h)

³ Christiansen, Irrigation of agricultural Lands

Los de alto caudal pulverizan el agua, que se distribuye superficialmente a través del aire. Suelen trabajar a presiones superiores a 10 m.c.a. y se clasifican en microaspersión y difusión.

Los de bajo caudal, cuya terminología engloba a las numerosas variantes que existen bajo la denominación general de “riego por goteo”, incluyendo los llamados riegos por exudación, mangueras, microtubos, etc.

Ventajas del sistema de riego por RLAF:

- Adaptabilidad a la automatización
- Facilita la aplicación de fertilizantes y pesticidas
- Menores costos de energía
- Se adapta a terrenos ondulados y terrenos con fuertes pendientes
- Utiliza bajas presiones y buena eficiencia en la aplicación del agua y facilidad en aplicar fertilizantes solubles.
- Es aplicable en parcelas pequeñas y medianas.
- No necesita energía aplicada con bombas.

Desventajas del sistema de riego por RLAF:

- Los emisores en régimen laminar son mas sensibles a los cambios de presión y por tanto riegan con una menor uniformidad.
- El régimen laminar, hace que las velocidades del agua sean menores que en régimen turbulento, lo cual los hace que tengan mayor riesgo de sedimentación.
- Propenso al ataque de los animales y/o vandalismo.

El microtubo, es el tipo de gotero mas antiguo, consiste en un tubo generalmente de polietileno, de pequeño diámetro, entre 0,6 - 2 mm y de longitud variable, se caracteriza por poseer un régimen hidráulico laminar, flujo lento y viscosidad relativamente grande, por lo cual la corriente no es perturbada por las protuberancias del contorno.

Los emisores surgieron como un intento de encontrar un emisor de bajo costo que trabaje a bajas presiones, que además muestre una buena uniformidad en el riego y ofrezca un riego simultáneo.

El microtubo distribuidor es un tubo de polietileno, de 50 centímetros de longitud y 16 milímetros de diámetro externo. El cual tiene provisto de 4 puntos de emisión (microtubos de 60 cm), que lo hace muy adecuado para el riego de cultivos de frutales.

Los componentes del denominado Microtubo Distribuidor son:

- Cámara de Distribución: Consiste en una manguera de polietileno de 50 cm de longitud y 16 milímetros de diámetro externo.
- Microtubo conector: Comunica el lateral con la cámara de distribución posee un diámetro de 1,5 milímetros y puede ser de longitud variable (30, 60, 90, 120), Muchas veces forma una corona alrededor del árbol.
- Microtubos Secundarios: Consiste en microtubos de 1,5 milímetros de diámetro y longitud constante de 60 centímetros, estos van insertados a los extremos de la cámara de distribución permitiendo un riego simultaneo.
- El microtubo distribuidor tiene un espesor de 0,75 mm con capacidad de soportar una presión de 10 atm.
- El rollo de 185 ml tiene un peso de 1kg.
- Las medidas antes mencionadas pueden variar de acuerdo al diseño agronómico

Componentes del Sistema de Riego:

1. **Cabezal:** Constituido por accesorios de control y filtrado. Los cabezales constan básicamente de:
 - Válvula compuerta
 - Válvula de aire
 - Filtro de anillos
 - Arco de riego con válvula de bola.

2. **Portalateral:** Tubería de PVC o Polietileno que permite conducir el agua hacia cada uno de los laterales donde se instalarán las cintas o emisores de goteo.
3. **Emisores:** Constituidos por las Cintas de Goteo, que permiten emitir caudales de aproximadamente 1 a 2 litros por hora por cada gotero. Las cintas trabajan con presiones nominales de hasta 10 metros de columna de agua.

Las recomendaciones para la instalación de este sistema son:

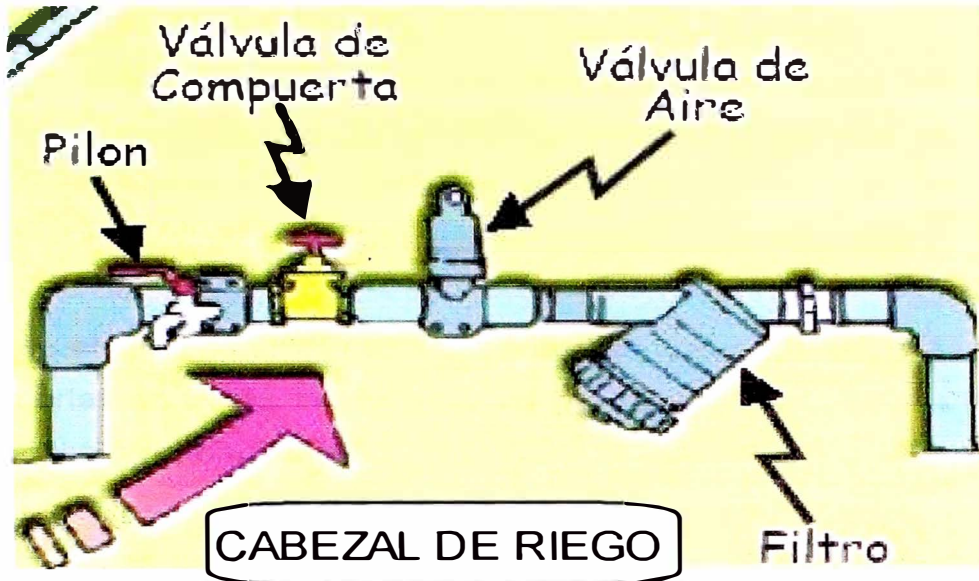
- Para evitar pérdidas de agua por infiltración profunda, se instala un mayor número de emisores aumentando así la eficiencia de aplicación del agua.
- En estos sistemas de riego se recomienda presiones mayores a 1,5 m.c.a. ya que menores hacen más notoria las diferencias de presión entre los distintos emisores⁴.
- Para cultivos permanentes se tiene que vigilar el anclaje de tuberías al terreno y por tanto disponer los emisores de forma que la raíz se desarrolle equilibradamente.

La eficiencia de aplicación de RLAF para climas áridos, suelos de textura media con profundidad de raíz en el rango de 0,75 – 1,50 m es del 95%⁵, para las condiciones de Huayopampa se adopta el 90%.

⁴ Alminagorta; Uniformización del caudal de agua, para un sistema de riego "Tipo INIA" utilizando microtubos

⁵ Pizarro, Riegos localizados de Alta Frecuencia (RLAF)

GRAFICO 3.4
COMPONENTES DE CABEZAL DE RIEGO



3.5 EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS Y SELECCION DE LA ÓPTIMA

3.5.1 CRITERIO TECNICO

Alternativa 1 Es una solución a corto plazo, no requiere ningún proyecto de mejoramiento en la infraestructura de riego, la posibilidad de lograr un acuerdo con los usuarios de uniformizar el calendario de cultivo viene siendo discutido positivamente por los usuarios. Con esta técnica la eficiencia de conducción mejorará al evitar pérdidas en la distribución, logrando un rango 30 - 40%.

Alternativa 2 es el de construir canales de distribución, y analizar diferentes tipos de revestimiento o utilizar tuberías para conducir el agua.

Dentro del grupo de impermeabilizar los canales es factible revestir con concreto que con materiales no convencionales, esto se explica a continuación

- Los canales con revestimiento de concreto resiste más a los ataques de vandalismo y el constante tránsito por parte de los usuarios cerca de los canales.
- Para secciones de canal mostrada en la figura 3.5, el canal con revestimiento de membrana asfáltica pasa con un F.S. de 4 lo cual es muy bajo, debe fluctuar por el orden de 10 a 100, por lo tanto necesita ser anclada, no resiste su peso propio.

Para el caso de utilizar tuberías tenemos a las tuberías PVC y HDPE. Las tuberías de HDPE tienen gran ventaja frente a las tuberías PVC, esto se explica a continuación:

- Las tuberías HDPE se instalan sobre el terreno, porque dentro de sus propiedades vienen incorporadas negro humo para resistir a los rayos ultravioleta. Las tuberías de PVC tienen que ser enterradas provocando trabajos de excavación, compactación y relleno.
- Las tuberías HDPE son más flexibles que las de PVC, pudiendo acomodarse a la topografía del terreno y del recorrido del eje de conducción.
- Las tuberías HDPE pueden ser fabricadas de acuerdo a la necesidad del proyecto y las comodidades de transporte, son livianas. Las tuberías de PVC son livianas en presentaciones de 6 metros. Ambas son fáciles de manipular y transportar.

Del análisis anterior, elegir los conductos cerrados tiene mas ventaja sobre los canales, por que se adecúa al terreno ondulado del área de riego de Huayopampa, logrando alcanzar eficiencia de conducción y distribución del 90%.

Alternativa 3 consiste en implementar reservorios en lugares estratégicos, para controlar el agua de riego para cada sector e implementar riego tecnificado.

Mejorar el sistema de aplicación a nivel parcelario, logra implementar riego tecnificado con eficiencias para el riego a pulsos es del 60%, riego con aspersores es de 70%, y RLA con microtubos de polietileno es del 90% de eficiencia de aplicación.

Se descarta aplicar riego con aspersores, por ser el de mayor costo de instalación, no es factible para árboles frutales y no se lograría un eficiencia global del 80% debido a perdidas por filtración donde el agua no es requerida (fuera del área de raíces) y por velocidad de viento.

La ventaja de usar el riego con microtubos de polietileno frente al riego discontinuo o pulsos, se explica a continuación:

- Riego con microtubos puede ser instalado en cualquier tipo de topografía tanto plana como accidentada. El riego a pulsos se limita a ciertos rangos de pendiente topográfica, menores al 2%.
- El riego por microtubos tiene la ventaja de que los costos iniciales de instalación son mas económicos que el de Riego a Pulsos, porque requiere costos de instalación y capacitación para el manejo de la válvula de control.
- El riego por microtubos es un sistema que facilita instalación a pequeñas áreas de parcelas. Para el riego a pulsos se recomienda aplicar una válvula para un grupo de parcelas que logren áreas superiores a 3 Ha, para justificar el costo de suministro e instalación
- Existen diferentes proveedores en el mercado peruano e incluso que fabrican las tuberías de microtubos capilares. Para el riego a pulsos existen pocas empresas que instalan el sistema.
- Ambas tienen bajos costos mantenimiento.
- Ambas trabajan a presiones bajas, y tienen que ser alimentadas de un reservorio de cabecera, el cual provee presiones al sistema.
- Ambas permite la fertirrigación.

Del análisis anterior, elegir el RLA con microtuberías de polietileno es mas factibles, debido a que logra alcanzar eficiencia de aplicación de

90% y además INIEA viene ejecutando obras de riego con microtuberías a cultivo frutales en el valle alto de Chancay-Huaral a parcelas familiares de otras comunidades.

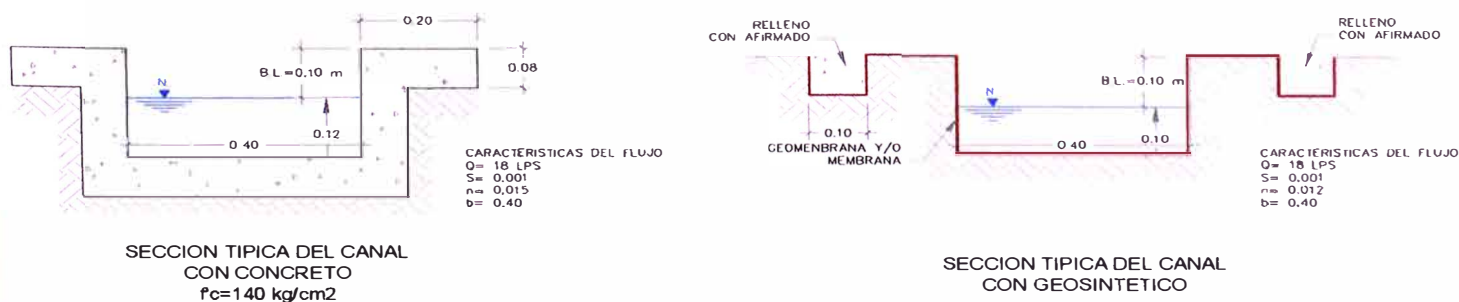
3.5.2 CRITERIO SOCIO-ECONOMICO AMBIENTAL

Alternativa 2, la comparación de suministro e instalación para revestimiento de canales se muestra en el cuadro 3.3, el cálculo se hizo considerando costo de mano de obra en la zona para el caso de trabajos de concreto. Para el revestimiento de geomembranas y/o membranas incluye el trabajo de empalme con termofusión y/o soplete.

El cuadro muestra que el concreto sigue siendo el material más costoso a diferencia de la geomembrana. En el revestimiento con geomembranas generalmente tiene un anclaje a ambos lados del canal. Los precios se compararon para canales cuya sección se muestra en el gráfico 3.5. La sección geométrica mostrada es el resultado de un módulo de riego 0,60 lt/s/ha para un sector de 30 ha, dando como caudal de diseño aproximadamente 18 lt/s, considerando 0,40m de base.

GRAFICO 3.5

SECCION GEOMETRICA DE CANAL SECUNDARIO



Se considera el rendimiento de instalación de la geomembrana y/o membrana es de 1000 m²/día, con una cuadrilla de 8 trabajadores y dos

técnicos especializados, en el precio se esta incluyendo el trabajo de sopletear los traslapes y flete⁶.

En muchos casos, para mejorar la resistencia a la fricción entre la geomembrana y el suelo, se coloca un geotextil entre el terreno de fundación y la geomembrana, de esta manera se logra un aumento un incremento en el Factor de Seguridad.

CUADRO 3.3
PRESUPUESTO UNITARIO DE SUMINISTRO E INSTALACION
PARA REVESTIMIENTO DE CANALES POR METRO LINEAL

CANAL DE CONCRETO SIMPLE

ITEM	PARTIDAS	UND	CANT.	P.U.	S-TOTAL	TOTAL (S/.)
1.00	CANAL DE CONCRETO					80,76
1,01	CONCRETO $f_c=140$ kg/cm ²	M3	0,19	198,34	37,29	
1,02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	M2	0,88	27,78	24,44	
1,03	ACERO ESTRUCTURAL	KG	5,50	3,46	19,03	

Incluye flete

CANAL CON GEOMEMBRANA

ITEM	PARTIDAS	UND	CANT.	P.U.	S-TOTAL	TOTAL (S/.)
2.00	GEOMEMBRANA PVC					15,75
2.01	EXCAVACION MANUAL PARA ANCLAJE	M3	0,01	2,58	0,01	
2.02	RELLENO PARA ANCLAJE	M3	0,01	30,00	0,15	
2.03	APLICACION MEMBRANA PVC 0,3mm	M2	1,18	13,21	15,59	

CANAL CON GEOMEMBRANA

ITEM	PARTIDAS	UND	CANT.	P.U.	S-TOTAL	TOTAL (S/.)
3.00	GEOMEMBRANA HDPE					17,03
3.01	EXCAVACION MANUAL PARA ANCLAJE	M3	0,01	2,58	0,01	
3.02	RELLENO PARA ANCLAJE	M3	0,01	30,00	0,15	
3.03	APLICACION MEMBRANA HDPE 1mm	M3	1,18	14,29	16,87	

CANAL CON MEMBRANA ASFALTICA

ITEM	PARTIDAS	UND	CANT.	P.U.	S-TOTAL	TOTAL (S/.)
4.00	MEMBRANA ASFALTICA					26,33
4.01	EXCAVACION MANUAL PARA ANCLAJE	M3	0,01	2,58	0,01	
4.02	RELLENO PARA ANCLAJE	M3	0,01	30,00	0,15	
4.03	APLICACION MEMBRANA ASFALTICA 3mm	M2	1,18	22,17	26,16	

En el aspecto ambiental el uso de geomembranas no presenta ningún impacto negativo. El ataque al vandalismo puede ser inminente en caso de que la Comunidad no se organice para protegerlo.

⁶ UNI, Diseño y Aplicación de los Geosintéticos a las Obras de Ingeniería

En el caso de usar tuberías para conducir el agua a parcelas, se ha considerado para terrenos normales, conduciendo un caudal de 18 LPS, con un diámetro de Ø3".

CUADRO 3.4**PRECIOS DE MATERIAL DE TUBERIA**

DIAMETRO NOMINAL	PVC (S/. / ML)	HDPE (S/. / ML)
Ø 2" (63,0 mm)	0,65	6,6
Ø 3" (90,0 mm)	1,20	13,15
Ø 4" (110,0 mm)	1,93	17,87
Ø 6" (160,0 mm)	4,09	36,96
Ø 8" (225,0 mm)	6,34	73,92
Ø 10" (250,0 mm)	9,91	110,88

Fuente: Amanco y Válvulas Sanitarias

La comparación de precios de tuberías por metro lineal de PVC y HDPE se muestra en el cuadro 3.4, este cuadro demuestra que el suministro de tuberías HDPE es mayor al suministro de tubería PVC.

En la **alternativa 3**, se presenta el cuadro 3.5 donde se compara los precios por m² de revestimiento de concreto armado y revestimiento con geosintético, la comparación se realiza a iguales volúmenes útiles.

CUADRO 3.5**DIMENSIONES Y ESTIMACION DE COSTOS PARA
RESERVORIOS REVESTIDOS CON CONCRETO E =30 cm.**

Item	Ancho inferior	Prof. total	Ancho superior	Volumen Almacenado (m3)	Superficie revestimiento (m2)	Costo revest. (soles/m2)	Costo revestimiento (soles)	Volumen de Excavación	Costo (soles x m3 vol. util)
1	4	1,50	10	52,00	93,91	91,09	8554,70	78,00	164,51
2	6	1,50	12	84,00	120,75		10998,91	126,00	130,94
3	8	1,50	14	124,00	147,58		13443,11	186,00	108,41
4	10	1,50	16	172,00	174,41		15887,31	258,00	92,37
5	12	1,50	18	228,00	201,25		18331,51	342,00	80,40
6	14	1,50	20	292,00	228,08		20775,71	438,00	71,15
7	16	1,50	22	364,00	254,91		23219,91	546,00	63,79
8	18	1,50	24	444,00	281,74		25664,11	666,00	57,80
9	20	1,50	26	532,00	308,58		28108,31	798,00	52,84
10	24	1,50	30	732,00	362,24		32996,72	1098,00	45,08
11	34	1,50	40	1372,00	496,41		45217,72	2058,00	32,96
12	44	1,50	50	2212,00	630,57		57438,73	3318,00	25,97

CUADRO 3.6

**DIMENSIONES Y ESTIMACIONES DE COSTOS PARA
RESERVORIOS REVESTIDOS CON MEMBRANA ASFALTICA E = 3 mm**

Item	Ancho inferior	Prof. total	Ancho superior	Volumen Almacenado (m3)	Superficie revestimiento * (m2)	Costo revest. (soles/m2)	Costo revestimiento (soles)	Volumen de Excavación	Costo (soles x m3 vol. util)
1	4	1,50	10	52,00	207,91	18,15	3773,65	78,00	72,57
2	6	1,50	12	84,00	274,35		4979,41	126,00	59,28
3	8	1,50	14	124,00	348,78		6330,37	186,00	51,05
4	10	1,50	16	172,00	431,21		7826,52	258,00	45,50
5	12	1,50	18	228,00	521,65		9467,88	342,00	41,53
6	14	1,50	20	292,00	620,08		11254,43	438,00	38,54
7	16	1,50	22	364,00	726,51		13186,19	546,00	36,23
8	18	1,50	24	444,00	840,94		15263,14	666,00	34,38
9	20	1,50	26	532,00	963,38		17485,30	798,00	32,87
10	24	1,50	30	732,00	1232,24		22365,21	1098,00	30,55
11	34	1,50	40	1372,00	2044,41		37105,99	2058,00	27,05
12	44	1,50	50	2212,00	3056,57		55476,77	3318,00	25,08

* Incluye revestimiento en anclaje

El anclaje para revestimiento con membrana asfáltica es de dimensiones de 30 cm. en base y altura y en todo el perímetro del reservorio. Para comparar precios de ambos materiales se considera el costo en soles por m3 de volumen almacenado de 172m3 (ítem 4), el costo para revestimiento con concreto es de 93 soles, y para membrana asfáltica es de 45,5 soles.

Para volúmenes de considerables en el orden de 2000 m3 no se muestra diferencia en costos en revestir con concreto y con membrana asfáltica.

Por otra parte, los costos de Sistemas de Riego con microtubos esta en el orden de S/. 3800 por ha, eso incluye tuberías de polietileno de baja densidad para 625 árboles frutales distanciados 4x4 metros.

CUADRO 3.7

**COSTO ESTIMADO EN SOLES POR HECTAREA
DE RIEGO CON MICROTUBOS (EMISOR)**

DESCRIPCIÓN	COSTO Soles X Ha
Sistema de riego con microtubos (emisor)	3 800
Sistema de riego discontinuo o pulsos	4 500

Fuente: Orbes Agrícola, Pavco

En el aspecto ambiental, la implementación de un sistema de riego de alta frecuencia permite optimizar el uso de los abonos disueltos, en vez de hacerlo con maletines de riego que afecta el ambiente y la salud del agricultor que lo practica.

3.6 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA FINAL

La selección de la alternativa en conjunto, plantea la acción para el mejoramiento de la problemática existente del sistema de riego en Huayopampa, se encuentran en la elección de cada una de las alternativas analizadas, que consisten en lo siguiente:

- Establecer turnos de riego comunes de usuarios de riego ubicados en parcelas vecinas, a fin de uniformizar el calendario de cultivo de cosecha y siembra.
- Implementar la red de distribución mediante tuberías PVC para lograr una eficiencia mayor.
- Establecer turnos de riego en toda el área de estudio, a fin de implementar la tecnología de riego de alta frecuencia (micro tuberías de polietileno) a nivel parcelario, con lo cual se logrará una eficiencia total del 80%. Con su respectivo sistema de distribución por tuberías y la implementación de reservorios en la cabecera de cada sector revestidos con Membrana Asfáltica.
- Fortalecer la institución directa con los usuarios de riego a través del Comité de Regante, de forma que se organicen y se comprometan a brindar el mantenimiento adecuado que requiere el nuevo sistema, no sin antes de realizar una debida capacitación previa.
- Promover a las demás comunidades de la cuenca y que son usuarios de riego para que opten como modelo de mejoramiento del sistema planteado en este trabajo.

CAPITULO 4

DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

4.1 DESCRIPCION DEL ESQUEMA GENERAL DEL PROYECTO

Es fundamental la construcción de un sistema que permita controlar el uso adecuado del agua, visto el capítulo anterior, se escogió por el mejoramiento del riego con alta frecuencia, controlado a partir de un cabezal de riego.

Este mejoramiento en el sistema de riego se complementará con el sistema de distribución que consistirá en regar el área de riego llevando el agua desde un reservorio hasta cada cabezal de riego (hidrante), a través de una estructura arborescente de tuberías, es decir una red abierta. La presión en cada cabezal estará en función de la diferencia de cotas menos la pérdida de carga que se produce por el rozamiento del agua en la tubería. El conjunto de hidrantes al cual se les proporciona agua en un periodo determinado de acuerdo a la programación de riegos, este debe satisfacer la demanda de agua solicitada y las restricciones técnicas, presión mínima en cada cabezal y la velocidad en cada segmento de tubería. Para el proyecto se considerará una presión mínima de 5 m.c.a y presión máxima de 10 m.c.a. el rango de presiones puede variar en ± 2 m.c.a.

4.2 SELECCIÓN DE PARCELAS MAYORES Y SECTORES

La selección de los sectores se ha efectuado de acuerdo a la Topografía y al tipo de cultivo, en cada sector se tiene la tendencia mayoritaria de cultivar ciertos frutales y la accesibilidad con los canales existentes para alimentar los reservorios. De estos criterios se obtuvo 5 sectores, de los cuales tienen parcelas mayores. Se seleccionaron áreas que pueden ser abarcadas fácilmente desde un solo punto alto (cámara de carga o

reservorio) por que es importante tomar en cuenta la disponibilidad de terrenos apropiados para la construcción de reservorios. Estos tienen que estar en cotas altas para poder abarcar las parcelas con suficiente presión.

De acuerdo a la inspección realizada a Huayopampa, existe un área cercana al sector 1 de 50 Ha en la que no se puede regar, debido a la topografía bastante accidentada y lo pedregoso del terreno, por tanto no se considera como zona de riego. A continuación en el cuadro 4.1 se muestra el área de parcelas mayores con sus sectores correspondientes.

CUADRO 4.1
AREA DE PARCELAS MAYORES Y SECTORES

Sector	Parcela Mayor	Area (ha)	Area Parcial (ha)	Area Total (ha)
1	P1	3,85		
	P2	2,39		
	P5	4,05		
	P6	2,79		
	P8	2,16		
	P9	1,72		
	P11	3,94		
	P3	2,15		
	P7	2,28		
	P10	3,34		
	P12	4,49		
	P13	5,04		
	P4	3,68		
	Sub-Total		41,88	
2	P14	3,55		
	P16	4,95		
	P17	2,88		
	P18	1,22		
	P19	3,56		
	P15	2,01		
	P20	3,27		
	Sub-Total		21,44	
3	P21	4,62		
	P22	3,14		
	P23	5,06		
	P24	3,56		
	Sub-Total		16,38	

4	P28	9,02		
	P29	8,69		
	P30	2,25		
	P34	3,30		
	P32	5,51		
	P33	2,20		
	P25	4,51		
	P26	3,64		
	P27	1,54		
	P31	3,24		
	P35	6,60		
	P36	6,82		
		Sub-Total		50,5
5	P37	1,65		
	P38	2,31		
	P39	3,63		
	P40	4,95		
	P43	6,05		
	P44	11,00		
	P45	11,00		
	P51	10,40		
	P52	14,30		
	P59	9,90		
	P62	3,41		
	P63	3,52		
	P64	4,00		
	P67	2,64		
	P68	4,51		
	P41	4,85		
	P42	4,40		
	P46	3,85		
	P47	4,95		
	P50	4,40		
	P53	3,63		
	P54	4,95		
	P55	6,60		
P56	5,50			
P57	7,04			
P58	6,60			
P60	4,51			
P61	5,61			
P65	4,84			
P66	4,80			
	Sub-Total		169,8	
	Total			300

Elaboración : Propia

4.3 ANÁLISIS DE SUELO

Para analizar el suelo y determinar las principales características físicas, se muestreo de una parcela de 0,5 ha, realizándose 5 calicatas, extrayendo muestras en cada una y mezclándola obteniendo una muestra representativa, como se aprecia en la foto N° 12 (**ver anexo 1**).

Dicha muestra representativa se llevó al Laboratorio de Análisis de Agua y Tierra de la Universidad Nacional Agraria La Molina, el cual se solicitó analizar Caracterización completa de Rutina, Textura, y CIC, los mismos que se detallan en el **anexo 3-g**.

La interpretación del análisis demuestra que presenta textura Franco, presenta pH de 6,47 que significa ácido, presenta también bajo porcentaje de materia orgánica y potasio. Con respecto a la salinidad, es normal, no salino ni sódico, a juzgar por los análisis en pasta de saturación que dan valores bastante bajos de conductividad eléctrica (0.27 dS/m).

4.4 ANÁLISIS DE AGUA

Se tomó muestra del agua en la entrada del canal de Captación C-1, se muestreó en tres diferentes puntos y se mezcló, resultando una muestra representativa y almacenándola en un recipiente de 1 litro, tal como lo muestra la foto N° 13 (**ver anexo 1**).

Dicha muestra representativa se llevó al Laboratorio de Análisis de Agua y Tierra de la Universidad Nacional Agraria La Molina, el cual se solicitó analizar El ensayo Completo de Rutina de Aniones, Cationes, pH, CE, Boro y Sólidos en suspensión, los mismos que se detallan en el **anexo 3-h**.

De los resultados obtenidos, presenta un 310 mho/cm y Relación de absorción de Sodio de 0,56 con lo que el agua es clasificada a C2-S1, tal

como lo muestra el gráfico 4.1; el agua presenta peligro medio de salinidad y bajo peligro de sodio.

Esto significa que la planta tendrá que hacer mayor esfuerzo de succión para absorber el agua de las raíces, lo que finalmente se traduce en una disminución de la cantidad de agua disponible para la planta.

GRAFICO 4.1

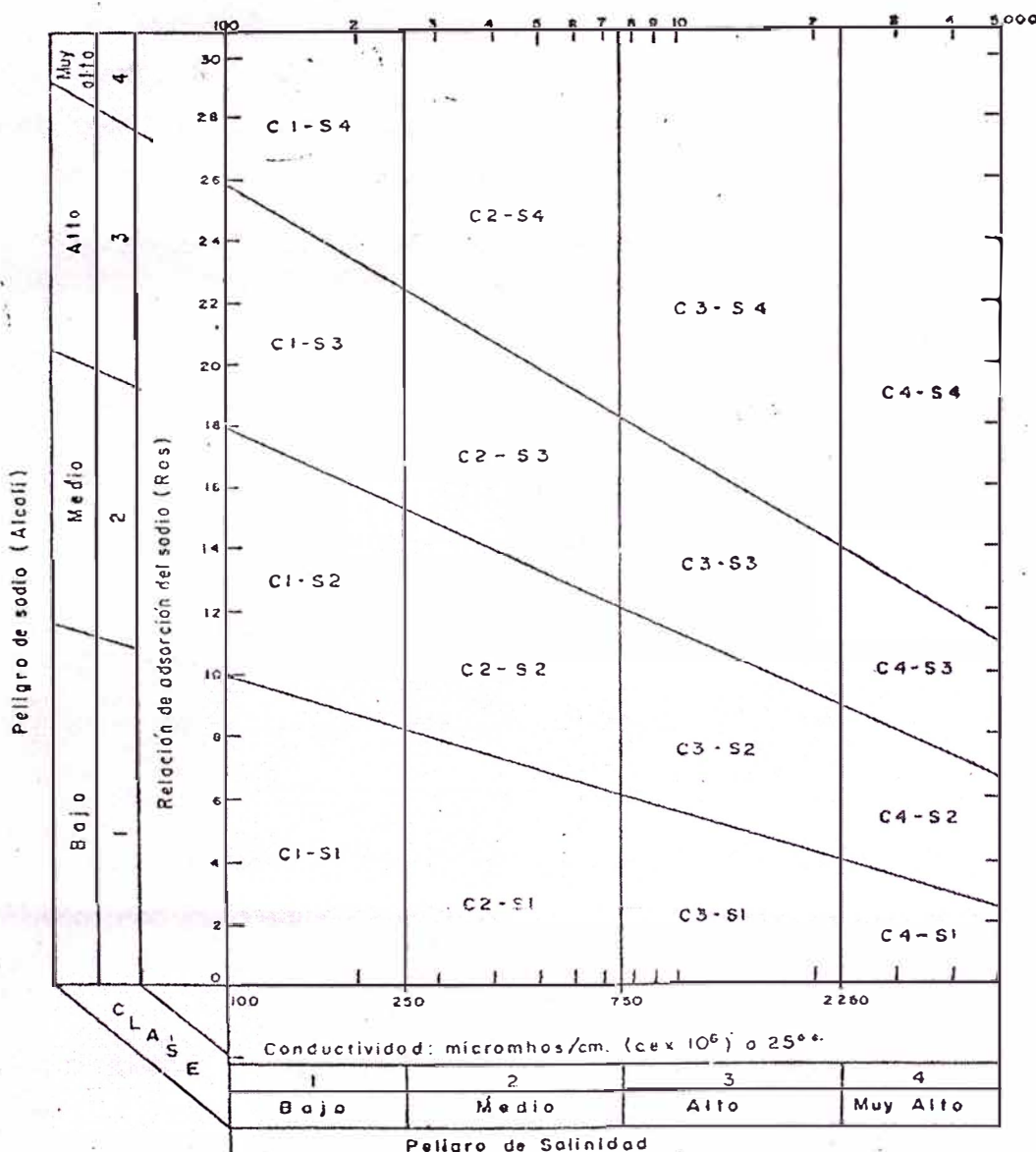


Diagrama para la clasificación de las aguas para riego. Laboratorio de salinidad de Riverside, California E.E. U.U. N.A.

La solución a los problemas de salinidad a largo plazo es la lixiviación, drenaje y cambio de cultivo tolerante a la salinidad.

El requerimiento de lixiviación es la fracción de agua de riego que debe atravesar la zona radicular para desplazar las sales acumuladas, esto resulta si la calidad de agua es buena. El drenaje se practica cuando existe problemas de ascensión del nivel freático; y el cambio de cultivo es justifica cuando los dos anteriores no son suficientes.

Para soluciones a corto plazo se practica la programación de riego para evitar la formación de costra superficial y una fertilización adecuada.

Por otra parte, sin problemas de riesgo de obstrucción física, los resultados presentan 0,42 mg/l de sólidos en suspensión menor que 50mg/l, tal como lo indica en el cuadro 4.2; por lo que se considera adecuado para aplicar un sistema de riego tecnificado de alta frecuencia.

CUADRO 4.2

Tabla 6: *Riesgo de obstrucción en riego localizado (FAO)*

Obstrucción	Unidades	Sin problema	Problema creciente	Problema grave
Física				
Sólidos en suspensión	mg/l	< 50	50 - 100	> 100
Química				
pH		< 7,0	7,0 - 8,0	> 8,0
Sólidos solubles	mg/l	< 500	500 - 2.000	> 2.000
Manganeso	mg/l	< 0,1	0,1 - 1,5	> 1,5
Hierro	mg/l	< 0,1	0,1 - 1,5	> 1,5
Acido sulfhídrico	mg/l	< 0,5	0,5 - 2,0	> 2,0
Biológica				
Poblaciones bacterianas	Máx núm./ml	< 10.000	10.000 - 50.000	> 50.000

Fuente: Fuentes Yagüe

Sin embargo, en épocas de crecidas se debe tener cuidado cuando el río trae consigo materiales en sólidos producto de deslizamientos superficiales aguas arriba, en ese caso deberán de cerrarse las compuertas para evitar la contaminación del nuevo sistema.

Presenta un riesgo de obstrucción química creciente al tener $PH=7,97$; CE (milimhos)* $(0,64) = ppm=mg/l$, entonces $0,31 \times 1000 \times 0,64 = 198,4$ mg/l es menor que 500 mg/l no presenta riesgo de obstrucción química con sólidos solubles. Ver cuadro 4.2.

4.5 PROGRAMACION DE RIEGO

Programar los riegos tiene como objetivo mejorar el manejo del agua de tal manera que solo sea aplicable en el tiempo y en la cantidad necesaria. Esto puede dar como resultado una mejora inmediata en la cantidad de producto cosechado al aumentar las áreas de riego.

A continuación algunos parámetros necesarios para la determinación de la programación. La capacidad de campo (Cc) es el máximo contenido de agua que un suelo puede retener. La planta es capaz de extraer agua desde Cc hasta el punto de Marchitez Permanente (PMP), cantidad de agua que es conocida como humedad aprovechable (Ha).

CUADRO 4.3
PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO

Tabla 2: *Propiedades físicas del suelo*

Textura	Porosidad %	Densidad aparente	Capacidad de campo % en peso	Punto de marchitamiento % en peso	Humedad disponible		
					% en peso	% en volumen	cm/m
Arenoso	38 (32-42)	1,65 (1,55-1,80)	9 (6-12)	4 (2-6)	5 (4-6)	8 (6-10)	8 (7-10)
Franco- arenoso	43 (40-47)	1,50 (1,40-1,60)	14 (10-18)	6 (4-8)	8 (6-10)	12 (9-15)	12 (9-15)
Franco	47 (43-49)	1,40 (1,35-1,50)	22 (18-26)	10 (8-12)	12 (10-14)	17 (14-20)	17 (14-19)
Franco- arcilloso	49 (47-51)	1,35 (1,30-1,40)	27 (23-31)	13 (11-15)	14 (12-16)	19 (16-22)	19 (17-22)
Arcillo- arenoso	51 (49-53)	1,30 (1,25-1,35)	31 (27-35)	15 (13-17)	16 (14-18)	21 (18-23)	23 (18-23)
Arcilloso	53 (51-55)	1,25 (1,20-1,30)	35 (31-39)	17 (15-19)	18 (16-20)	23 (20-25)	23 (20-25)

Fuente: Fuentes Yagüe

Atendiendo a su textura, la zona de riego de Huayopampa presenta una textura franco, a una profundidad de terreno agrícola de 0,80m. Los valores necesarios para el cálculo de las necesidades de riego son los detallados abajo en concordancia con el cuadro 4.3

Densidad aparente: 1,40

Capacidad de Campo: 20%

Punto de marchitamiento: 10%

Para el caso en estudio la fracción de agotamiento será 0,40, correspondiente para frutales de hoja caduca. La programación de riegos consiste en establecer la frecuencia y tiempo de riego, permitiendo optimizar el uso del agua y maximizar la producción y calidad de los productos agrícolas

Se determinará la frecuencia de riego, calculando la lámina neta de riego, a la ecuación 4.1.

Lamina Neta de riego:

$$L_n = \frac{(C_c - P_m) \times D_a \times H \times f \times R}{100} \quad (4.1)$$

Donde:

L_n	Lamina neta de riego para cada árbol frutal, en (mm)
H	Profundidad de las raíces, en mm
D_a	Densidad aparente del suelo, (gr/cm ³)
C_c	Capacidad de Campo, en %
P_m	Punto de marchitez, en %
f	Fracción de agotamiento del agua disponible, expresada en tanto por uno.
R	Porcentaje en área de suelo humedecida, considerar 25%

Reemplazado los valores se tiene que la lámina neta es de 11,2 mm, considerando que la eficiencia de aplicación será de 90%, por lo tanto la lámina bruta es de 12,44mm.

La evapotranspiración, es de 4,8 mm/día, para el mes de enero, mes de mayor demanda para los cultivos, Ver capítulo 2.3.1. De acuerdo a las características de los equipos de riego de alta frecuencia, el cuadro 4.4 muestra características del equipo de riego.

CUADRO 4.4
CARACTERÍSTICAS DEL GOTERO RLAF

ng	1	numero de goteros por planta	emisores
Q	15	caudal del gotero	lt/h
np	625	numero de plantas por hectarea	arboles
Ea	90	eficiencia de aplicación	%

4.6 ALMACENAMIENTO

La finalidad de este almacenamiento es proporcionar carga y almacenar agua necesaria para el riego tecnificado que será controlado mediante la instalación de una programación de riegos. El sistema de almacenamiento para toda el área de riego consistirá en la instalación de reservorios en la cabecera de cada sector, excepto el sector 5 que trabajara con el reservorio existente.

El cálculo del volumen de reservorio descrito en el ítem anterior, considera la demanda máxima mensual de cada sector, tal como lo muestra el siguiente cuadro.

CUADRO 4.5
TIPO DE CULTIVO PARA CADA SECTOR Y
DEMANDA MAXIMA

SECTOR	AREA (ha)	CULTIVO	MES CRITICO DE DEMANDA
1	41,88	Melocotón	Diciembre
2	21,44	Melocotón	Diciembre
3	16,38	Manzana	Enero
4	50,50	Manzana	Enero
5	169,80	Melocotón	Diciembre
Total	300		

Existen 300 ha de la zona de riego en que se puede aplicar el mejoramiento de riego. La altura para el volumen muerto en todos los reservorios será de 30 cm, la altura del borde libre de 50cm. El talud será de 2:1. El anclaje será necesario en todo el perímetro para resistir los esfuerzos debido al peso que contiene. A continuación se muestran los resultados del volumen de reservorios para cada sector y los turnos de riego en los cuadros 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10

El tiempo de riego corresponde al número de horas que el agua debe ser aplicada al suelo para que penetre hasta la profundidad deseada, para eso es necesario conocer la cantidad de agua por hectárea por día necesaria de la planta y el caudal de agua del equipo de riego.

La frecuencia de riego es el número de días transcurridos entre dos riegos consecutivos y corresponde al periodo en que el cultivo agota la lámina neta. De acuerdo a su textura mientras mas arenosa sea mayor velocidad de infiltración y necesitará mas frecuencia de riego. Por otro lado, si es arcillosa tendrá menos velocidad de infiltración y necesitará menos frecuencia de riegos.

CUADRO 4.6

CALCULO DE VOLUMEN DE RESERVORIO Y PROGRAMACION DE RIEGO EN EL SECTOR 1

MES	DICIEMBRE		
SECTOR	1		
CULTIVO	Melocoton		
Etc (mm)	3,81	38100	lt/Ha/dia
Ln (mm)	12,44	124400	lt/Ha/riego
Numero de riegos	11		
Tiempo de riego	5	hr	
Descarga del equipo	2,60	lt/s/Ha	

SECTOR 1	Area (Ha)	Caudal (lt/s)	Volumen (m3)	Volumen Turno (m3)	Turno
P1	3,85	2,51	45,12		1
P2	2,39	1,56	28,01		1
P5	4,05	2,64	47,46		1
P6	2,79	1,82	32,70		1
P8	2,16	1,41	25,31		1
P9	1,72	1,12	20,16		1
P11	3,94	2,57	46,17	244,92	1
P3	2,15	1,40	25,20		2
P7	2,28	1,48	26,72		2
P10	3,34	2,17	39,14		2
P12	4,49	2,92	52,62		2
P13	5,04	3,28	59,06		2
P4	3,68	2,40	43,13	245,86	2
Total	41,88				

CUADRO 4.7

CALCULO DE VOLUMEN DE RESERVORIO Y PROGRAMACION DE RIEGO EN EL SECTOR 2

MES	DICIEMBRE		
SECTOR	2		
CULTIVO	Melocoton		
Etc (mm)	3,81	38100	lt/Ha/dia
Ln (mm)	12,44	124400	lt/Ha/riego
Numero de riegos	10		
Tiempo de riego	4	hr	
Descarga del equipo	2,60	lt/s/Ha	

SECTOR 2	Area (Ha)	Caudal (lt/s)	Volumen (m3)	Volumen Turno (m3)	Turno
P14	3,55	2,31	33,28		1
P16	4,95	3,22	58,01		1
P17	2,88	1,88	33,75		1
P18	1,22	0,79	14,30		1
P19	3,56	2,32	41,72	181,05	1
P15	2,01	1,31	23,55		2
P20	3,27	2,13	38,32	61,88	2
Total	21,44				

CUADRO 4.8

CALCULO DE VOLUMEN DE RESERVORIO Y PROGRAMACION DE RIEGO EN EL SECTOR 3

MES	ENERO		
SECTOR	3		
CULTIVO	Manzana		
Etc (mm)	4,8	48000	lt/Ha/dia
Ln (mm)	12,44	124400	lt/Ha/riego
Numero de riegos	14		
Tiempo de riego	5	hr	
Descarga del equipo	2,60	lt/s/Ha	

SECTOR 3	Area (Ha)	Caudal (lt/s)	Volumen (m3)	Volumen Turno (m3)	Turno
P21	4,62	3,01	54,14		1
P22	3,14	2,04	36,80	90,94	1
P23	5,06	3,29	59,30		2
P24	3,56	2,32	41,72	101,02	2
Total	16,38				

CUADRO 4.9

CALCULO DE VOLUMEN DE RESERVORIO Y PROGRAMACION DE RIEGO EN EL SECTOR 4

MES	ENERO		
SECTOR	4		
CULTIVO	Manzana		
Etc (mm)	4,8	48000	lt/Ha/dia
Ln (mm)	12,44	124400	lt/Ha/riego
Numero de riegos	14		
Tiempo de riego	5	hr	
Descarga del equipo	2,60	lt/s/Ha	

SECTOR 4	Area (Ha)	Caudal (lt/s)	Volumen (m3)	Volumen Turno (m3)	Turno
P28	9,02	5,87	105,70		1
P29	8,69	5,66	101,84		1
P30	2,25	1,46	26,37		1
P34	3,3	2,15	38,67		1
P32	5,51	3,59	64,57		1
P33	2,2	1,43	25,78	362,93	1
P25	4,51	2,94	52,85		2
P26	3,64	2,37	42,66		2
P27	1,54	1,00	18,05		2
P31	3,24	2,11	37,97		2
P35	6,6	4,30	77,34		2
P36	6,82	4,44	79,92	308,79	3
Total	50,5				

CUADRO 4.10

CALCULO DE VOLUMEN DE RESERVORIO Y PROGRAMACION DE RIEGO EN EL SECTOR 5

MES	DICIEMBRE		
SECTOR	5		
CULTIVO	Melocoton		
Etc (mm)	3,81	38100	lt/Ha/dia
Ln (mm)	12,44	124400	lt/Ha/riego
Numero de riegos	11		
Tiempo de riego	4	hr	
Descarga del equipo	2,60	lt/s/Ha	

SECTOR 5	Area (Ha)	Caudal (lt/s)	Volumen (m3)	Volumen Turno (m3)	Turno
P37	1,65	1,07	15,47		1
P38	2,31	1,50	21,66		1
P39	3,63	2,36	34,03		1
P40	4,95	3,22	46,41		1
P43	6,05	3,94	56,72		1
P44	11	7,16	103,13		1
P45	11	7,16	103,13		1
P51	10,4	6,77	97,50		1
P52	14,3	9,31	134,06		1
P59	9,90	6,45	92,81		1
P62	3,41	2,22	31,97		1
P63	3,52	2,29	33,00		1
P64	4	2,60	37,50		1
P67	2,64	1,72	24,75		1
P68	4,51	2,94	42,28	874,41	1
P41	4,85	3,16	45,47		2
P42	4,4	2,86	41,25		2
P46	3,85	2,51	36,09		2
P47	4,95	3,22	46,41		2
P50	4,4	2,86	41,25		2
P53	3,63	2,36	34,03		2
P54	4,95	3,22	46,41		2
P55	6,6	4,30	61,88		2
P56	5,5	3,58	51,56		2
P57	7,04	4,58	66,00		2
P58	6,6	4,30	61,88		2
P60	4,51	2,94	42,28		2
P61	5,61	3,65	52,59		2
P65	4,84	3,15	45,38		2
P66	4,8	3,13	45,00	717,47	
Total	169,8				

CUADRO 4.11

RESUMEN DE LOS VOLUMENES DE RESERVORIOS

SECTOR	AREA (ha)	CULTIVO	VOLUMEN ⁽¹⁾ (m ³)
1	41,88	Melocotón	245
2	21,44	Melocotón	182
3	16,38	Manzana	102
4	50,50	Manzana	363
5	169,80	Melocotón	870 ⁽²⁾
Total	300		

(¹) Los resultados de volumen se redondearan al entero inmediato

(²) El reservorio será el existente

4.7 SISTEMA DE DISTRIBUCION

Luego de determinar los planes de cultivo, los requerimientos de agua, el área total regable, la repartición del área total entre los usuarios, el caudal de diseño, y la distribución de los sectores de riego y de los hidrantes, se procede al diseño de las redes de distribución que tiene como salida a los hidrantes.

Para el presente trabajo se plantea utilizar los mismos canales de concreto que han servido para regar por gravedad, sólo que en este caso cumplirán con el rol de conducir agua a los reservorios proyectados. Asimismo el reservorio existente servirá para dar proporcionar agua a los sectores 4 y 5.

La red de distribución serán presurizadas y su diseño se dará a partir de caudales de salida en cada cabezal de riego que han sido indicados en los cuadros 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11. Las tuberías de distribución serán de PVC clase 10, la determinación de los diámetros y las presiones en cada nudo y salida han sido diseñadas usando el programa de Water Cad bajo condiciones dinámicas y estáticas.

Las condiciones del proyecto es la presión mínima de 5 m.c.a y presión máxima de 10 m.c.a. el rango de presiones puede variar en ± 2 m.c.a.

Para calcular la perdida de carga en un tubo se aplica la formula de Hazen-Williams

$$H = \frac{10,64 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}} \quad (4.2)$$

Donde:

H	Perdida de carga hidráulica, en (m)
L	Longitud del tubo, en m
D	Diámetro interno del tubo, en m
Q	Caudal interno del tubo, en m ³ /s
C	Coefficiente de rugosidad cuyo valor es 150 para PVC

En el diseño de tuberías se considera 3 cámaras rompe presión 2 en el sector 1 y 1 en el sector 4, además de 8 reducciones. Las cámaras rompe presión son necesarias en el diseño porque permite llegar a los puntos mas alejados de dichos sectores con presiones adecuadas consideras en las condiciones de diseño. Las cámaras rompe presión y las reducciones están descritas en el plano de proyecto.

Existen algunas salidas en las que las presiones superan los 12 m.c.a. pero tampoco son valores exagerados, para estos casos se deberá prever que en el momento de la ejecución del mejoramiento se utilizará reducciones después del codo que sube.

4.8 RECOMENDACIONES PARA EL USO DEL PROYECTO

Mencionaremos algunos aspectos de la operación de los sistemas de riego, a fin de que puedan ser tomados en cuenta en la fase de diseño y obra. Se revisarán algunos temas claves durante la fase de acompañamiento de los agricultores, después de la construcción, a fin de que logren utilizar el sistema para su mejor provecho.

Es necesario implementar un proyecto Piloto de Mejoramiento de Riego a una parcela experimental, a fin de determinar parámetros que se han tomado en base a referencias bibliográficas como los rendimientos.

La parcela experimental sería en la denominada P-43 en el sector 5, lugar donde fue tomada la muestra de suelo.

4.8.1 FORTALECIMIENTO DE ORGANIZACIÓN DE REGANTES

Para el buen mantenimiento y operación del sistema se requiere el fortalecimiento de los regantes en el comité, integrar a todos los usuarios, y encabezar la directiva elegida democráticamente entre ellos. Este comité debe cumplir el reglamento del cual detallan las funciones de cada uno de los integrantes de la directiva y de los usuarios, sus obligaciones y derechos. Huayopampa no tendrá problemas con otras comunidades puesto que esta legalmente reconocido por la Autoridad de Aguas.

Las funciones más importantes por del Comité serán la operación del sistema de riego, su vigilancia, el mantenimiento, limpieza, reparaciones y mejoramientos. Además tiene que velar por el buen uso del agua, por la protección de la fuente hídrica, intervenir en cualquier conflicto que pueda surgir entre usuarios del sistema, y representar a los regantes ante terceros, entre otras tareas.

Es importante señalar que la institución promotora del mejoramiento de la infraestructura de riego debe responsabilizarse por la capacitación y acompañamiento hasta lograr su autogestión.

4.8.2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA

La operación de la red de distribución de agua es muy sencilla, ya que el agua se reparte en forma automática de los reservorios a los cabezales de riego, las únicas intervenciones del comité consisten en la apertura y cierre de la captación en función a las necesidades de riego de los cultivos, y la vigilancia y limpieza de los repartidores, las rejillas,

captación, etc. La frecuencia de la vigilancia se determinará en cada lugar en función del hábito de los regantes de respetar las pertenencias, la cantidad de impurezas que contenga el agua, las características de la infraestructura, y la modalidad de la vigilancia definirá la organización. Para un mejor control conviene instalar un medidor de caudal en la salida del reservorio o en algún punto de red.

El mantenimiento de la red de distribución se limita a la remoción de sedimentos, algas y otras impurezas de los tanques, reservorios y válvulas de purga. Dependiendo de la calidad de agua y la configuración del sistema, la limpieza puede ser necesaria entre cada mes y dos veces al año. Válvulas de purga deben abrirse por lo menos una vez por semana.

Reparaciones a los tubos, tanques y otros componentes son esporádicas si no hay actos de vandalismo. Quizás la principal amenaza sea la obstrucción de tuberías por piedras, terrones, hojas o animales muertos. Válvulas pueden malograrse por mal manejo o defectos de fabricación.

En sectores con más que un beneficiario, se reparte el agua por turnos. Generalmente no habrá más de 10 usuarios en un sector (para evitar que la responsabilidad de los equipos de riego recaiga en grupos demasiado grandes).

4.8.3 DESARROLLO AGRÍCOLA BAJO RIEGO

Un aspecto importante a tomar en cuenta para el periodo después de la construcción del sistema de riego presurizado es el mejoramiento productivo. No por haber mejorado el sistema de riego solamente se puede esperar un impulso importante en las economías de los regantes. Apenas que al mejorar la disponibilidad de agua para los cultivos se presentarán nuevas limitaciones que impiden su Óptimo aprovechamiento: fertilidad de los suelos Por lo general los suelos Andinos son bastante pobres y requieren de una fertilización para obtener

cosechas buenas. Bajo condiciones de secano los agricultores muchas veces no acostumbran la fertilización porque encuentran que el factor limitante es el agua. Resuelta esta limitación se tiene que fertilizar los suelos para que se realicen los incrementos esperados del riego.

CONCLUSIONES

1. Se plantea un proyecto de mejoramiento y remodelación del sistema de riego en la Comunidad Campesina San Agustín de Huayopampa-Huaral, para mejorar el nivel de vida de la población, el cual tiene un fin social.
2. La temperatura media de Huayopampa obtenida de la relación altitud-temperatura entre la estación de Huayan a 350 msnm con Huayopampa es de 9,75 °C, esto demuestra que esta relación no es aplicable debido a que la clasificación climática publicado por la ONERN en 1966 que considera a Huayopampa dentro de una región de microclima y en el patrón climático Per-Árido y semi cálido. Por lo tanto es adecuado considerar temperaturas que se ubican dentro del rango permisible.
3. El módulo de riego actual para melocotón y manzana es de 1,14lt/s/ha y 1,58 lt/s/ha respectivamente, para lograr una eficiencia del 80% el proyecto de mejoramiento contempla reducir dichos módulos aproximadamente en 38% para ambos cultivos, logrando así módulos de riego de 0,42 lt/s/ha y 0,47 lt/s/ha, respectivamente.
4. El caudal promedio mensual del río Añasmayo es de 0,91 m³/s obtenido mediante similitud de cuencas. El caudal promedio mensual del río Chancay-Huaral es de 16,05 m³/s.
5. El mes de mayor disponibilidad hídrica es el mes de marzo con una persistencia al 75% de 1,38 m³/s, siendo el mes de menor disponibilidad hídrica es el mes de Setiembre con una persistencia al 75% de 0,22 m³/s.
6. El 54% de los agricultores poseen parcelas menores a 1 ha, esta situación imposibilita realizar un proyecto de riego tecnificado independientemente para toda la zona. Sin embargo es conveniente agrupar mayores áreas parcelarias y desde ahí distribuir el agua

mediante una de red de distribución abierta hacia hidrantes, para luego aplicar un riego tecnificado.

7. Es mas factible construir reservorios revestidos con membranas (mantas) asfálticas para volúmenes menores a 365 m³ frente a los de concreto, no existe diferencia en costos para volúmenes mayores a los 2000 m³. En este caso se selecciona el revestimiento de membrana asfáltica, y se considera 4 reservorios con un volumen de almacenamiento total de 892 m³, manteniendo el reservorio existente.
8. Del Análisis de Suelo, los resultados de laboratorio presenta un estado normal con textura franco, no salino, no sódico.
9. Del Análisis del Agua, los resultados de laboratorio arrojan que no presenta riesgo de toxicidad, presenta contenido de sólidos en suspensión permisible. Sin embargo presenta peligro de salinidad, el cual se puede corregir con una práctica de programación de riegos.
10. Existen varios tipos de tecnologías de riego, pero el más adecuado para la zona es el riego de Alta frecuencia con Microtubos de Polietileno, porque es recomendable para árboles frutales, logra eficiencias mayores al 80%, no moja la totalidad del suelo, permite la fertirrigación, permite controlar el uso del agua para riego.
11. El Proyecto de Remodelación mantendrá el sistema de canales existentes, que conducirán el agua hasta los reservorios, que se encuentran ubicados en la cabecera de cada sector en cota mayor. La red de distribución hasta cada hidrante será por medio de tuberías PVC clase 10.
12. El proyecto de Remodelación del Sistema de Riego para Huayopampa, permitirá optimizar el buen manejo del recurso hídrico al reducir las pérdidas de agua por infiltración, pérdidas por operación, además permitirá un ordenamiento de las labores agrícolas al asignar turnos de riego efectivos.

13. Para el buen mantenimiento y operación del sistema de riego, vigilancia, mantenimiento, limpieza, reparaciones y mejoramientos del nuevo sistema se requerirá el fortalecimiento del Comité de Regantes, integrar a todos los usuarios pasivos y activos, dirigidos por un personal técnico que generalmente es la encargada de la construcción del proyecto.

14. Existe un proyecto de Captación en proceso, por esta razón la Remodelación del proyecto no contempla mejora.

RECOMENDACIONES

1. Instalar una estación climatológica que permita definir las temperaturas máximas y mínimas a fin de corroborar los valores mensuales de temperatura considerados para el cálculo de la evapotranspiración referencial.
2. Realizar el diseño agronómico de implementación de riego a nivel parcelario a partir de los hidrantes o cabezales de riego hasta los puntos de salida que proporcionarán agua cada árbol.
3. Implementar un Proyecto Piloto de Mejoramiento de Riego en la parcela P-43 del sector 5, a fin de obtener parámetros reales de rendimientos de riego, operación de los equipos en los cabezales de riego, presiones, los mismos que se asumieron en base a fuentes bibliográficas.
4. Se recomienda registrar los volúmenes almacenados en las lagunas ubicadas aguas arriba del aforo Santo Domingo para poder calcular los caudales con régimen natural, en aras de estimar caudales que permitan determinar los parámetros de diseño para cualquier proyecto dentro de la cuenca.
5. Se recomienda buscar el financiamiento, bien sea por el estado, entidad privada, ONG o un préstamo bancario de los usuarios, a fin de asegurar la pronta implementación de las obras de remodelación.

BIBLIOGRAFIA

1. Alber, Erdmute
Migración o Movilidad en Huayopampa?
Edición N° 1, Instituto de Estudios Peruanos
Lima – Perú, 1999.
2. Alminagorta Cabezas, Omar
Tesis de Grado: Uniformización del caudal del agua para un sistema de riego tipo “INIEA” utilizando microtubos capilares
Lima – Perú, 2000
3. Caro Ríos, Rosa Maura
Tesis de Grado: Proceso Constructivo de Reservorio y Canales del Proyecto de Mejoramiento de Riego Huaricorpa
Lima – Perú, 2004
4. Estudio FAO
Las Necesidades de Agua de los cultivos
Riego y Drenaje Boletín N° 24, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura
Roma, 1977
5. Fuentes Yagüe, José Luis
Técnicas de Riego
Edición N° 3, MADRID
España; 1998
6. García Casillas & Briones Sánchez
Sistemas de Riego por Aspersión y Goteo
Edición N° 1, Trillas
México D.F. – México, 1997
7. INRENA
Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos de la Cuenca Chancay-Huaral
Edición N° 1, INRENA
Lima – Perú, 2001
8. Mejía Marcacuzco, Jesús Abel
Hidrología Aplicada Volumen I
Edición N° 1 Editorial CIP-FIA
Lima – Perú, 2001
9. Michael Anten & Has Willet
Diseño de Pequeños Sistemas de Riego por Aspersión en Ladera
Edición N° 1, PRONAMACHS
Cajamarca – Perú, 2000

10. ONERN
Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la
Costa–Valle Chancay-Huaral
Edición N° 1, ONERN
Lima – Perú, 1969
11. Pizarro Cabello, Fernando
Riegos localizados de Alta Frecuencia (RLAF)
Edición N°3, Mundi Prensa
Madrid – España, 1996
12. Robert M. Koerner Ph.D., P.E.
Designing with Geosynthetics
Edición N° 3
New Jersey – EEUU, 2004
13. Silva Dávila, Marisa
Apuntes de Clase del curso: Recursos Hidráulicos
2002.
14. Rosell Calderón, Cesar Arturo
Irrigación
Edición N° 1, Colegio de Ingenieros del Perú
Lima – Perú, 1993
15. Fichas Técnicas de P&R Argentina S.A.
Riego con caudal discontinuo o pulsos

ANEXO 1 PANEL FOTOGRAFICO

ANEXO 1

PANEL FOTOGRAFICO EN GENERAL

TOMAS O CAPTACIONES



FOTO 1

Fotos 1, 2; donde se muestran la tomas de captación N° 1 y 2, respectivamente, no existe estructura de captación, el río es desviado mediante rocas y troncos, hacia canales principales.



FOTO 2

CANALES PRINCIPALES



FOTO 3

Arriba: Tramo del canal principal N°1, canal de concreto de forma rectangular de sección constante cuya base es de 0,70m y altura 0,55m, y tirante 15cm.
Abajo: Tramo del canal N°2 con las mismas secciones, Se muestra además las mangueras que recorren kilómetros hasta las parcelas, el uso de las mangueras es en épocas de bajo caudal.



FOTO 4

CANALES SECUNDARIOS

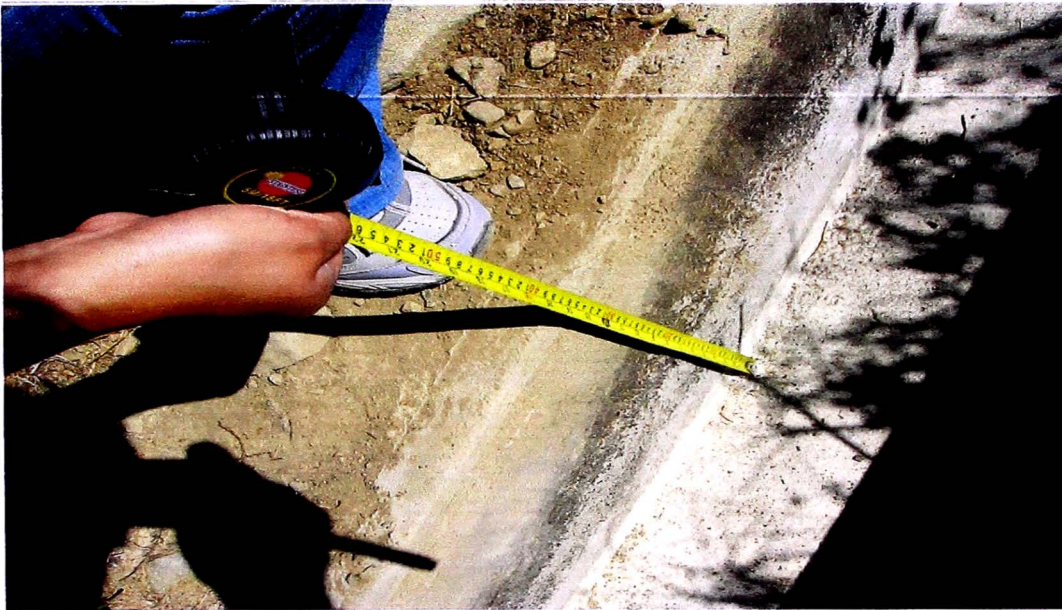


FOTO 5

Arriba: Canal de concreto en canal secundario A, de base 0,45 m y alto 0,35 m, con una longitud de 740 metros.

Abajo se muestra canal triangular secundario en piedra, en la parte alta de la zona de riego.



FOTO 6

RESERVORIO



FOTO 7

Arriba: Se muestra el reservorio de 29x48 metros de dimensiones en planta, ubicado cerca al pueblo y costado de la carretera afirmada. El agua se muestra verdosa. Abajo: Se observa el canal de rebose del reservorio, en la parte inferior se encuentra la salida de agua al canal, y que se controla mediante una compuerta metálica.



FOTO 8

TECNICAS DE RIEGO



FOTO 9

Izquierda: Toma del canal para regar parcela, se muestra un claro ejemplo de pérdida de distribución de agua.

Abajo: El recorrido de agua de riego que deja en el surco, humedece por los costados de la raíz y no donde se requiere, que es en el centro también.



FOTO 10



Izquierda: Se muestra un árbol de melocotón típico en la cuenca, los árboles están distanciados entre 3,5 m y 4 metros. En algunas parcelas se observa la mixtura de árboles de manzanas con melocotones, también se observa que predominan surcos sinuosos.

FOTO 11

Abajo: Toma de muestra de suelo, para determinar las características físicas.



FOTO 12



FOTO 13

Tomando la muestra de agua en el Punto de Captación N° 1

ANEXO 2
REPORTES DE CÁLCULO
DE LA RED DE RIEGO

SECTOR 1

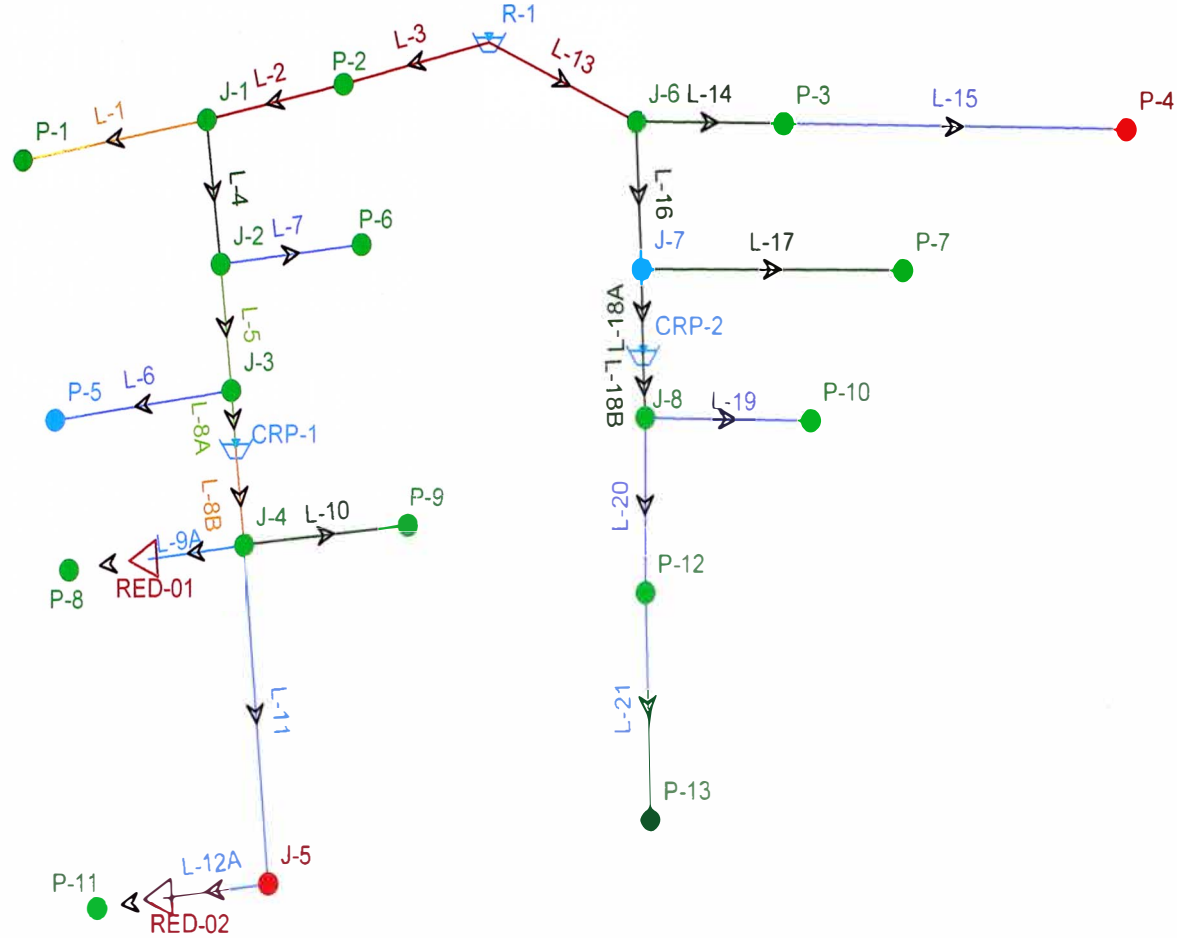
REPORTE EN NUDOS

Nudo	Cota de Terreno (m)	Descarga (l/s)	Cota Piezometrica (m)	Presion (m H2O)
RED-02	1,810.00	0	1,834.32	24.27
RED-01	1,840.00	0	1,857.76	17.73
P-13	1,800.00	3.28	1,804.24	4.24
P-12	1,825.00	2.92	1,832.40	7.38
P-11	1,790.00	2.57	1,796.89	6.87
P-10	1,850.00	2.17	1,856.15	6.14
P-9	1,850.00	1.12	1,859.70	9.68
P-8	1,820.00	1.41	1,826.98	6.96
P-7	1,865.00	1.48	1,870.33	5.32
P-6	1,880.00	1.82	1,884.81	4.8
P-5	1,865.00	2.64	1,866.25	1.24
P-4	1,877.00	2.07	1,892.33	15.3
P-3	1,895.00	1.4	1,904.16	9.14
P-2	1,898.00	1.56	1,904.48	6.47
P-1	1,898.00	2.51	1,904.04	6.02
J-8	1,850.00	0	1,858.04	8.03
J-7	1,870.00	0	1,870.45	0.44
J-6	1,900.00	0	1,904.34	4.33
J-5	1,820.00	0	1,840.81	20.77
J-4	1,850.00	0	1,859.77	9.75
J-3	1,865.00	0	1,871.32	6.31
J-2	1,880.00	0	1,885.99	5.98
J-1	1,900.00	0	1,904.15	4.14

REPORTE EN TRAMOS

Tramo	Longitud (m)	Diametro (pulg)	Material	Hazen-Williams C	Descarga (l/s)	Gradiente de Perdida (m/km)	Perdida en tramo (m)
L-1	107	4	PVC	150	2.51	1.05	0.11
L-2	50	6	PVC	150	19.79	6.65	0.33
L-3	68	6	PVC	150	21.35	7.65	0.52
L-4	120	3	PVC	150	17.28	151.33	18.16
L-5	49	2.5	PVC	150	15.46	299.31	14.67
L-6	151	2	PVC	150	2.64	33.61	5.08
L-7	70	2	PVC	150	1.82	16.88	1.18
L-8A	53.5	2.5	PVC	150	12.82	211.61	11.32
L-8B	59.5	4	PVC	150	5.1	3.89	0.23
L-9A	47	1.5	PVC	150	1.41	42.72	2.01
L-9B	100	1	PVC	150	1.41	307.84	30.78
L-10	71	3	PVC	150	1.12	0.95	0.07
L-11	146	1.5	PVC	150	2.57	129.85	18.96
L-12A	50	1.5	PVC	150	2.57	129.84	6.49
L-12B	40	1	PVC	150	2.57	935.76	37.43
L-13	80	6	PVC	150	22.3	8.29	0.66
L-14	23	3	PVC	150	3.47	7.74	0.18
L-15	552	2	PVC	150	2.07	21.42	11.82
L-16	191	3	PVC	150	18.83	177.44	33.89
L-17	70	3	PVC	150	1.48	1.6	0.11
L-18A	68.5	3	PVC	150	17.35	152.48	10.45
L-18B	49.5	3	PVC	150	8.37	39.52	1.96
L-19	81	2	PVC	150	2.17	23.38	1.89
L-20	157	2	PVC	150	6.2	163.37	25.65
L-21	138	1.5	PVC	150	3.28	204	28.15

Escenario : SECTOR 1



Color Coding Legend Link: Diameter (in)	
	<= 1.0
	<= 1.5
	<= 2.0
	<= 2.5
	<= 3.0
	<= 4.0
	<= 6.0

Color Coding Legend Node: Pressure (m H2O)	
	<= 4.000
	<= 12.000
	<= 25.000

- R-1 RESERVORIO CON MEMBRANA ASFALTICA
- CRP-1 CAMARA ROMPE PRESION
- RED-01 REDUCCION

SECTOR 2

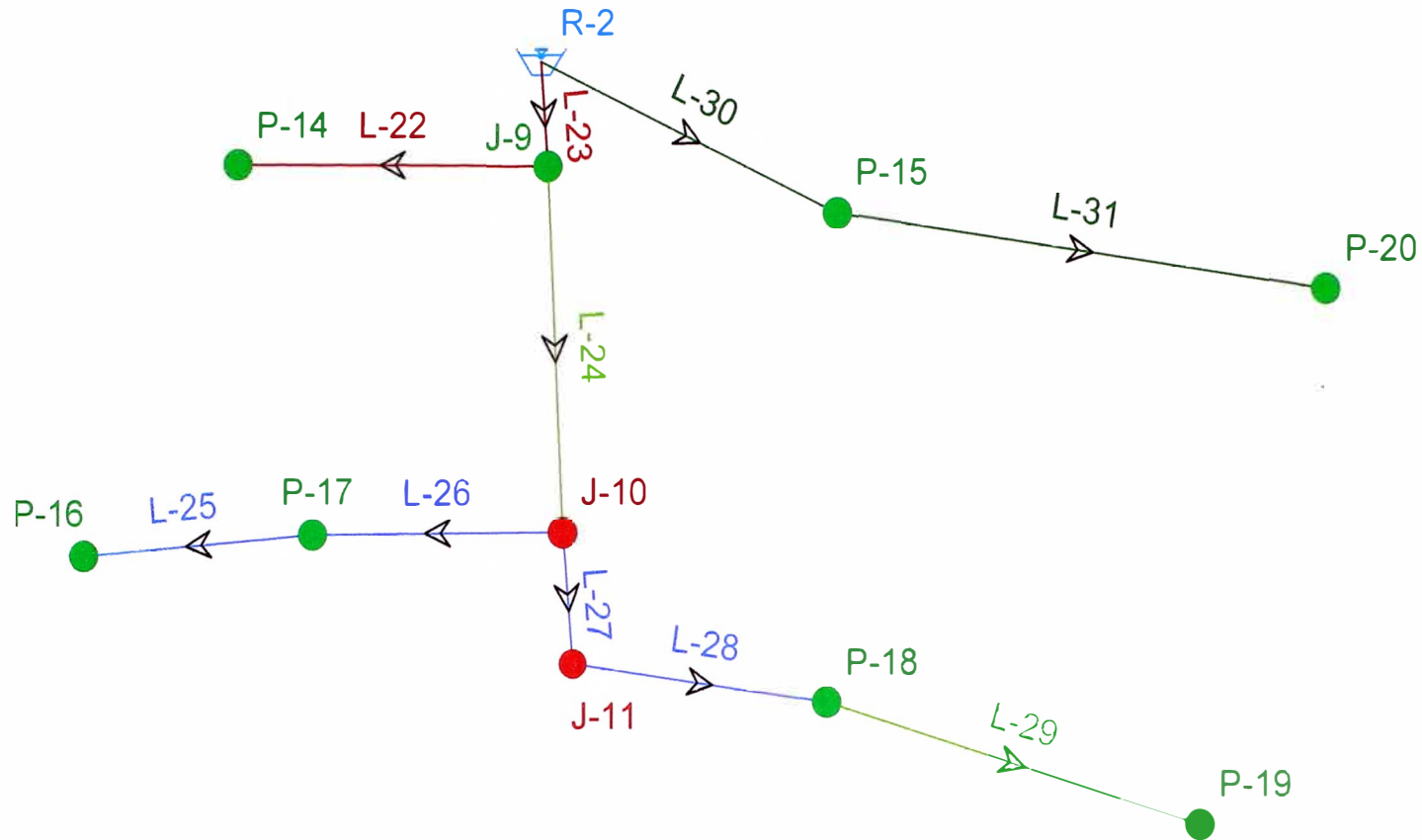
REPORTE EN NUDOS

Nudo	Cota de Terreno (m)	Descarga (l/s)	Cota Piezometrica (m)	Presion (m H2O)
P-20	1,825.00	2.13	1,833.03	8.017
P-19	1,800.00	2.32	1,810.16	10.144
P-18	1,800.00	0.79	1,811.42	11.4
P-17	1,800.00	1.88	1,811.53	11.502
P-16	1,800.00	3.22	1,806.86	6.851
P-15	1,825.00	1.31	1,833.94	8.924
P-14	1,825.00	2.31	1,834.96	9.936
J-11	1,795.00	0	1,815.79	20.751
J-10	1,800.00	0	1,819.49	19.451
J-9	1,825.00	0	1,834.97	9.947

REPORTE EN TRAMOS

Tramo	Longitud (m)	Diametro (pulg)	Material	Hazen-Williams C	Descarga (l/s)	Gradiente de Perdida (m/km)	Perdida en tramo (m)
L-1	79	5.9	PVC	150	2.31	0.13	0.01
L-2	16	6	PVC	150	10.52	2.06	0.03
L-3	167	2.5	PVC	150	8.21	92.68	15.48
L-4	96	2	PVC	150	3.22	48.55	4.66
L-5	70	2	PVC	150	5.1	113.78	7.96
L-6	96	2	PVC	150	3.11	45.52	4.37
L-8	139	3	PVC	150	3.44	7.61	1.06
L-9	290	3	PVC	150	2.13	3.13	0.91
L-10	20	1.5	PVC	150	3.11	184.85	3.7
P-7	141	2.5	PVC	150	2.32	8.92	1.26

Escenario - SECTOR 2



Color Coding Legend
Link: Diameter (in)

	<= 2.0
	<= 2.5
	<= 3.0
	<= 4.0
	<= 6.0

Color Coding Legend
Node: Pressure (m H₂O)

●	<= 4.000
●	<= 12.000
●	<= 25.000

SECTOR 3

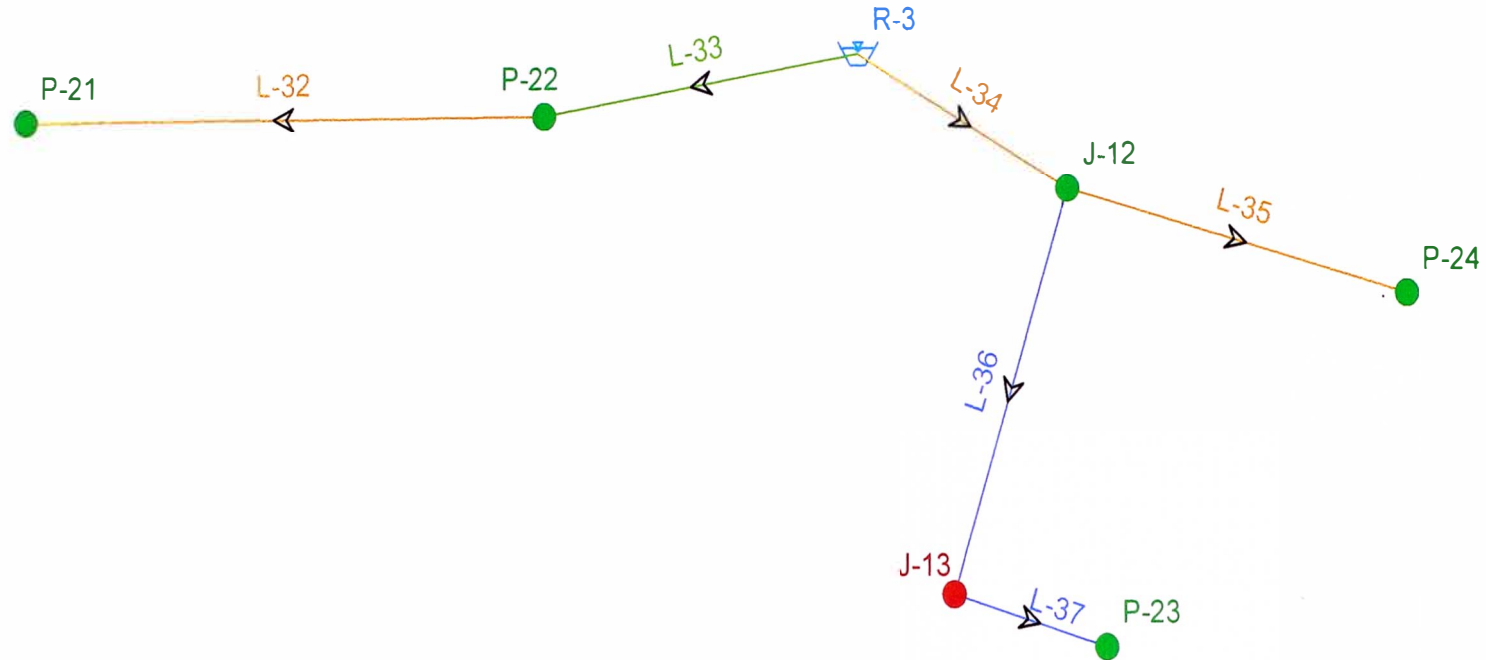
REPORTE EN NUDOS

Nudo	Cota de Terreno (m)	Descarga (l/s)	Cota Piezometrica (m)	Presion (m H2O)
P-24	1,910.00	2.32	1,914.37	4.36
P-23	1,895.00	3.29	1,904.21	9.2
P-22	1,900.00	2.04	1,911.72	11.7
P-21	1,900.00	3.01	1,910.97	10.95
J-13	1,895.00	0	1,909.42	14.39
J-12	1,905.00	0	1,914.47	9.45

REPORTE EN TRAMOS

Tramo	Longitud (m)	Diametro (pulg)	Material	Hazen-Williams C	Descarga (l/s)	Gradiente de Perdida (m/km)	Perdida en tramo (m)
L-1	514	4	PVC	150	3.01	1.46	0.75
L-2	87	2.5	PVC	150	5.05	37.68	3.28
L-3	114	4	PVC	150	5.61	4.64	0.53
L-4	113	4	PVC	150	2.32	0.9	0.1
L-5	100	2	PVC	150	3.29	50.52	5.05
L-6	103	2	PVC	150	3.29	50.52	5.2

Escenario : SECTOR 3



Color Coding Legend	
Link: Diameter (in)	
Blue	≤ 2.0
Light Green	≤ 2.5
Dark Green	≤ 3.0
Orange	≤ 4.0
Red	≤ 6.0

Color Coding Legend	
Node: Pressure (m H2O)	
Blue	≤ 4.000
Green	≤ 12.000
Red	≤ 15.000

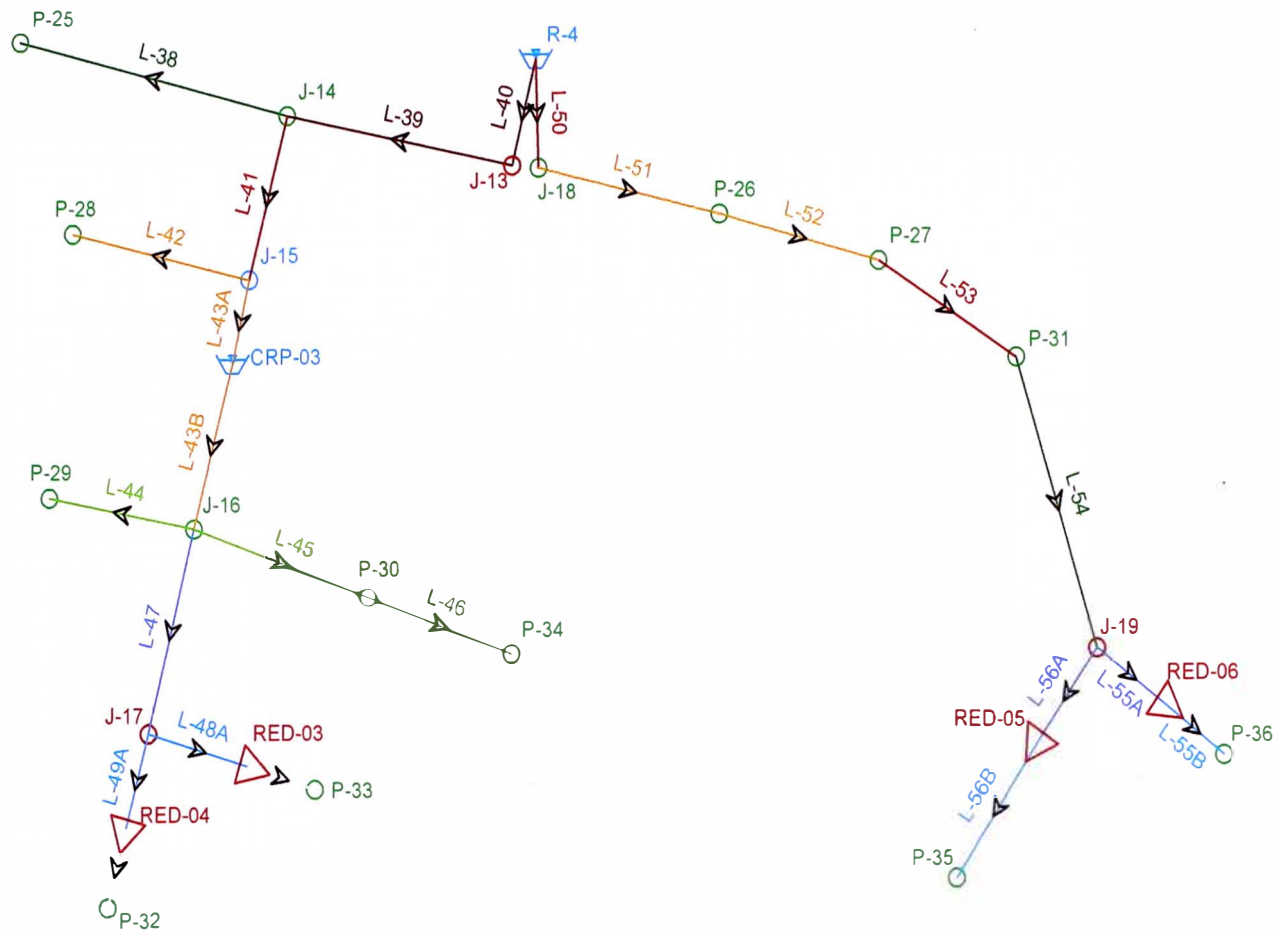
SECTOR 4

REPORTE EN NUDOS

Nudo	Cota de Terreno (m)	Descarga (l/s)	Cota Piezometrica (m)	Presion (m H2O)
RED-06	1,735.00	0	1,758.10	23.05
RED-05	1,715.00	0	1,755.01	39.93
RED-04	1,670.00	0	1,693.04	22.99
RED-03	1,695.00	0	1,707.94	12.92
P-36	1,730.00	4.44	1,742.01	11.99
P-35	1,705.00	4.3	1,714.59	9.57
P-34	1,715.00	2.15	1,721.97	6.95
P-33	1,690.00	1.43	1,695.62	5.61
P-32	1,655.00	3.59	1,666.97	11.94
P-31	1,765.00	2.11	1,769.13	4.12
P-30	1,715.00	1.46	1,723.26	8.24
P-29	1,715.00	5.66	1,723.27	8.25
P-28	1,730.00	5.87	1,737.68	7.66
P-27	1,765.00	1	1,769.47	4.46
P-26	1,765.00	2.37	1,772.32	7.31
P-25	1,757.00	2.94	1,766.86	9.84
J-19	1,740.00	0	1,759.15	19.11
J-18	1,765.00	0	1,774.92	9.9
J-17	1,700.00	0	1,712.33	12.3
J-16	1,720.00	0	1,726.80	6.79
J-15	1,735.00	0	1,738.47	3.46
J-14	1,758.00	0	1,767.45	9.44
J-13	1,758.00	0	1,773.57	15.54

REPORTE EN TRAMOS

Tramo	Longitud (m)	Diametro (pulg)	Material	Hazen- Williams C	Descarga (l/s)	Gradiente de Perdida (m/km)	Perdida en tramo (m)
L-1	105	3	PVC	150	2.94	5.69	0.6
L-2	94	8	PVC	150	144.52	65.04	6.11
L-3	22	8	PVC	150	144.52	65.04	1.43
L-4	114	6	PVC	150	141.58	254.25	28.98
L-5	157	4	PVC	150	5.87	5.04	0.79
L-6A	5	4	PVC	150	135.71	1,694.11	8.47
L-6B	122	4	PVC	150	14.29	26.21	3.2
L-7	76	2.5	PVC	150	5.66	46.54	3.54
L-8	175	2.5	PVC	150	3.61	20.23	3.54
L-9	167	2.5	PVC	150	2.15	7.75	1.29
L-10	131	2	PVC	150	5.02	110.5	14.48
L-11A	100	1.5	PVC	150	1.43	43.84	4.38
L-11B	39	1	PVC	150	1.43	315.97	12.32
L-12A	80	1.5	PVC	150	3.59	241.14	19.29
L-12B	15	1	PVC	150	3.59	1,737.83	26.07
L-13	22	6	PVC	150	14.22	3.61	0.08
L-14	100	4	PVC	150	14.22	25.97	2.6
L-15	154	4	PVC	150	11.85	18.53	2.85
L-16	156	6	PVC	150	10.85	2.18	0.34
L-17	233	3	PVC	150	8.74	42.81	9.98
L-18A	12	2	PVC	150	4.44	88.02	1.06
L-18B	45	1.5	PVC	150	4.44	357.42	16.08
L-19A	50	2	PVC	150	4.3	82.95	4.15
L-19B	120	1.5	PVC	150	4.3	336.83	40.42



Color Coding Legend
Link: Diameter (in)

	<= 1.0
	<= 1.5
	<= 2.0
	<= 2.5
	<= 3.0
	<= 4.0
	<= 6.0
	<= 8.0

Color Coding Legend
Node: Pressure (m H2O)

	<= 4.000
	<= 12.000
	<= 40.000

- R-4 RESERVORIO CON MEMBRANA ASFALTICA
- CRP-03 CAMARA ROMPE PRESION
- RED-04 REDUCCION

SECTOR 5

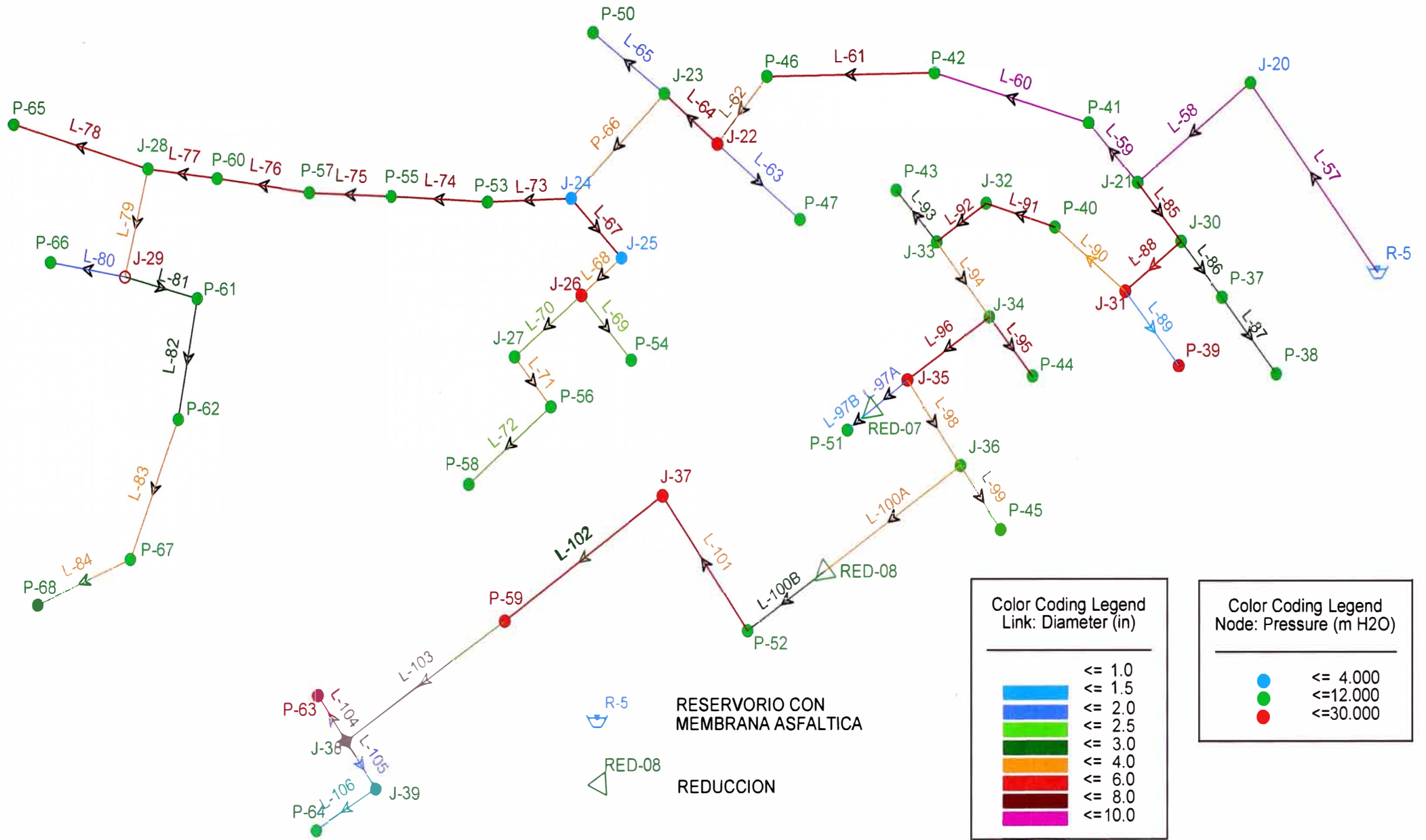
REPORTE EN NUDOS

Nudo	Cota de Terreno (m)	Descarga (l/s)	Cota Piezometrica (m)	Presion (m H2O)
J-20	1,855.00	0	1,857.85	2.84
J-21	1,845.00	0	1,856.66	11.64
J-22	1,800.00	0	1,813.63	13.6
J-23	1,800.00	0	1,808.34	8.326
J-24	1,780.00	0	1,781.55	1.55
J-25	1,780.00	0	1,780.97	0.97
J-26	1,765.00	0	1,778.07	13.039
J-27	1,753.00	0	1,759.51	6.499
J-28	1,765.00	0	1,772.05	7.039
J-29	1,755.00	0	1,768.48	13.458
J-30	1,850.00	0	1,855.82	5.81
J-31	1,830.00	0	1,850.73	20.69
J-32	1,821.00	0	1,830.24	9.22
J-33	1,817.00	0	1,827.00	9.98
J-34	1,817.00	0	1,821.36	4.35
J-35	1,796.00	0	1,816.58	20.54
J-36	1,797.00	0	1,804.17	7.15
J-37	1,760.00	0	1,773.93	13.9
J-38	1,733.00	0	1,748.79	15.76
J-39	1,733.00	0	1,744.67	11.65
P-37	1,845.00	1.07	1,855.74	10.72
P-38	1,845.00	1.5	1,855.59	10.57
P-39	1,832.00	2.36	1,845.19	13.16
P-40	1,826.00	3.22	1,837.84	11.82
P-41	1,850.00	3.16	1,855.72	5.712
P-42	1,850.00	2.86	1,854.80	4.793
P-43	1,817.00	3.94	1,826.29	9.28
P-44	1,815.00	7.16	1,821.24	6.23
P-45	1,797.00	7.16	1,803.40	6.39
P-46	1,835.00	2.51	1,839.25	4.244
P-47	1,800.00	3.22	1,805.52	5.508
P-50	1,800.00	2.86	1,806.32	6.303
P-51	1,790.00	6.45	1,797.19	7.18
P-52	1,770.00	9.31	1,778.42	8.4
P-53	1,770.00	2.36	1,779.57	9.552
P-54	1,765.00	3.22	1,775.84	10.817
P-55	1,770.00	4.3	1,776.37	6.357
P-56	1,753.00	3.58	1,758.88	5.865
P-57	1,765.00	4.58	1,774.18	9.159
P-58	1,743.00	4.3	1,753.48	10.457
P-59	1,744.00	6.45	1,756.25	12.22
P-60	1,765.00	2.94	1,772.74	7.725
P-61	1,755.00	3.65	1,761.53	6.519
P-62	1,745.00	2.22	1,753.08	8.061
P-63	1,733.00	2.29	1,747.24	14.21
P-64	1,731.00	2.6	1,738.04	7.03
P-65	1,765.00	3.15	1,772.03	7.015
P-66	1,755.00	3.13	1,764.02	8.998
P-67	1,745.00	1.72	1,752.32	7.303
P-68	1,745.00	2.94	1,752.11	7.092
RED-07	1,791.00	0	1,800.76	9.74
RED-08	1,778.00	0	1,784.73	6.72

REPORTE EN TRAMOS

Tramo	Longitud (m)	Diametro (pulg)	Material	Hazen- Williams C	Descarga (l/s)	Gradiente de Perdida (m/km)	Perdida en tramo (m)
L-57	145	10	PVC	150	117.09	14.86	2.15
L-58	110	10	PVC	150	117.09	14.85	1.63
L-59	126	10	PVC	150	56.7	3.88	0.49
L-60	264	10	PVC	150	53.54	3.49	0.92
L-61	410	6	PVC	150	50.68	37.93	15.55
L-62	103	4	PVC	150	48.17	248.79	25.63
L-63	167	2	PVC	150	3.22	48.55	8.11
L-64	174	6	PVC	150	44.95	30.37	5.28
L-65	52	2	PVC	150	2.86	38.98	2.03
L-66	140	4	PVC	150	42.09	193.78	27.13
L-67	106	6	PVC	150	11.1	2.28	0.24
L-68	177	4	PVC	150	11.1	16.42	2.91
L-69	136	2.5	PVC	150	3.22	16.37	2.23
L-70	216	2.5	PVC	150	7.88	85.9	18.55
L-71	73	4	PVC	150	7.88	8.7	0.64
L-72	193	2.5	PVC	150	4.3	27.98	5.4
L-73	130	6	PVC	150	30.99	1.98	15.25
L-74	243	6	PVC	150	28.63	3.2	13.17
L-75	225	6	PVC	150	24.33	2.19	9.74
L-76	217	6	PVC	150	19.75	1.44	6.62
L-77	140	6	PVC	150	16.81	0.69	4.91
L-78	106	6	PVC	150	3.15	0.02	0.22
L-79	148	4	PVC	150	13.66	3.57	24.11
L-80	97	2	PVC	150	3.13	4.47	46.07
L-81	115	3	PVC	150	10.53	6.95	60.46
L-82	236	3	PVC	150	6.88	8.46	35.83
L-83	177	4	PVC	150	4.66	0.76	4.29
L-84	116	4	PVC	150	2.94	0.21	1.83
L-85	20	6	PVC	150	53.51	41.94	0.84
L-86	18	3	PVC	150	2.57	4.44	0.08
L-87	92	3	PVC	150	1.5	1.64	0.15
L-88	133	6	PVC	150	50.94	38.29	5.09
L-89	50	1.5	PVC	150	2.36	110.88	5.54
L-90	51	4	PVC	150	48.58	252.73	12.89
L-91	246	6	PVC	150	45.36	30.89	7.6
L-92	105	6	PVC	150	45.36	30.89	3.24
L-93	72	3	PVC	150	3.94	9.79	0.7
L-94	30	4	PVC	150	41.42	188.11	5.64
L-95	115	6	PVC	150	7.16	1.01	0.12
L-96	260	6	PVC	150	34.26	18.37	4.78
L-97A	90	2	PVC	150	6.45	175.78	15.82
L-97B	5	1.5	PVC	150	6.45	713.72	3.57
L-98	138	4	PVC	150	27.81	89.95	12.41
L-99	105	4	PVC	150	7.16	7.29	0.77
L-100A	375	4	PVC	150	20.65	51.83	19.44
L-100B	30	3	PVC	150	20.65	210.45	6.31
L-101	272	4	PVC	150	11.34	17.08	4.65
L-102	255	3	PVC	150	11.34	69.35	17.68
L-103	210	2.5	PVC	150	4.89	35.5	7.45
L-104	60	2	PVC	150	2.29	25.83	1.55
L-105	126	2	PVC	150	2.6	32.67	4.12
L-106	50	1.5	PVC	150	2.6	132.67	6.63

Escenario : SECTOR 5



ANEXO 3 SUSTENTO DE CÁLCULO

ANEXO 3-a

REFERENCIA DE DATOS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA

EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA CHANCAY - HUARAL

y nevada. Las temperaturas son variables con promedios que van desde los 21°C en la costa, hasta 0°C en las altas cumbres, y una humedad relativa de 78% en la Costa a 65% en la sierra.

Cada uno de estos tipos climáticos están asociados a una determinada formación ecológica que nos determinan a su vez las zona de vida natural con que cuenta la Cuenca.

A continuación mostramos la Clasificación climática con su correspondiente formación ecológica.

2.3.1 Clima Per-Árido y Semi-Cálido (0 – 2000m.s.n.m).

Sector caracterizado por una extrema sequedad (Cuenca Seca), comprendido entre el litoral y el nivel altitudinal aproximado de 2000m.s.n.m. (comprende a toda la región costera) presenta un promedio anual de precipitación que varía desde 8mm a 36mm, notándose un claro aumento con el alejamiento del litoral. Las temperaturas varían de 17°C y 24°C, con un promedio anual cerca al mar de 19°C y una humedad relativa de 78%. La Estación invernal es fría, con un alto porcentaje de humedad atmosférica, especialmente en el valle, la cual varía de 80 a 90%, de verano a invierno. Las formaciones ecológicas que se encuentran en este sector climático son:

Desierto Sub-Tropical o Desierto Pre-Montano (d-ST)

La vegetación cultivada es diversificada debido a que presenta suelos potencialmente óptimos para el desarrollo agrícola en presencia de abundante agua. No obstante la mayor parte del área esta dedicada a 4 cultivos algodón, maíz – chala, cítricos y pomoideos.

Esta formación ecológica esta subdividida a su vez en:

Desierto Sub-Tropical propiamente dicho

La vegetación natural, junto al litoral, consiste de especies típicas de los géneros *Distichlis* y *Samicordia* (*grama salada*), constituyendo asociaciones edáficas sobre suelos salinizados. Sobre las dunas de arena, se desarrollan, a expensas de la humedad ambiental, especies de los géneros *Tillandsia* y *Pitcairnia* (*achupallas*) que son plantas perennes sin raíces.

Tendencia a Maleza Desértica Sub-Tropical

En las áreas de mayor elevación (1500 a 2000m.s.n.m.), se aprecia la presencia de *cactáceas* columnares del genero *Cereus*, más conocidos como gigantones o candelabros. Estas son plantas perennes y de raíces profundas, que se alimentan de la humedad del Sub-suelo. Se aprecian *arbustos* sólo junto a los cauces de las quebradas como el guarango, molle, sauce, carrizales y gramíneas. Este sector, la vegetación natural presenta una marcada tendencia a la formación Maleza Desértica Sub-Tropical.

Maleza Desértica Sub-Tropical o Matorral Desértico Pre-Montano (md-ST)

Esta es, en realidad una formación micro-ecológica, pues esta reducida a un área muy pequeña de la extensión total de la cuenca, situado en el fondo del valle encañonado, entre los 1300 y los 2000m.s.n.m. Tiene su origen en sus condiciones térmicas (18°C) y en su posición relativamente elevada.

Esta formación que esta dominada por el patrón climático Per-Árido y Semi-Cálido, presenta la variante de que las escasa precipitaciones pluviales se concentran en la estación veraniega y alcanzan a tener un uso efectivo en la agricultura de secano. Sin embargo, los factores edáficos,

REFERENCIA DE DATOS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA

EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA CHANCAY - HUARAL

geomorfológicos e hidrológicos se presentan poco favorables, determinando un medio ambiente con ciertas limitaciones para el desarrollo de una agricultura intensiva y diversificada, siendo los principales cultivos que ocupan un área pequeña los frutales (manzano, pero y duraznos) y los cuales se encuentran bajo riego.

La vegetación natural esta integrada básicamente por las mismas especies encontradas en la parte alta de la formación anterior, presentando además, una *vegetación arbustiva* perenne de tipo espinoso y otra *herbácea temporal* que sirve de sustento a una reducida ganadería lanar y bovina.

2.3.2 Clima Semi-Árido y Templado (2000 – 3000m.s.n.m.).

Sector comprendido entre los 2000 a 3000m.s.n.m. que cuenta con una precipitación promedio anual de 300mm y una humedad relativa de 67%. Se caracteriza por un período (Mayo – Septiembre) en el cual no ocurren lluvias y un período (Octubre a Abril) de precipitación muy desuniforme. En este sector existe una marcada estación invernal con temperaturas nocturnas que a veces descienden por debajo de los 0°C, dando lugar a la ocurrencia de heladas.

La formación ecológicas que se encuentra en este sector climático es:

Maleza Desértica Montano Bajo o Estepa-Espinosa Montano Bajo (md-MB)

Debido a su clima presenta condiciones poco favorables para su utilización agrícola y/o ganadera. Topografía quebrada, material genético de suelos poco favorables, imposibilidad de riego, lluvias escasas y completamente desuniformes, temperaturas invernales son los rasgos mas saltantes que devalúan el potencial agrícola de esta formación por lo que la vegetación cultivada esta relegada a pequeñas áreas semi-accidentadas de fondo de valle, siendo los principales cultivos los frutales diversos (especialmente duraznos), maíz, papas, arvejas, lentejas y pastos escasos que son aprovechados por el ganado.

La vegetación natural es bastante parecida fisonómicamente a la de las formaciones anteriormente descritas, pero sumamente disminuidas en su vigorosidad por efecto del clima reinante. La planta indicadora por excelencia de esta formación es, indudablemente, *el maguey*, de los géneros *Agave* y *Foucroya*, el cual se desarrolla muy vistoso por encontrarse en su medio apropiado. Existe además otras plantas específicas de esta formación, como *la retama* (género *Spartium*), *taro* (género *Caesalpineia*) y, en el nivel más bajo (2200m.s.n.m. aproximadamente), *el molle* (género *Schinus*), *gigantones*, *candelabros*, *tunas*, *sauce*, *carrizos*, *luquerilas*, *alisos*, *nogales*, *capulí* y *gramíneas* especialmente el *picuyo*.

2.3.3 Clima Sub-Húmedo y Frío (3000 – 4000m.s.n.m).

Se presenta en el sector altitudinal comprendido entre las cotas de 3000 a 4000m.s.n.m. con una precipitación promedio de 500mm anuales, una temperatura promedio de 11°C, variando sus valores mínimos entre 1.9°C a 2.6°C como promedio anual, así mismo tiene humedad relativa de 65% a 67%. Se caracteriza por sus precipitaciones regulares y temperaturas netamente frías, las cuales, durante 5 meses al año (Mayo a Septiembre), descienden por debajo de los 0°C, intensas heladas.

ANEXO 3-b

FORMULARIO DE METODOS INDIRECTOS PARA DETERMINAR LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA

1. Método de Penman

Este método se utiliza en zonas donde se disponga de datos de temperatura, humedad y viento.

$$ET_o = c \times (W \times R_n + (1 - W) \times f(u) \times (ea - ed))$$

Donde:

- ET_o : Evapotranspiración sobre un cultivo de referencia (mm/día)
 c : Factor de ajuste (Ref. Tabla 9 Pág. 59 Fuentes Yagüe)
 W : Factor de Ponderación (Ref. Tabla 4 Pág. 55 Fuentes Yagüe)
 R_n : Radiación neta total, expresada en equivalente de evaporación en mm/día
 ea : Presión saturante del vapor de agua, expresada en milibares (Ref. Tabla 5 Pág. 58 Fuentes Yagüe)
 ed : Presión real del vapor de agua, expresada en milibares

$$ed = \frac{ea \times RH}{100}$$

RH : Humedad relativa

$$f(u) = 0,27 \times \left(1 + \frac{u}{100}\right)$$

u : Velocidad del viento, expresada en km/día, a 2 metros de altura.

$$R_n = 0,75 \times R_s - R_{nl}$$

$$R_s = \left(0,25 + 0,5 \frac{n}{N}\right) \times R_a$$

R_s : La Radiación R_s que llega a la superficie de la tierra es una fracción de la radiación extraterrestre R_a . Cuando se carece de datos, R_s puede determinarse mediante la siguiente fórmula:

$$R_s = \left(0,25 + 0,5 \frac{n}{N} \right) \times R_o$$

$\frac{n}{N}$: Relación entre las horas reales (n) y las horas máximas posibles (N) de insolación fuerte. Los valores de n se obtienen mediante heliógrafo situado en la zona que se estudia.

R_o : Radiación extraterrestre que se recibe antes de llegar a atmósfera. (Ref. Tabla 3 Pág. 54 Fuentes Yagüe)

$$R_{nl} = f(T) \times f(ed) \times f\left(\frac{n}{N}\right)$$

$f(T)$, $f(ed)$, $f\left(\frac{n}{N}\right)$ (Ref. Tabla 6, 7, 8 Pág. 58 Fuentes Yagüe)

2. Método de Penman-Monteith 1998

El método FAO Penman-Monteith, que es una combinación de la ecuación original y de las ecuaciones correspondientes a las resistencias aerodinámicas y del cultivo. Las variables utilizadas en esta fórmula son radiación neta en la superficie del cultivo, densidad de flujo de calor del suelo, temperatura media, velocidad del viento a 2 m, presión de saturación de vapor y presión actual de vapor.

$$ET_o = \frac{0,408 \times \Delta \times (R_n - G) + \gamma \times \frac{900}{T + 273} \times u_2 \times (es - ea)}{\Delta + \gamma \times (1 + 0,34 \times u_2)}$$

Donde:

- ET_o : Evapotranspiración sobre un cultivo de referencia
- R_n : Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ/m²/día)
- G : Flujo de calor del suelo (MJ/m²/día)
- T : Temperatura promedio del aire a 2 metros de altura (°C)
- u_2 : Velocidad promedio diaria del viento a 2 metros de altura (m/s)
- es : Presión de vapor en saturación (kPa)
- ea : Presión de vapor actual (kPa)
- Δ : Pendiente de la curva de presión de vapor versus temperatura (kPa/°C)
- γ : Constante psicrométrica (kPa/°C)

3. Método de Blaney-Criddle

$$f = p \times (0,46 \times T + 8,13)$$

f : Factor de Blaney - Criddle (mm)
 T : Temperatura media mensual (°C)
 p : Horas de luz por día expresadas como porcentaje del total anual.
(Ref. Tabla 1 Pág. 49 Fuentes Yagüe)

La relación entre el factor f y la evapotranspiración del cultivo de referencia ET_o se indica gráficamente (Ref. Figura 2.1 Pág. 51 Fuentes Yagüe)

4. Método de Hargreaves

Este método es mejor utilizable en alturas moderadas menores a 2000 msnm.

$$ET_o = 0,0075 \times RSM \times TF$$

Donde:

ET_o : Evapotranspiración sobre un cultivo de referencia (mm/mes)
 RSM : Radiación solar incidente equivalente (mm/mes)
 TF : Temperatura media mensual (°F)

$$RSM = 0,0075 \times RMM \times S^{1/2}$$

RMM : Radiación extraterrestre, equivalente en mm/m (Ref. Cuadro 3 Pág. 24 FAO 24)

$$S = \frac{SH}{DL \times DM} \times 100$$

SH : N° de horas de sol promedio mensual
 DL : Horas de sol máxima (Ref. Cuadro 4 Pág. 25 FAO 24)
 DM : Número de días del mes

$$TF(^{\circ}F) = 1,8(^{\circ}C) + 32$$

Tabla 3: Radiación extraterrestre R_a expresada en equivalente de evaporación de agua en mm/día

Hemisferio Norte													Hemisferio Sur												
Enc.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Lat.	Enc.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
3.8	6.1	9.4	12.7	15.8	17.1	16.4	14.1	10.9	7.4	4.5	3.2	50°	17.5	14.7	10.9	7.0	4.2	3.1	3.5	5.5	8.9	12.9	16.3	18.2	
4.3	6.9	9.3	13.0	15.9	17.2	16.5	14.3	11.2	7.8	5.0	3.7	48°	17.6	14.9	11.2	7.5	4.7	3.5	4.8	6.0	9.3	13.2	16.6	18.2	
4.9	7.1	10.2	13.1	16.0	17.2	16.6	14.5	11.5	8.3	5.3	4.3	46°	17.7	15.1	11.5	7.9	5.2	4.0	4.4	6.5	9.7	13.4	16.7	18.3	
5.3	7.6	10.6	13.7	16.1	17.2	16.6	14.7	11.9	8.7	6.0	4.7	44°	17.8	15.3	11.9	8.4	5.7	4.4	4.9	6.9	10.2	13.7	16.7	18.3	
5.9	8.1	11.0	14.0	16.2	17.3	16.7	15.0	12.2	9.3	6.3	5.1	42°	17.8	15.3	12.7	8.8	6.1	4.9	5.4	7.4	10.6	14.0	16.8	18.3	
6.4	8.6	11.4	14.3	16.4	17.3	16.7	15.2	12.5	9.6	7.0	5.7	40°	17.9	15.7	12.3	9.2	6.6	5.3	5.9	7.9	11.0	14.2	16.9	18.3	
6.9	9.0	11.8	14.5	16.4	17.2	16.7	15.3	12.4	10.0	7.5	6.1	38°	17.9	15.8	12.8	9.6	7.1	5.8	6.3	8.3	11.4	14.4	17.0	18.3	
7.4	9.4	12.1	14.7	16.4	17.2	16.7	15.4	13.1	10.6	8.0	6.6	36°	17.9	16.0	13.2	10.1	7.5	6.3	6.8	8.8	11.7	14.6	17.0	18.2	
7.9	9.8	12.4	14.8	16.4	17.1	16.8	15.5	13.4	10.8	8.5	7.2	34°	17.8	16.1	13.5	10.5	8.0	6.8	7.2	9.2	12.0	14.9	17.1	18.2	
8.3	10.2	12.8	15.0	16.5	17.0	16.8	15.6	13.6	11.2	9.0	7.8	32°	17.4	16.2	13.8	10.9	8.5	7.3	7.7	9.6	12.4	15.1	17.3	18.1	
8.8	10.7	13.1	15.2	16.5	17.0	16.8	15.7	13.9	11.6	9.5	8.3	30°	17.8	16.4	14.0	11.3	8.9	7.8	8.1	10.1	12.7	15.3	17.3	18.1	
9.3	11.1	13.4	15.3	16.5	16.8	16.7	15.7	14.1	12.0	9.9	8.8	28°	17.7	16.4	14.3	11.6	9.3	8.2	8.6	10.4	14.0	15.4	17.2	17.9	
9.8	11.5	13.7	15.3	16.4	16.7	16.6	15.7	14.3	12.3	10.3	9.3	26°	17.6	16.4	14.4	12.0	9.7	8.7	9.1	10.9	13.2	15.5	17.2	17.8	
10.2	11.9	13.9	15.4	16.4	16.6	16.5	15.8	14.5	12.6	10.7	9.7	24°	17.5	16.5	14.6	12.3	10.3	9.1	9.5	11.2	13.4	15.6	17.1	17.7	
10.7	12.3	14.2	15.5	16.3	16.4	16.4	15.8	14.6	13.0	11.1	10.2	22°	17.4	16.5	14.8	12.6	10.6	9.6	10.0	11.6	13.7	15.7	17.0	17.5	
11.2	12.7	14.4	15.6	16.3	16.4	16.3	15.9	14.8	13.3	11.5	10.7	20°	17.3	16.5	15.0	13.0	11.0	10.0	10.4	12.0	13.9	15.8	17.0	17.4	
11.6	13.0	14.6	15.6	16.1	16.1	16.1	15.8	14.9	13.6	12.0	11.1	18°	17.1	16.3	15.1	13.2	11.4	10.4	10.8	12.3	14.1	15.8	16.8	17.1	
12.0	13.3	14.7	15.6	16.0	15.9	15.9	15.7	15.0	13.9	12.4	11.6	16°	16.9	16.4	15.2	13.5	11.7	10.8	11.2	12.6	14.3	15.8	16.7	16.8	
12.4	13.6	14.9	15.7	15.8	15.7	15.7	15.7	15.1	14.1	12.8	12.0	14°	16.7	16.4	15.3	13.7	12.1	11.2	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.6	
12.8	13.9	15.1	15.7	15.7	15.5	15.5	15.6	15.2	14.4	13.3	12.1	12°	16.6	16.3	15.4	14.0	12.5	11.6	12.0	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5	
13.2	14.2	15.3	15.7	15.5	15.3	15.3	15.5	15.3	14.7	13.6	12.9	10°	16.4	16.3	15.5	14.2	12.8	12.0	12.4	13.5	14.8	15.9	16.2	16.2	
13.6	14.5	15.3	15.6	15.3	15.0	15.1	15.4	15.3	14.8	13.9	13.3	8°	16.1	16.1	15.5	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16.0	16.0	
13.9	14.8	15.4	15.4	15.1	14.7	14.9	15.2	15.3	15.0	14.2	13.7	6°	15.8	16.0	15.6	14.7	13.4	12.8	13.1	14.0	15.0	15.7	15.8	15.7	
14.3	15.0	15.5	15.5	14.9	14.4	14.6	15.1	15.3	15.1	14.5	14.1	4°	15.5	15.4	15.6	14.9	13.8	13.2	13.4	14.3	15.1	15.6	15.5	15.4	
14.7	15.3	15.6	15.3	14.6	14.2	14.3	14.9	15.3	15.3	14.8	14.4	2°	15.5	15.7	15.7	15.1	14.1	13.5	13.7	14.5	15.2	15.3	15.3	15.1	
15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8	0°	15.0	15.3	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8	

Tabla 4: Valores del factor de ponderación W para los efectos de la radiación sobre la ET_0 , a diferentes temperaturas y altitudes

Temperatura (°C)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
Altitud (m)																				
0	0.43	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.68	0.71	0.73	0.75	0.77	0.78	0.80	0.82	0.83	0.84	0.85
500	0.45	0.48	0.51	0.54	0.57	0.60	0.62	0.65	0.67	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78	0.79	0.81	0.82	0.84	0.85	0.86
1.000	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.80	0.82	0.83	0.85	0.86	0.87
2.000	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.81	0.82	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88
3.000	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.81	0.82	0.84	0.85	0.86	0.88	0.88	0.89
4.000	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.76	0.78	0.79	0.81	0.83	0.84	0.85	0.86	0.88	0.89	0.90	0.90

Tabla 5: Presión de saturación del vapor (e_a) en mbar, en función de la temperatura media del aire (T) en °C

Temperatura °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
e_a mbar	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,7	9,3	10,0	10,7	11,5	12,3	13,1	14,0	15,0	16,1	17,0	18,2	19,4	20,6	22,0
Temperatura °C	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
e_a mbar	23,4	24,9	26,4	28,1	29,8	31,7	33,6	35,7	37,8	40,1	42,4	44,9	47,6	50,3	53,2	56,2	59,4	62,8	66,3	69,9

Tabla 6: Efecto de la temperatura ($f(T)$) sobre la radiación de onda larga (R_{nl})

Temperatura °C	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
$f(T) = \delta T K^\circ$	11,0	11,4	11,7	12,0	12,4	12,7	13,1	13,5	13,8	14,2	14,6	15,0	15,4	15,9	16,3	16,7	17,2	17,7	18,1

Tabla 7: Efecto de la presión real del vapor de agua ($f(e_d)$) sobre la radiación de onda larga (R_{nl})

e_d mbar	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
$f(e_d) = 0,34 - 0,034 \sqrt{e_d}$	0,23	0,22	0,20	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06

Tabla 8: Efecto de la relación entre el número real y el máximo de horas de fuerte insolación ($f(n/N)$), sobre la radiación de onda larga (R_{nl})

n/N	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0
$f(n/N) = 0,1 + 0,9n/N$	0,10	0,15	0,19	0,24	0,28	0,33	0,37	0,42	0,46	0,51	0,55	0,60	0,64	0,69	0,73	0,78	0,82	0,87	0,91	0,96	1,0

Tabla 9: Factor de ajuste (c) en la ecuación de Penman modificada

R_s mm/día	RH máx = 30%				RH máx = 60%				RH máx = 90%			
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
U día/noche					U día/ U noche = 4,0							
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,79	0,84	0,92	0,97	0,92	1,00	1,11	1,19	0,99	1,10	1,27	1,32
6	0,68	0,77	0,87	0,93	0,85	0,96	1,11	1,19	0,94	1,10	1,26	1,33
9	0,55	0,65	0,78	0,90	0,76	0,88	1,02	1,14	0,88	1,01	1,06	1,27
U día/ U noche					U día/ U noche = 3,0							
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,76	0,81	0,88	0,94	0,87	0,96	1,06	1,12	0,94	1,04	1,18	1,28
6	0,61	0,68	0,81	0,88	0,77	0,88	1,02	1,10	0,86	1,01	1,15	1,22
9	0,46	0,56	0,72	0,82	0,67	0,79	0,88	1,05	0,78	0,92	1,06	1,18
U día/ U noche					U día/ U noche = 2,0							
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,69	0,76	0,85	0,92	0,87	0,91	0,99	1,05	0,89	0,98	1,10	1,14
6	0,53	0,61	0,74	0,84	0,70	0,80	0,94	1,02	0,79	0,92	1,05	1,12
9	0,37	0,48	0,65	0,76	0,59	0,70	0,84	0,95	0,71	0,81	0,96	1,06
U día/ U noche					U día/ U noche = 1,0							
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,64	0,71	0,82	0,89	0,78	0,86	0,94	0,99	0,85	0,92	1,01	1,05
6	0,43	0,53	0,68	0,79	0,62	0,70	0,84	0,93	0,72	0,82	0,95	1,00
9	0,27	0,41	0,59	0,70	0,50	0,60	0,75	0,87	0,62	0,72	0,87	0,96

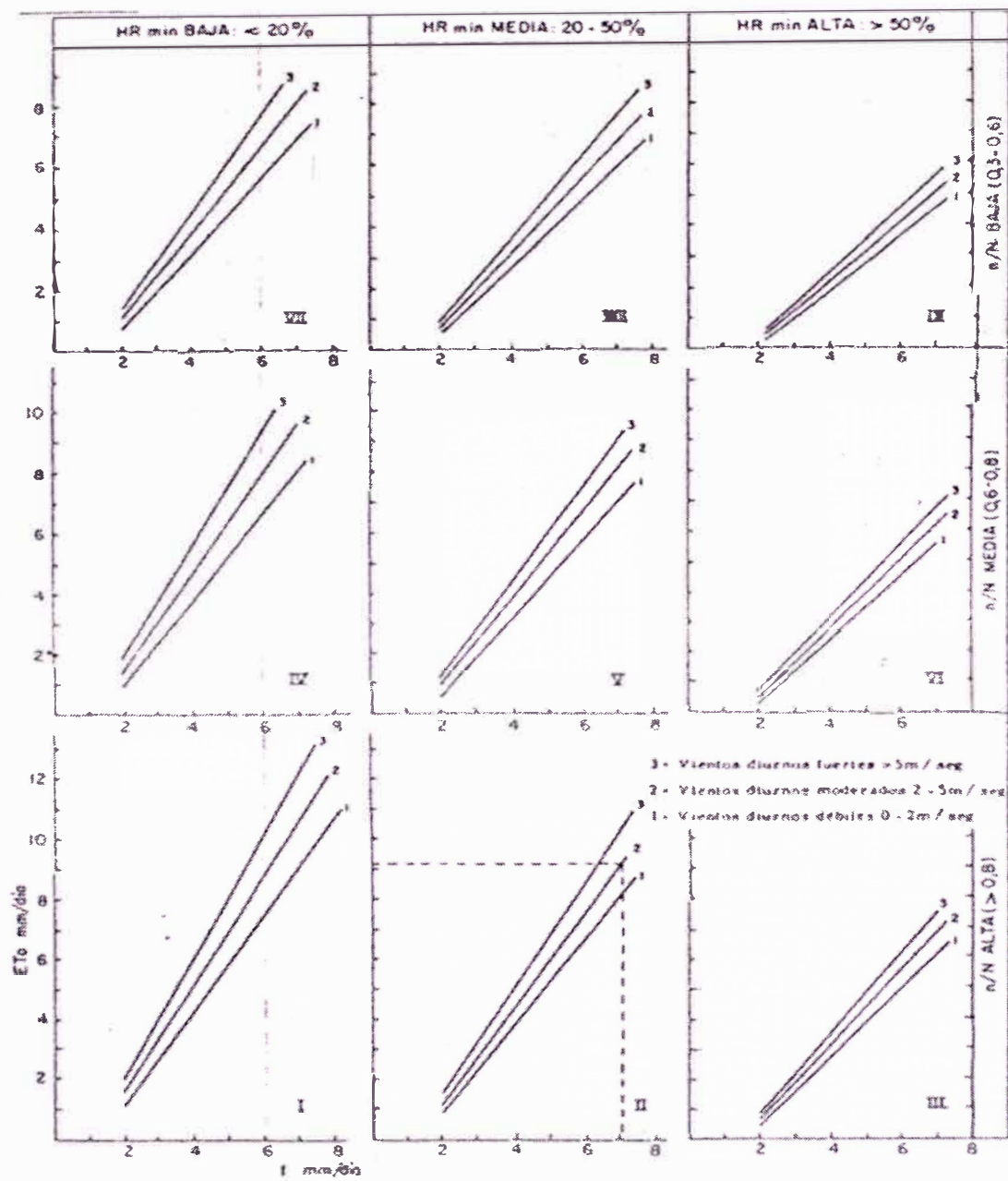


Fig. 2-1 Predicción de la ET_0 (eje de ordenadas) a partir del factor f de Blaney-Criddle (eje de abscisas), para diferentes condiciones de humedad relativa mínima, horas de insolación diurnas y vientos diurnos (FAO).

Cuadro 3

LA RADIAION EXTRATERRESTRE Ra
EXPRESADA EN EQUIVALENTE DE EVAPORACION EN mm/DIA

HEMISFERIO NORTE												Lat	HEMISFERIO SUR											
En.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ag.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.		En.	Febr.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ag.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
3.8	6.1	9.4	12.7	15.8	17.1	16.4	14.1	10.9	7.4	4.5	3.2	50°	17.5	14.7	10.9	7.0	4.2	3.1	3.5	5.5	8.9	12.9	16.5	18.2
4.3	6.6	9.8	13.0	15.9	17.2	16.5	14.3	11.2	7.8	5.0	3.7	48	17.6	14.9	11.2	7.5	4.7	3.5	4.0	6.0	9.3	13.2	16.6	18.2
4.9	7.1	10.2	13.3	16.0	17.2	16.6	14.5	11.5	8.3	5.5	4.3	46	17.7	15.1	11.5	7.9	5.2	4.0	4.4	6.5	9.7	13.4	16.7	18.3
5.3	7.6	10.6	13.7	16.1	17.2	16.6	14.7	11.9	8.7	6.0	4.7	44	17.8	15.3	11.9	8.4	5.7	4.4	4.9	6.9	10.2	13.7	16.7	18.3
5.9	8.1	11.0	14.0	16.2	17.3	16.7	15.0	12.2	9.1	6.5	5.2	42	17.8	15.5	12.2	8.8	6.1	4.9	5.4	7.4	10.6	14.0	16.8	18.3
6.4	8.6	11.4	14.3	16.4	17.3	16.7	15.2	12.5	9.6	7.0	5.7	40	17.9	15.7	12.5	9.2	6.6	5.3	5.9	7.9	11.0	14.2	16.9	18.3
6.9	9.0	11.8	14.5	16.4	17.2	16.7	15.3	12.8	10.0	7.5	6.1	38	17.9	15.8	12.8	9.6	7.1	5.8	6.3	8.3	11.4	14.4	17.0	18.3
7.4	9.4	12.1	14.7	16.4	17.2	16.7	15.4	13.1	10.6	8.0	6.6	36	17.9	16.0	13.2	10.1	7.5	6.3	6.8	8.8	11.7	14.6	17.0	18.2
7.9	9.8	12.4	14.8	16.5	17.1	16.8	15.5	13.4	10.8	8.5	7.2	34	17.8	16.1	13.5	10.5	8.0	6.8*	7.2	9.2	12.0	14.9	17.1	18.2
8.3	10.2	12.8	15.0	16.5	17.0	16.8	15.6	13.6	11.2	9.0	7.8	32	17.8	16.2	13.8	10.9	8.5	7.3	7.7	9.6	12.4	15.1	17.2	18.1
8.8	10.7	13.1	15.2	16.5	17.0	16.8*15.7	13.9	11.6	9.5	8.3	30	17.8	16.4	14.0	11.3	8.9	7.8	8.1	10.1	12.7	15.3	17.3	18.1	
9.3	11.1	13.4	15.3	16.5	16.8	16.7	15.7	14.1	12.0	9.9	8.8	28	17.7	16.4	14.3	11.6	9.3	8.2	8.6	10.4	13.0	15.4	17.2	17.9
9.8	11.5	13.7	15.3	16.4	16.7	16.6	15.7	14.3	12.3	10.3	9.3	26	17.6	16.6	14.4	12.0	9.7	8.7	9.1	10.9	13.2	15.5	17.2	17.8
10.2	11.9	13.9	15.4	16.4	16.6	16.5	15.8	14.5	12.6	10.7	9.7	24	17.5	16.5	14.6	12.3	10.2	9.1	9.5	11.2	13.4	15.6	17.1	17.7
10.7	12.3	14.2	15.5	16.3	16.4	16.4	15.8	14.6	13.0	11.1	10.2	22	17.4	16.5	14.8	12.6	10.6	9.6	10.0	11.6	13.7	15.7	17.0	17.5
11.2	12.7	14.4	15.6	16.3	16.4	16.3	15.9	14.8	13.3	11.6	10.7	20	17.3	16.5	15.0	13.0	11.0	10.0	10.4	12.0	13.9	15.8	17.0	17.4
11.6	13.0	14.6	15.6	16.1	16.1	16.1	15.8	14.9	13.6	12.0	11.1	18	17.1	16.5	15.1	13.2	11.4	10.4	10.8	12.3	14.1	15.8	16.8	17.1
12.0	13.3	14.7	15.6	16.0	15.9	15.9	15.7	15.0	13.9	12.4	11.6	16	16.9	16.4	15.2	13.5	11.7	10.8	11.2	12.6	14.3	15.8	16.7	16.8
12.4	13.6	14.9	15.7	15.8	15.7	15.7	15.7	15.1	14.1	12.8	12.0	14	16.7	16.4	15.3	13.7	12.1	11.2	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.6
12.8	13.9	15.1	15.7	15.7	15.5	15.5	15.6	15.2	14.4	13.3	12.5	12	16.6	16.3	15.4	14.0	12.5	11.6	12.0	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
13.2	14.2	15.3	15.7	15.5	15.3	15.3	15.5	15.3	14.7	13.6	12.9	10	16.4	16.3	15.5	14.2	12.8	12.0	12.4	13.5	14.8	15.9	16.2	16.2
13.6	14.5	15.3	15.6	15.3	15.0	15.1	15.4	15.3	14.8	13.9	13.3	8	16.1	16.1	15.5	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16.0	16.0
13.9	14.8	15.4	15.4	15.1	14.7	14.9	15.2	15.3	15.0	14.2	13.7	6	15.8	16.0	15.6	14.7	13.4	12.8	13.1	14.0	15.0	15.7	15.8	15.7
14.3	15.0	15.5	15.5	14.9	14.4	14.6	15.1	15.3	15.1	14.5	14.1	4	15.5	15.8	15.6	14.9	13.8	13.2	13.4	14.3	15.1	15.6	15.5	15.4
14.7	15.3	15.6	15.3	14.6	14.2	14.3	14.9	15.3	15.3	14.8	14.4	2	15.3	15.7	15.7	15.1	14.1	13.5	13.7	14.5	15.2	15.5	15.3	15.1
15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8	0	15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8

Cuadro 3, 4
Fuente: Bo etin N 24
Autor: FAO

Cuadro 4

DL
 DURACION MAXIMA DIARIA MEDIA DE LAS HORAS DE FUERTE
 INSOLACION N EN DIFERENTES MESES Y LATITUDES

Lats. Norte	En.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ag.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Lats. Sur	Jul.	Ag.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.
50°	8.5	10.1	11.8	13.8	15.4	16.3	15.9	14.5	12.7	10.8	9.1	8.1
48°	8.8	10.2	11.8	13.6	15.2	16.0	15.6	14.3	12.6	10.9	9.3	8.3
46°	9.1	10.4	11.9	13.5	14.9	15.7	15.4	14.2	12.6	10.9	9.5	8.7
44°	9.3	10.5	11.9	13.4	14.7	15.4	15.2	14.0	12.6	11.0	9.7	8.9
42°	9.4	10.6	11.9	13.4	14.6	15.2	14.9	13.9	12.9	11.1	9.8	9.1
40°	9.6	10.7	11.9	13.3	14.4	15.0	14.7	13.7	12.5	11.2	10.0	9.3
35°	10.1	11.0	11.9	13.1	14.0	14.5	14.3	13.5	12.4	11.3	10.3	9.8
30°	10.4	11.1	12.0	12.9	13.6	14.0	13.9*	13.2	12.4	11.5	10.6	10.2
25°	10.7	11.3	12.0	12.7	13.3	13.7	13.5	13.0	12.3	11.6	10.9	10.6
20°	11.0	11.5	12.0	12.6	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	10.9
15°	11.3	11.6	12.0	12.5	12.8	13.0	12.9	12.6	12.2	11.8	11.4	11.2
10°	11.6	11.8	12.0	12.3	12.6	12.7	12.6	12.4	12.1	11.8	11.6	11.5
5°	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.0	11.9	11.8
0°	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1

ANEXO 3-c

SUSTENTO DEL USO DE LA FÓRMULA DE PENMAN – MONTEITH

Fuente: Pizarro Cabello, Fernando, Riegos Localizados de Alta Frecuencia.

7.3. Avance del sistema de cálculo para riegos localizados de alta frecuencia

El sistema antes descrito para el cálculo de N_f , se aplica a métodos convencionales de riego. El caso de riegos localizados de alta frecuencia se estudiará con detalle en los capítulos 5 y 6, pero como avance, mostramos aquí el esquema de ese nuevo sistema de cálculo, que se desarrolla por los pasos siguientes:

- 1.º Se calcula $ET_c = ET_n \cdot K_c$ del mismo modo que en el riego convencional.
- 2.º La ET_c calculada se disminuye multiplicándola por un coeficiente K_1 , que es función del área sombreada por los cultivos.
- 3.º Al valor así obtenido se le aplican las correcciones por condiciones locales, obteniendo ET_n , que equivale al ET_{nc} del riego convencional.
- 4.º A partir de ese ET_n , se calcula N_n y N_f por los procedimientos ya descritos para el riego convencional, aunque con algunas modificaciones que hacen intervenir la uniformidad de la aplicación del riego.

7.4. Crítica a los distintos métodos. El método de Penman-Monteith

Desde que la FAO publicó, en 1975, su famoso manual 24, han pasado 20 años en los que los métodos propuestos en el citado manual se han aplicado a infinidad de casos y han sido objeto de numerosos análisis críticos. En 1990, JENSEN et al., publicaron un estudio en el que comparaban la ET calculada por distintos métodos con la medida en lisímetro en once localidades diferentes. Los resultados, en lo que se refiere a los métodos preconizados por la FAO, se muestran en la tabla siguiente:

Relación entre la ET calculada por distintos métodos y la medida en lisímetro (JENSEN et al. 1990)

Método	Todas las meses		Mes punta	
	ET_n/ET_f	R	ET_n/ET_f	R
Penman-Monteith	101	0.99	97	0.99
FAO-Radiación	114	0.97	110	0.96
FAO-B. Criddle	108	0.96	106	0.94
FAO-Penman	127	0.96	122	0.93
FAO-Tanque	100	0.92	95	0.82

ET_n : ET calculada por el método.

ET_f : ET medida en lisímetro.

R: Coeficiente de correlación.

Por otra parte, en 1990, la FAO organizó una reunión de expertos con objeto de revisar las distintas metodologías de cálculo de las necesidades de agua de los cultivos. Las conclusiones de esa reunión se resumen a continuación:

1. El método de Penman modificado sobreestima la ET en condiciones no advectivas. Presenta inconsistencias en:

- la estandarización de la función de viento $f(u)$;
- el factor de corrección, que da lugar a resultados insatisfactorios;
- grandes desviaciones para grandes velocidades de viento.

2. El método de Radiación (Makkink) es válido en condiciones húmedas, pero no lo es tanto en condiciones áridas o advectivas. Se cree que se puede mejorar incluyendo:

- la radiación de onda larga, lo que en la práctica equivale a utilizar R_n en vez de R_a ;
- una función de viento y humedad relativa.

3. Métodos basados en la temperatura. Estos métodos son importantes por que hay muchos casos en que la única información disponible es la temperatura y la lluvia.

- a) *Blaney-Criddle*. Aunque se reconoce su importancia histórica y su valía cuando se calibra localmente, no se recomienda este método, por las dificultades en estimar la humedad, horas de sol y viento.
- b) *Otros*. Se estima que se podría desarrollar un método más satisfactorio incluyendo la radiación extraterrestre (R_s), que sólo es función de la latitud y día del año y utilizando las temperaturas máxima y mínima, ya que las diferencias entre éstas se pueden correlacionar con las condiciones de humedad y con la R_n . Quizá el punto de partida sea el método de Hargreaves.

4. El tanque evaporimétrico es muy sensible a las condiciones de instalación (cubierta vegetal próxima, viento etc.) y de mantenimiento (pintura etc.). Sólo se recomienda si se calibra y se mantiene bien.

5. Se recomienda como mejor método el de Penman-Monteith, también llamado «de un paso» (one-step approach), a diferencia de los métodos propuestos por FAO (manual 24), que son los de dos pasos (ET_n y K_c). Se espera que el uso del primero se extienda mucho en la próxima década, lo cual requiere disponer de valores fiables de r_c y del albedo de los cultivos. Mientras, reconociendo que los métodos de dos pasos son ampliamente utilizados, se recomienda mantenerlos, aunque introduciendo los nuevos conceptos de Penman-Monteith.

Como se ha dicho, el método de Penman-Monteith para el cálculo de la evapotranspiración está considerado en la actualidad como el más perfecto de los existentes. Sin embargo, su aplicación requiere disponer de unas características de la cubierta vegetal (la resistencia del cultivo y su albedo) que rara vez están disponibles, por lo que la aplicación de este método está restringida prácticamente al campo de la investigación. Por tal razón nos vamos a limitar a una breve descripción de los principios del método, sin entrar en su formulación matemática.

ANEXO 3-d

**FICHA DE EVALUACIÓN TÉCNICA-SOCIO ECONÓMICA LÍNEA DE
INVERSIÓN, INFRAESTRUCTURA DE RIEGO**

FICHA DE EVALUACION TECNICA- SOCIO ECONOMICA
LINEA DE INVERSION, INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

A.- INFORMACION GENERAL

A-1 Del proyecto

Numero de Expediente : 16990230
Nombre del proyecto : PEQ. SISTEMA DE RIEGO HUARICORPA (MEJ.)
Solicitante : NUCLEO EJECUTOR
Fecha de solicitud : 03/05/99
Monto Solicitado : 1.00
Costo total del Proyecto : 108,019.08
Aporte Comunal : 10,286.06
Contrapartida : 0.00
Aporte del Foncodes : 97,733.02
Plazo de Ejecución : 3.00 meses
Modalidad de Ejecución : Administración Directa (X) Concurso de Precios por invitación ()

A-2 Ubicación

Región	Lima	Región Geográfica:	Area
Departamento	Lima	Costa ()	Urbana ()
Provincia	Huaral	Sierra (x)	Rural (x)
Distrito	Atavillos Bajo	Selva ()	
Localidad	Anexo San Agustín de Huayopampa	Altitud	2,000 m.s.n.m.

A-3 NOMENCLATURA

Naturaleza : F.E.P
Area : Infraestructura Económica Línea Especifica: Const. y Mejoram. Pequeño Sistema Riego
Sector : Agropecuario ()
Línea : Construcción y Mejoramiento Pequeño Sistema Riego

A-4 COMPONENTES DEL PROYECTO

Mejoramiento

B.- REQUISITOS Y CONDICIONES PREVIAS

El proyecto cumple con todos los requisitos SI (x) NO ()
Del Expediente técnico SI (x) NO ()

OBSERVACIONES: ninguna

C.- MARCO OPERATIVO INSTITUCIONAL

Responsable Operación: Núcleo ejecutor
Promotor : Persona Natural Nombre : Julio Celedonio Advincula
Proyectista : Persona Natural Nombre :
Entidad Inspectora :
Representante Legal : Angel Cahuide Velapatiño Olarte Ins. Delegado: Angel Cahuide Velapatiño Olarte
Los representantes del N. Ejecutor y el Inspector han sido elegidos en asamblea SI (x) NO ()
- Existe conflictos entre el Núcleo Ejecutor y alguna Institución Local SI () NO ()
- N° mujeres Representantes del núcleo ejecutor : 2
- N° Mujeres participantes en la asamblea : 10
- N° Total de participantes en al asamblea : 40
- Participación de la mujer en jornales esperados: 10

D.- DESCRIPCION DEL PROYECTO

DESCRIPCION : El mejoramiento de la captación de C' C', para captar las aguas de la Qda. Quicar en épocas de estiaje un 0= 50 Lt/s, luego conducir por un canal de conducción de 1120 Ml de Sección B= 0.30M'H (VAR) =0.20 - 0.30m en C'S C'M'0,366 un reservorio de C' C' para almacenar 360 M3.

OBSERVACIONES : Ninguna

E.- ESTADO ACTUAL

Existe infraestructura de riego

Existe (x) No existe ()

Infraestructura existente

- Estado Físico Bueno () Deteriorado (x)
- Estado Funcional () Deficiente (x) En desuso ()
Antigüedad Obras Existentes 99 años

F.- CARACTERISTICAS DE LA POBLACION Y DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

F.1 Beneficiarios Directos

Localidad	Nº de Habit.	Nº Familias	Nº Hombres	Nº de Mujeres
1	250	40	125	126

F.2 Vías de Acceso a la Localidad

De	A	Tipo de Via	Medio de Transp.	Distancia Km	Tiempo (horarios)
Lima	Huaral	Carret Asfaltada	Vehic. Mot.	95.00	2.00
Huaral	Huayopampa	Trocha	Vehic. Mot.	68.00	2.50
Huayopampa	Huaricorpa	Trocha	Acemila	3.00	1.00

F-3 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Agricultura :80% Ganaderia : 20% Act. Informales 0%
Mineria :0% Artesania 0%

F-4 DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS BASICOS

	En la Localidad %	En el establecimiento	
		SI	NO
Red Publica de agua	100.00	()	(x)
Red Publica de Alcantarillado	30.00	()	(x)
Red Publica de Electricidad	100.00	()	(x)

F-5 MATERIAL USADO EN LA VIVIENDA (%)

Ladrillo 10.00%
Adobe 90.00%
Calamina 00.00%

F-6 MATERIAL USADO COMO COMBUSTIBLE (%)

Electricidad 0.00%
Gas 10.00%
Kerosene 15.00%
Leña 75.00%

F-7 SERVICIOS DE SALUD

Centro de salud

F-8 SERVICIOS DE EDUCACIÓN

CEI

Primaria

Secundaria

F-9 BENEFICIARIOS INDIRECTOS

Pobre Extremo () Muy Pobre () Pobre () Regular ()

F-10 GRUPOS INDÍGENAS

Grupo Etnico		Idioma	
Shipibo	()	Castellano	()
Ashaninka	()	Aymará	()
Uros	()	Quechua	()
C.Caapes	(x)	Otros	()
Otros	()		

F-11 POSESIÓN DE TIERRAS

1.00Ha/Fam

G.- IMPACTO AMBIENTAL SOBRE EL PROYECTO

Categoría Inicial : (3) No Significativo

Factor	Nombre	Frecuencia	Grado
01	Contaminación del agua	1	N
08	Compactación	1	N
14	Perturbación del Habitat y/o alteración del M.A.N.	1	N
22	Calidad del agua y del suelo	1	N

Categoría Definitiva : (3) No Significativo

H.- DIMENSIONAMIENTO

H-1 PARAMETRSO CLIMATICOS Y RECURSOS DE LA ZONA

Datos	Unidad	Cantidad
Modulo de Riego de la zona	L/Sha	0.80
Altitud de las áreas de riego	sn	2,000.00
Temperaturas media mensual	C	10.00
Pendientes predominantes	%	30.00
Caudal de } diseño	Lt/s	50.00
Eficiencia de riego sin Proy.	%	30.00
Caudal de afluente en sequía	Lt/s	100.00
Profundidad de terreno Agrícola	s.	0.80

DATOS OBSERVACION

Clima	05 Templado Lluvioso
Topografía	03 accidental
Suelo	07 Combinacion
Fuente	03 Quebrada

H-2 Obras de Infraestructura propuestas

Tipo	Unid	Cantidad	Costo Directo	Costo Unitario
Canal: En tierra	a1	0.00	0.00	0.00
Manposteria	a1	0.00	0.00	0.00
C.S. fc=40	a1	1,120.00	45,966.00	41.04
C.C	a1	0.00	0.00	0.00
Reservorio: en tierra	a3	0.00	0.00	0.00
Manposteria	a3	0.00	0.00	0.00
Concreto ciclop.	a3	360.00	29,963.64	83.23
Concreto armado	a3	0.00	0.00	0.00

Obras de Arte	Unidad	Cantidad	Costo	Costo Unitario
Bocatoma	Un.	1.00	2,797.62	2,797.62
Acueducto	Ml	1.00	3,894.63	3,894.63
Pasarela	Un	1.00	452.85	452.85

H-3 METAS FISICAS

Area Mejorada (Ha)	Area Nueva(Ha)	Area del Proy. (Ha)	Canal mejorado	Canal nuevo	Eriazas a ganarse
40.00	0.00	80.00	1,120.00	1,120.00	40

H-4 COSTOS DE PRODUCCION

H-4.1 SIN PROYECTO

Cultivo	Preparación Terreno	Siembra	Labores Culturales	Insumos y Control Fitosanitario	Cosecha	Total
Alfalfa	14,400.00	0.00	24,300.00	0.00	18,000.00	56,700.00
Arroz	4,800.00	0.00	6,600.00	0.00	3,000.00	14,400.00

H-4.2 CON PROYECTO

Alfalfa	14,400.00	0.00	24,300.00	0.00	18,000.00	56,700.00
Arroz	4,800.00	0.00	6,600.00	0.00	3,000.00	14,400.00

H-5 PRODUCCION

H-5.1 SIN PROYECTO

Cultivo	Rendimiento(TM/Ha)		Extensión (Ha.)			Total	Produc. TM	Costos (S/TM)		Costos de Producción	Precios (S./TM)	V:B:P (S/.)
	S.()	B.R.()	S.()	1° C()	2° C()			S.	B.R.			
Alfalfa	0.00	10.00	0	30	0	30	300	0	5,670	1,701,00	0	0
Arroz	0.00	8.00	0	10	0	10	80	0	1.800	144,00	0	0

H-5.2 CON PROYECTO

Cultivo	Rendimiento (TM/Ha)	Extensión (Ha.)		Total	Producción TM	Costos (S/TM)	Costos de Producción	Precios (S./TM)	V:B:P (S/.)
		1° C	2° C						
Alfalfa	15.0	60	0	60.0	900.0	3,780.0	3 402,00.0	0.0	0.0
Arroz	12.0	20	0	20.0	240.0	1,200.0	288,00.0	0.0	0.0

I – ANALISIS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Concepto	Fuente	Monto	Concepto	Fuente	Monto
a) Costo de Operación	Núcleo Ejecutor	1,040.00	b) Costo de mantenimiento	Núcleo Ejecutor	1,586.24

K- COSTO Y FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

Concepto	Costo Total	% Total	Foncodes		Foncodes	Comunidad	Otros
			Sin IGV	IGV			
Infraestructura	16,627.07	15.39%	16,627.07	0.00	16,627.07		
Mano de Obra Calificada	10,286.06	9.52%	0.00	0.00	0.00	10,286.06	
Materiales	48,677.82	45.06%	42,425.86	6,251.96	48,677.82		
Equipo/Herramienta	2,264.57	2.10%	2,045.79	218.78	2,264.57		
Flete	11,742.56	10.87%	11,182.09	560.47	11,742.56		
Costo Directo	89,598.08	82.95%	72,280.81	7,031.21	79,312.02	10,286.06	
Gastos Generales	4,450.00	4.12%	4,450.00	0.00	4,450.00		
Utilidades	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00		
Costo de la Obra	94,048.00	87.07%	76,730.01	7,031.21	83,762.02	10,286.06	
Gastos de N.E.	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00		
Gastos de Inspección	9,875.00	9.14%	9,875.00	0.00	9,875.00		
Gastos de Pre -inversión	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00		
Gastos de Evaluación	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00		
Gastos de Supervisión	3,290.00	3.05%	3,290.00	0.00	3,290.00		
Gastos de Liquidación	50.00	0.05%	50.00	0.00	50.00		
Gastos de Capacitación	756.00	0.70%	756.00	0.00	756.00		
Total (S/.)	108,019.08	100.00%	90,701.81	7,031.21	97,733.02	10,286.06	0.00
% de Aporte		100%			90.48 %	9.52 %	0.00%

Fecha de actualización del Presupuesto

Tasa de Cambio : 3.40

K. ANALISIS Y EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO

INDICADORES	UN	Sin Proyecto	Con Proyecto	Coefficientes
(E) Extensión Superficial Cultivada	Ha	40.00	80.00	E= Econ/Esin: 2.00
(P) Productividad	TM	380.00	1,140.00	P= T/E 3.00
(v) Valor Bruto de la Producción	S/.	0.00	0.00	V= Vcon/Vsin 0.00
(O) Valor Presente Neto	Jornales	59,580.00	59,580.00	O= Ocon= Osin1.00 Ponder 1.10

L.- EFICIENCIA ECONOMICA DE LA PROPUESTA

Indicadores para Canales	Proyecto	Foncodes	Inversión / Ha	Inversión/ a3 Reservorio
Inversión / al. de canal	0.00	90.00	1,203.46	2,233.00
Inversión / Fam.	2,406.91	3,289.00	102.93	157.00

N.- VIABILIDAD DEL PROYECTO Y CONCLUSIONES

Es viable el Proyecto _____

O.- RESPONSABLES DE LA EVALUACION

Nombre del evaluador	Coaquira Apaza Roger	Sexo:	_____
Fecha de visita de campo	07/06/99		firma
Fecha de evaluacion	15/07/99		
Nombre del Verificador Zonal	Nadia Casem Malek	Sexo:	_____
Fecha			firma
Nombre del Verificador Lima		Sexo:	_____
Fecha			firma

ANEXO 3-e

PORTAL AGRARIO

PAGINA WEG DE CEPES

Tecnología Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Search Favorites Media

Address D:\Mis Documentos\KARENA QUIROZ\TESIS\CU ANEXOS\Tecnología.htm

La Revista AGRARIA

Portada
Editorial
Artículo
Coyuntura
Cosechando datos
Tecnología
Normas legales
Public Eventos
Estadístico

Enviar

agraria@cepes.org.pe


CEPES

La Revista Agraria N° 5 - Lima-Perú, Julio 1999

Tecnología:

Riego tecnificado no convencional. Sencillo y barato

Mejorar los sistemas de riego es, sin duda, un objetivo de primerísima importancia para modernizar el agro nacional. Las tareas son múltiples: obras civiles para renovar los sistemas de irrigación, reducir el grave déficit de tierras irrigadas en el agro serrano, y a nivel de campo innovar las técnicas de riego para un uso más eficiente del agua. Para esto último el Instituto Nacional de Investigación Agraria -INIA- ha diseñado un sistema de riego llamado no convencional por ser una alternativa sencilla, de bajo costo y fácilmente adaptable a los distintos tipos de agricultura de las tres regiones del país. El gran reto es llevarlo al campo.



Según las cifras del III Censo Agropecuario de 1994, el riego tecnificado por goteo y aspersión sólo es usado por el 1.9% del total del área agrícola bajo riego, por lo general en predios medianos y grandes ubicados en la costa. El 97.4% de las unidades agrícolas bajo riego lo hacen por gravedad o inundación, lo cual conlleva perder grandes volúmenes de agua por filtración o evaporación y la creciente depreciación de los suelos por erosión o salinización.

El riego tecnificado tiene la ventaja de ahorrar entre un 40% a 60% de agua, un recurso escaso en la mayor parte de la sierra y la costa al permitir que el agua llegue a la planta en la cantidad necesaria y la oportunidad adecuada. Para las zonas altoandinas supone la posibilidad de aprovechar la estacionalidad de las lluvias para utilizarlas en épocas de estiaje. El impacto en el rendimiento de los cultivos es considerable.

Sin embargo, para una agricultura mayoritariamente parcelaria y descapitalizada resulta, si no imposible, muy difícil poder acceder a equipos de riego que requieren alta inversión, con el inconveniente adicional de que no existen en el mercado módulos de riego tecnificado para áreas pequeñas. El sistema de riego INIA ha sido pensado en esta realidad, pudiendo usarse en huertos familiares de mil metros cuadrados, andenerías y terrazas, pequeñas parcelas y también en medianas y grandes propiedades.

El Ing. José González, director general de transferencia de tecnología del INIA, señala que el sistema se puede adaptar a cualquier zona y, con excepción del arroz, a cualquier tipo de cultivo, lográndose aumentar los rendimientos entre 30% y 100%. A la fecha es utilizado por el mismo instituto estatal en las Estaciones Experimentales que aún posee en las distintas regiones del país, por el PRONAMACHS y FAO para sus proyectos en sierra, y por algunos medianos agricultores de Ica. El interés por adoptarlo es, sin embargo, grande, como se pudo evidenciar en el Congreso realizado por el INIA y la Junta Nacional de Usuarios de Distrito de Riego a mediados de julio.

ANEXO 3-f

CUADRO RESUMEN DEL ANALISIS DE LAS ALTERNATIVAS

ALTERNATIVA	VARIANTE	CRITERIO TECNICO				CRITERIO SOCIO-ECONOMICO AMBIENTAL		
		Comentario	Eficiencia Conducción - distribución	Eficiencia Aplicación	Eficiencia global	Costo Referencial	Ventajas	
CONDICIONES ACTUALES		-Excesivas pérdidas -Falta de Agua	60 %max	50 %max	30 %max			
ALTERNATIVA 1 Agrupamiento de Usuarios		-Solución a corto plazo	80%	50 %max	40%	-Mayor integración de Agricultores.		
		- No requiere mejorar infraestructura de riego				-Ahorro de Recursos		
						-Disminución de perdidas de agua		
ALTERNATIVA 2 Mejorar el Sistema de Distribución	CONDUCTOS ABIERTOS	Canales de concreto	-Requiere acondicionar el terreno	75%	50 %max	38%	80,76 s/m	Disminuye la infiltración
		Geomembrana HDPE	-En caso de uso de geosintéticos, requiere ser anclada en ambos extremos del canal	80%	50 %max	40%	15,75 s/m	
		Geomembrana PVC	-Con respecto a las tuberías, los canales presentan mayor longitud de construcción para lograr pendientes adecuadas de canal.	80%	50 %max	40%	17,03 s/m	
		Membrana Asfáltica		80%	50 %max	40%	26,33 s/m	
	CONDUCTOS CERRADOS	Tuberías de PVC	Se adecúa a la topografía -Se instalan en pendientes no uniformes a lo largo de su recorrido.	90%	50 %max	36%	1,20 s/m	-Disminuye la infiltración y evaporación
		Tuberías de Polietileno	-Recorridos más cortos. -No requiere mayor movimiento de tierras	90%	50 %max	45%	13,15 s/m	
ALTERNATIVA 3 Mejorar el Sistema de Aplicación	Riego por Superficie	-Instalado en pendientes suaves y surcos alineados	60 %max	60%	36%	4,500 s/ha	-Disminuye pérdidas por aplicación -Permite la fertirrigación	
	Riego por Aspersión	Se descarta: - No es factible para árboles frutales -En aguas salinas daña el follaje de las plantas.	60 %max	70%	42%		-Disminuye pérdidas por aplicación	
	Riego Localizado de Alta Frecuencia	-Instalado en terreno ondulado, surcos no alineados -Utilizan bajas presiones y buena eficiencia en la aplicación del agua. -Método utilizado en la cuenca por INIEA	60 %max	90%	54%	3,800 s/ha	-Disminuye pérdidas por aplicación -Permite la fertirrigación	
SELECCIONADA		MAS OPTIMO	90 %	90%	81%	ADOPTADO		

Observaciones: El costo para conductos abiertos incluye la instalación.

El costo para conductos cerrados no incluye instalación

ANEXO 3-g

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO CARACTERIZACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Departamento de Recursos de Agua y Tierra

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO, MEDIO AMBIENTE

Av. La Universidad s/n Tele fax: 349 5647 y 349 5669 - Anexo 226 - Cel.: 898 6020 Lima, E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



ANALISIS DE SUELO CARACTERIZACION

SOLICITANTE : KARENA QUIROZ JIMENEZ
PROYECTO : Tesis "Mejoramiento de Irrigación para la Comunidad Campesina San Agustín de Huayopampa - Huaral"
PROCEDENCIA : Distrito Atavillos Bajo - Provincia Huaral - Departamento Lima
FECHA : La Molina, 21 de Agosto del 2007

Número de muestra		CE dS / m Pasta Saturada	Análisis Mecánico				pH Pasta Saturada	M.O. %	P ppm	K ₂ O ppm	CaCO ₃ %	Cationes Cambiables					
Lab.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Cl ⁻	Al ⁺⁺⁺ -H ⁺
												Cmol (+) / Kg					
0785	Muestra 01	0.27	47.16	38.14	24.70	Franco	6.47	1.26	10.21	156.00	---	14.93	14.15	0.17	0.15	0.36	0.10

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELOS

ING. MIGUEL SANCHEZ DELGADO
JEFE DE LABORATORIO



ANEXO 3-h

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE AGUA RUTINA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS DE AGUA Y TIERRA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

Av. La Universidad s/n Telefax: 349-5647 Y 349-5669 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



Nº 000166

ANALISIS DE AGUA RUTINA

SOLICITANTE : KARENA QUIROZ JIMENEZ
PROYECTO : Tesis "Mejoramiento de Irrigación para la Comunidad Campesina San Agustín de Huayopampa - Huaral"
PROCEDENCIA : Distrito Atavillos Bajo - Prov. Huaral - Dpto. Lima
FECHA : La Molina, 21 de Agosto del 2007

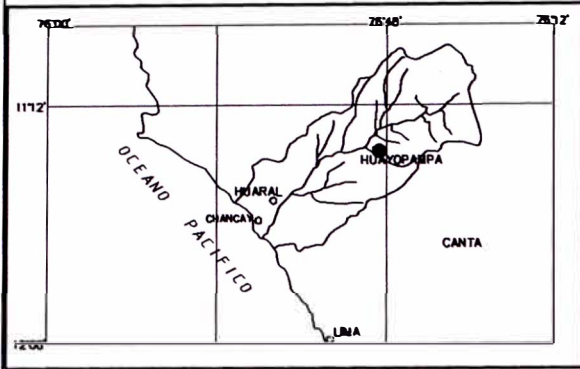
Nº LABORATORIO	000166
Nº DE CAMPO	Agua de Río
CE dS/m	0.31
pH	7.97
Calcio meq/l	2.12
Magnesio meq/l	0.57
Sodio meq/l	0.65
Potasio meq/l	0.05
SUMA DE CATIONES	3.39
Cloruro meq/l	1.00
Sulfato meq/l	1.09
Bicarbonato meq/l	1.20
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	3.29
SAR	0.56
CLASIFICACION	C2 - S1
Boro ppm	0.29
Sólidos Suspendidos mg/L	0.42

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELOS

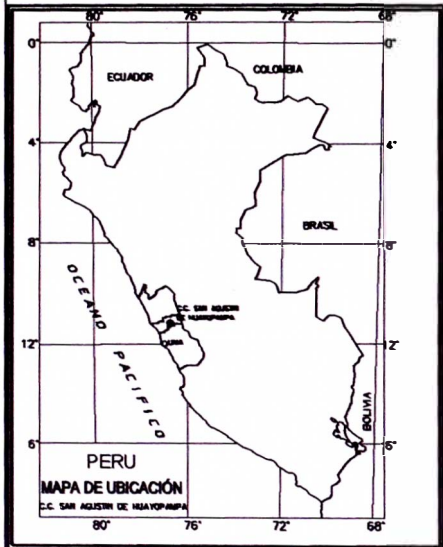

ING. MIGUEL SANCHEZ DELGADO
JEFE DE LABORATORIO



ANEXO 4 PLANOS



PROVINCIA HUARAL



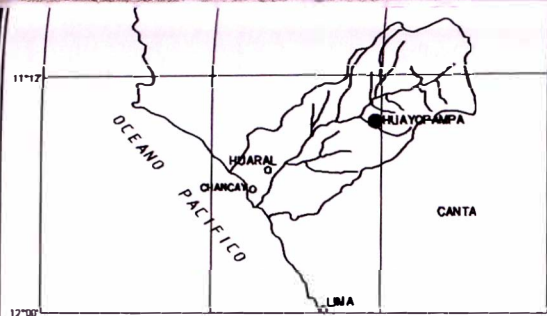
DEPARTAMENTO LIMA



DATOS DE UBICACION

- COMUNIDAD : SAN AGUSTIN DE HUAYOPAMPA
- DISTRITO : ATAVILLOS BAJO
- PROVINCA : HUARAL
- DEPARTAMENTO : LIMA

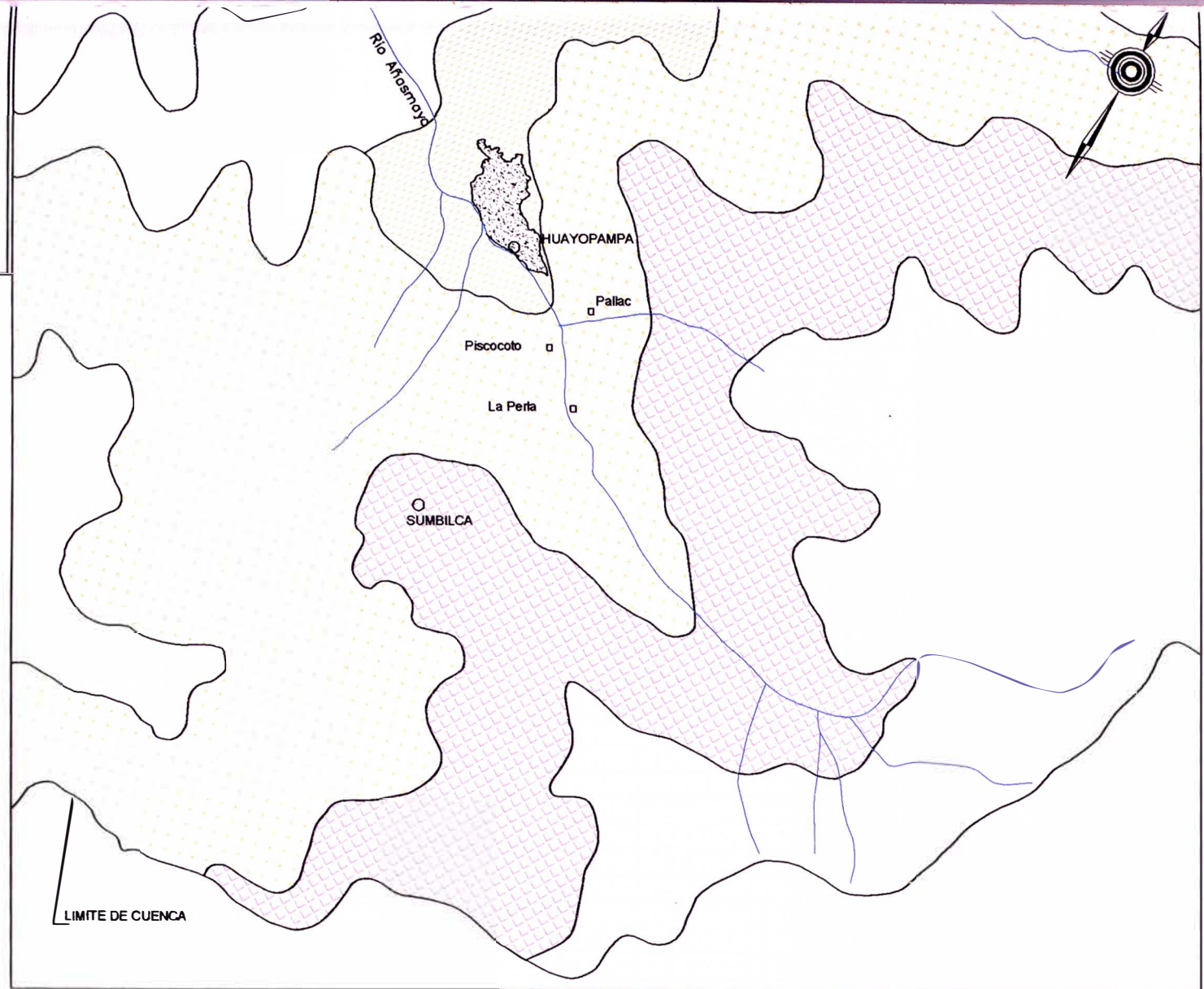
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL				PLANO
TESIS: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE IRRIGACION DE LA COMUNIDAD CAMPESINA SAN AGUSTIN DE HUAYOPAMPA				Nº 1.1
PLANO				
PLANO DE UBICACION				
TESISTA BACH. KARENA QUIROZ J.	ASESORA ING. MARISA SILVA	ESCALA 1 : 50 000	FECHA JULIO 2006	FUENTE INRENA-IGN



CUENCA CHANCAY-HUARAL

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA - ECOLÓGICA

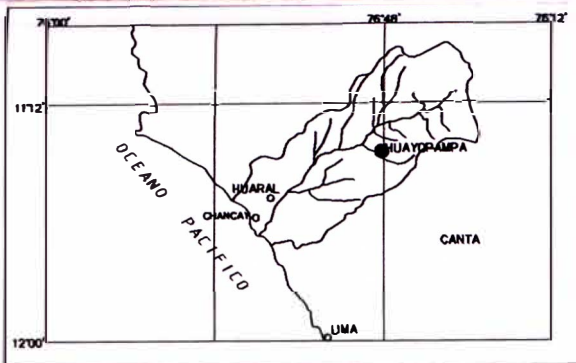
	CLIMA : MUY SECO Y SEMI CALIDO; FORM. ECOL : DESIERTO SUB-TROPICAL SIMBOLO : md-ST SUBDIVISIÓN : FORMACIÓN MICROCLIMÁTICA; FORMACIÓN DESERTICA SUBTROPICAL
	CLIMA : MUY SECO Y TEMPLADO; FORM. ECOL : MALEZA DESERTICA, BAJO MONTANO SIMBOLO : md-MB SUBDIVISIÓN : FORMACIÓN CLIMÁTICA;
	CLIMA : HUMEDO Y FRIO FORM. ECOL : ESTEPA MONTANO SIMBOLO : e-M SUBDIVISIÓN : FORMACIÓN CLIMÁTICA;
	CLIMA : MUY HUMEDO Y FRIGIDO FORM. ECOL : PARAMO SUB-ALPINO SIMBOLO : p-SA SUBDIVISIÓN : FORMACIÓN CLIMÁTICA;



ZONA DE RIEGO

LIMITE DE CUENCA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL				PLANO:
TESIS: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE IRRIGACIÓN DE LA COMUNIDAD CAMPESENA SAN AGUSTIN DE HUAYOPAMPA				N° 1.2
PLANO : MAPA CLIMATICO-ECOLOGICO				
TESISTA: BACH. KARENA QUIROZ J.	ASESORA : ING. MARISA SILVA	ESCALA : S/E	FECHA : JULIO 2006	FUENTE : ONERN

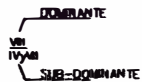


CUENCA CHANCAY-HUARAL

GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO

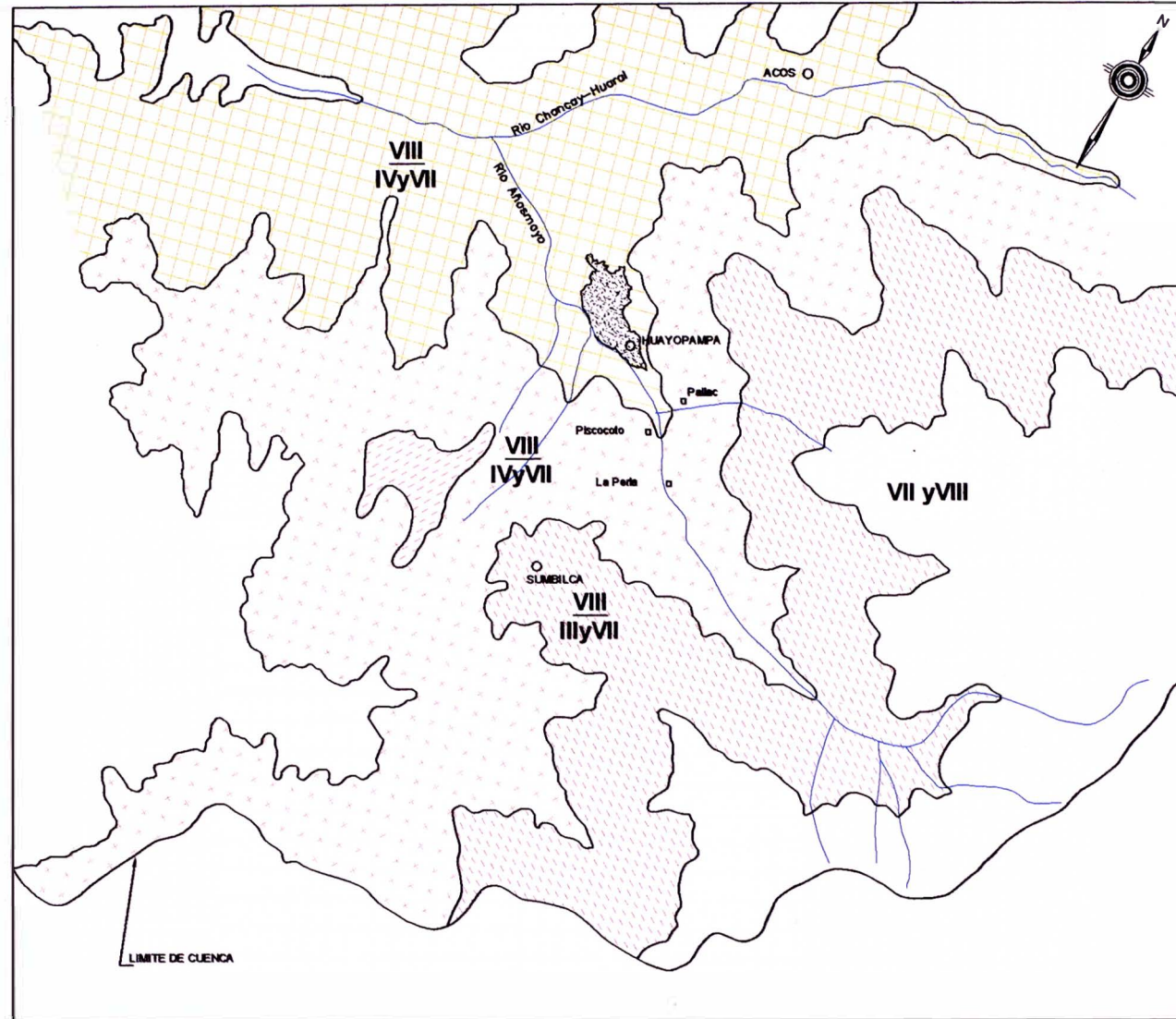
- II-IV TIERRAS ARABLES Y APROPIADAS PARA CULTIVOS TEMPORALES, PERMANENTES Y GANADERIA. LAS LIMITACIONES E INTENSIDAD DE PRACTICAS DE MANEJO AUMENTAN EN GRADO DE LA CLASE I A LA IV.
- V-VI TIERRAS NO ARABLES APROPIADAS PARA CULTIVOS PERMANENTES, GANADERIA Y FORESTALES.
- VII TIERRAS CON SEVERAS LIMITACIONES APROPIADAS EXCLUSIVAMENTE PARA PASTOREO EXTENSIVO Y FORESTALES.
- VIII TIERRAS NO APROPIADAS PARA FINES AGOPECUARIOS NI FORESTALES

LAS CLASES INDIVIDUALES QUE APARECEN EN EL DENOMINADOR SE CONSIDERAN COMO SUB-DOMINANTES



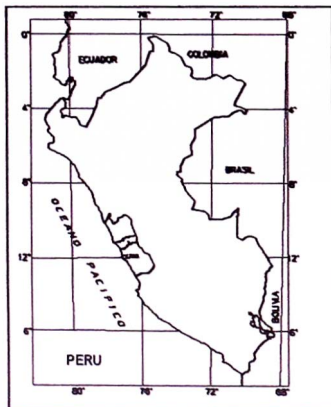
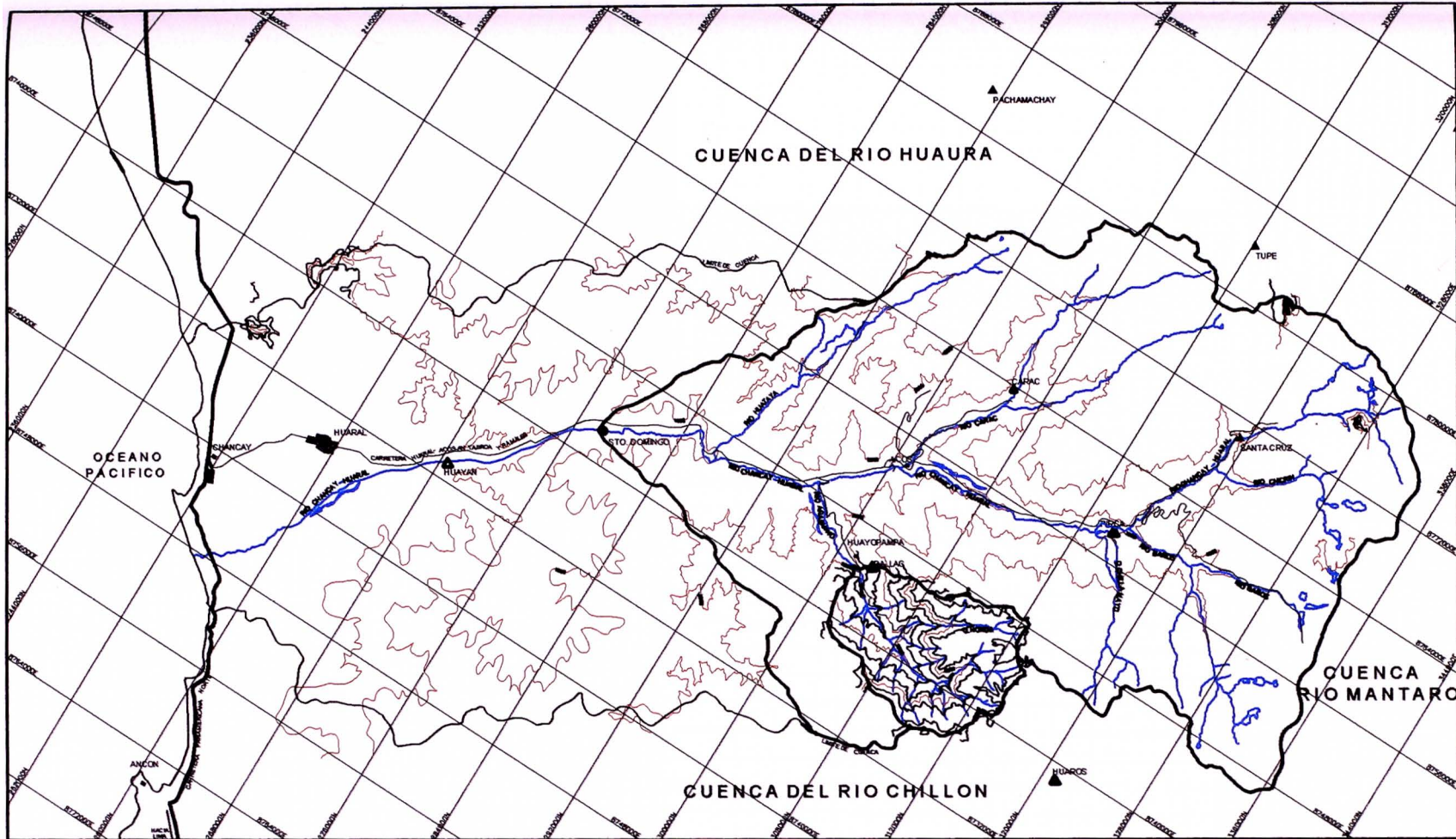
ASOCIACIONES DE GRANDES GRUPOS

- LITICO, LITOSOL DESÉRTICO, SUELOS PARDOS
- LITICO, LITOSOL DESÉRTICO, SUELOS PARDOS Y CASTAÑOS
- LITOSOL ANDINO Y SUELOS CATAROS (CASTAÑO ROJIZO)
- PÁRAMO ANDINO, LITOSOL ANDINO Y NIVAL



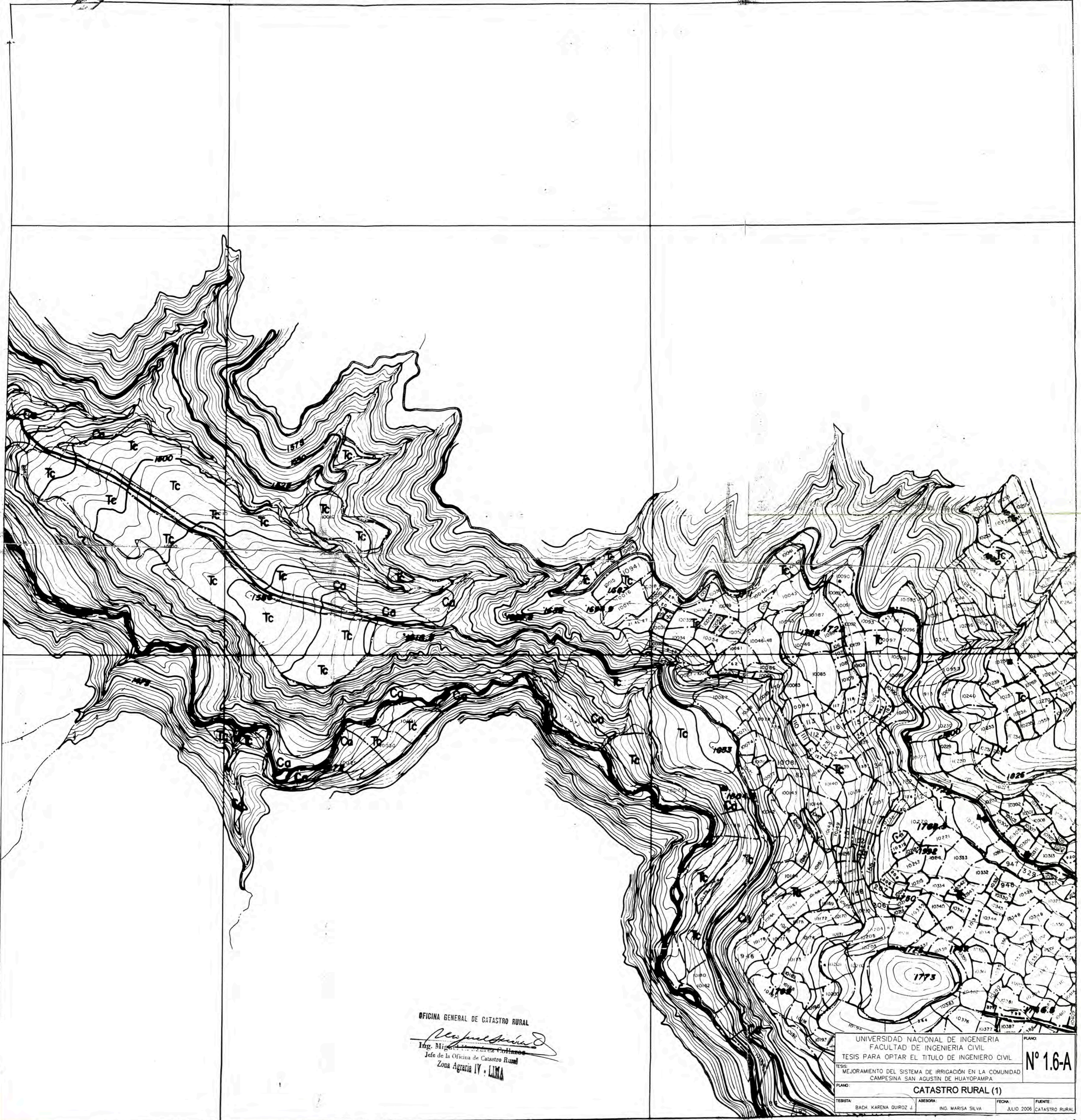
ZONA DE RIEGO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL				PLANO
TESIS: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE IRRIGACIÓN DE LA COMUNIDAD CAMPESINA SAN AGUSTÍN DE HUAYOPAMPA				N° 1.3
PLANO: MAPA DE SUELOS Y CAPACIDAD DE USOS				
TESISTA BACH. KARENA QUIROZ J.	ASESORA ING. MARISA SILVA	ESCALA S/E	FECHA JULIO 2006	FUENTE ONERN



LEYENDA	
●	ESTACIÓN HIDROLÓGICA
▲	ESTACIÓN METEOROLÓGICA CLIMATOLÓGICA
▲	ESTACIÓN METEOROLÓGICA
— (blue wavy line)	RIO
— (thick black line)	CARRETERA PANAMERICA NORTE
— (thin black line)	CARRETERA INTERPROVINCIAL
□	PUEBLO
■	CAPITAL DE PROVINCIA
— (dashed line)	LIMITE DE CUENCA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL		PLANO:
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE IRRIGACIÓN EN LA COMUNIDAD CAMPESSINA SAN AGUSTÍN DE HUAYOPAMPA		Nº 1.5
CUENCA HIDROGRAFICA		
TESISTA:	ASESORA:	FECHA:
BACH. KARENA QUIROZ J.	ING. MARISA SILVA	JULIO 2006
		FUENTE:
		ONERN



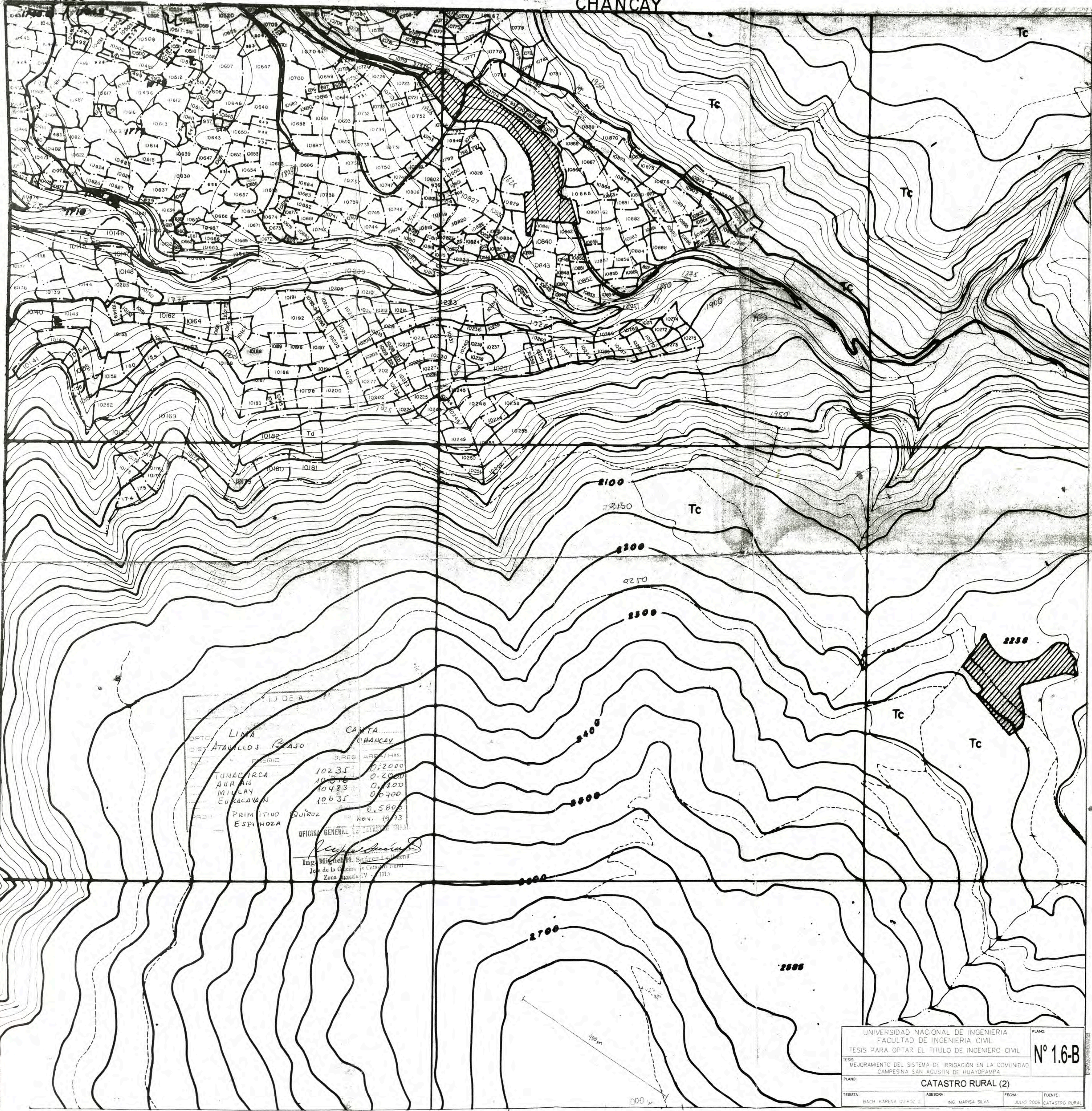
OFICINA GENERAL DE CATASTRO RURAL
[Signature]
 Ing. Miguel Ángel Chávez Collares
 Jefe de la Oficina de Catastro Rural
 Zona Agraria IV - LIMA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		PLANO
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL		Nº 1.6-A
TESIS: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE IRRIGACIÓN EN LA COMUNIDAD CAMPESINA SAN AGUSTIN DE HUAYOPAMPA		
PLANO: CATASTRO RURAL (1)		
TESISTA:	ASESORA:	FECHA:
BACH. KARENIA QUIROZ J	ING. MARISA SILVA	JULIO 2006
FUENTE:		CATASTRO RURAL

45

44

43



DPTO. LIMA		CANTA. CHANCAY	
DISTR. DE ATAVILLOS BAJO			
PROB. PRIMARIO	QUIROZ	NOV. 1993	
OFICINA GENERAL DE CATASTRO RURAL			
Ing. Miguel H. Sotelo Luján			
Jefe de la Oficina de Catastro Rural			
Zona Agraria V - LIMA			

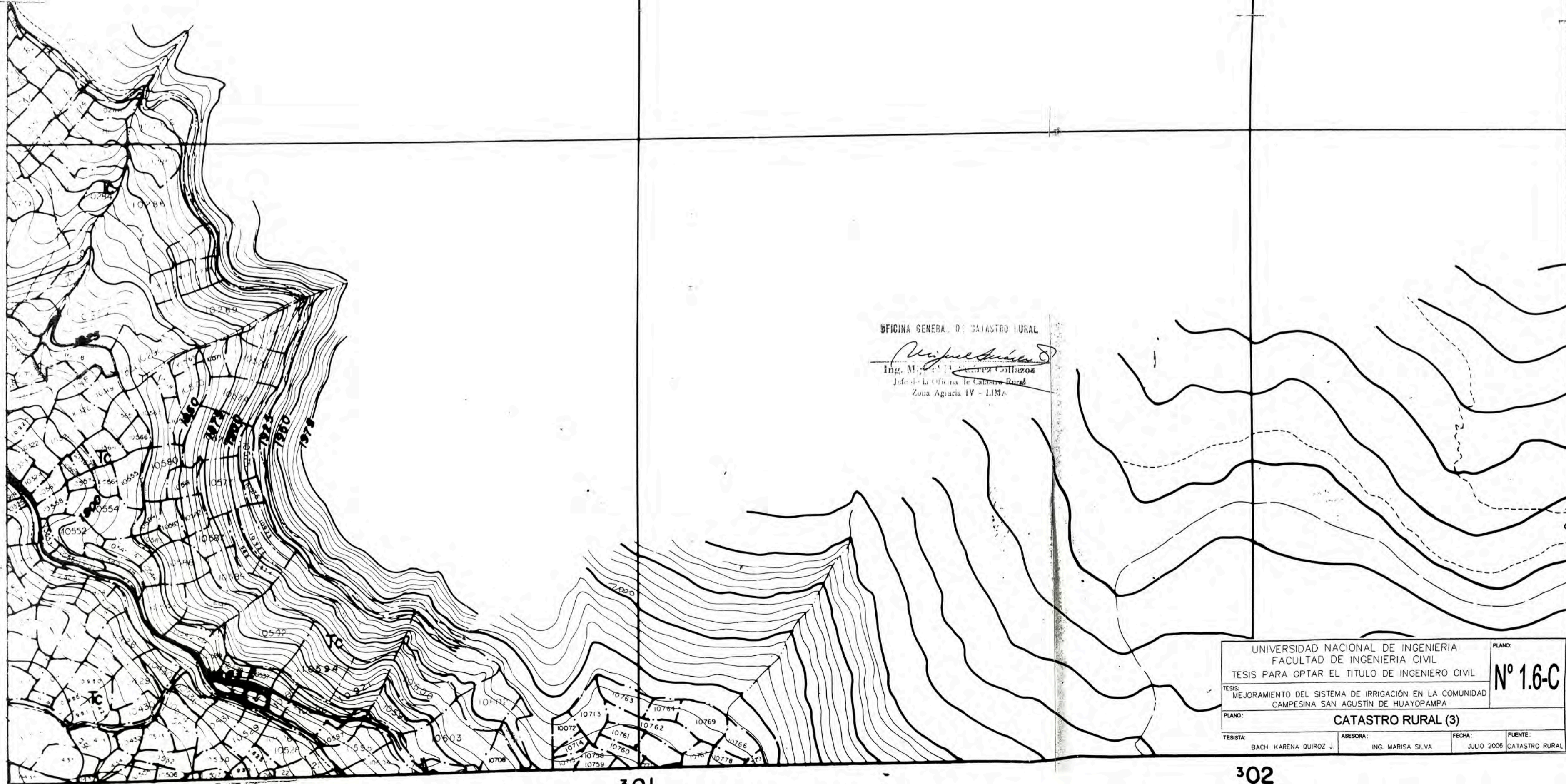
PROB.	AREA (HAB.)
TUNACIRCA	10235 0.2000
AURAN	10376 0.2000
MILAY	10483 0.100
EURACAYAN	10635 0.6700
	0.5800

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		PLANO:	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		N° 1.6-B	
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL			
TEMA: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE IRRIGACION EN LA COMUNIDAD CAMPESINA SAN AGUSTIN DE HUAYOPAMPA			
PLANO: CATASTRO RURAL (2)			
TESISTA:	ASESORA:	FECHA:	FUENTE:
BACH. KARENIA QUIROZ J.	ING. MARISA SILVA	JULIO 2006	CATASTRO RURAL

8747

8746

00 m N



OFICINA GENERAL DE CATASTRO RURAL

[Signature]
 Ing. M. *[Signature]*
 Jefe de la Oficina de Catastro Rural
 Zona Agraria IV - LIMA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		PLANO:
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL		Nº 1.6-C
TESIS: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE IRRIGACIÓN EN LA COMUNIDAD CAMPESINA SAN AGUSTIN DE HUAYOPAMPA		
PLANO: CATASTRO RURAL (3)		
TESISTA:	ASESORA:	FECHA:
BACH. KARENA QUIROZ J.	ING. MARISA SILVA	JULIO 2006
FUENTE: CATASTRO RURAL		

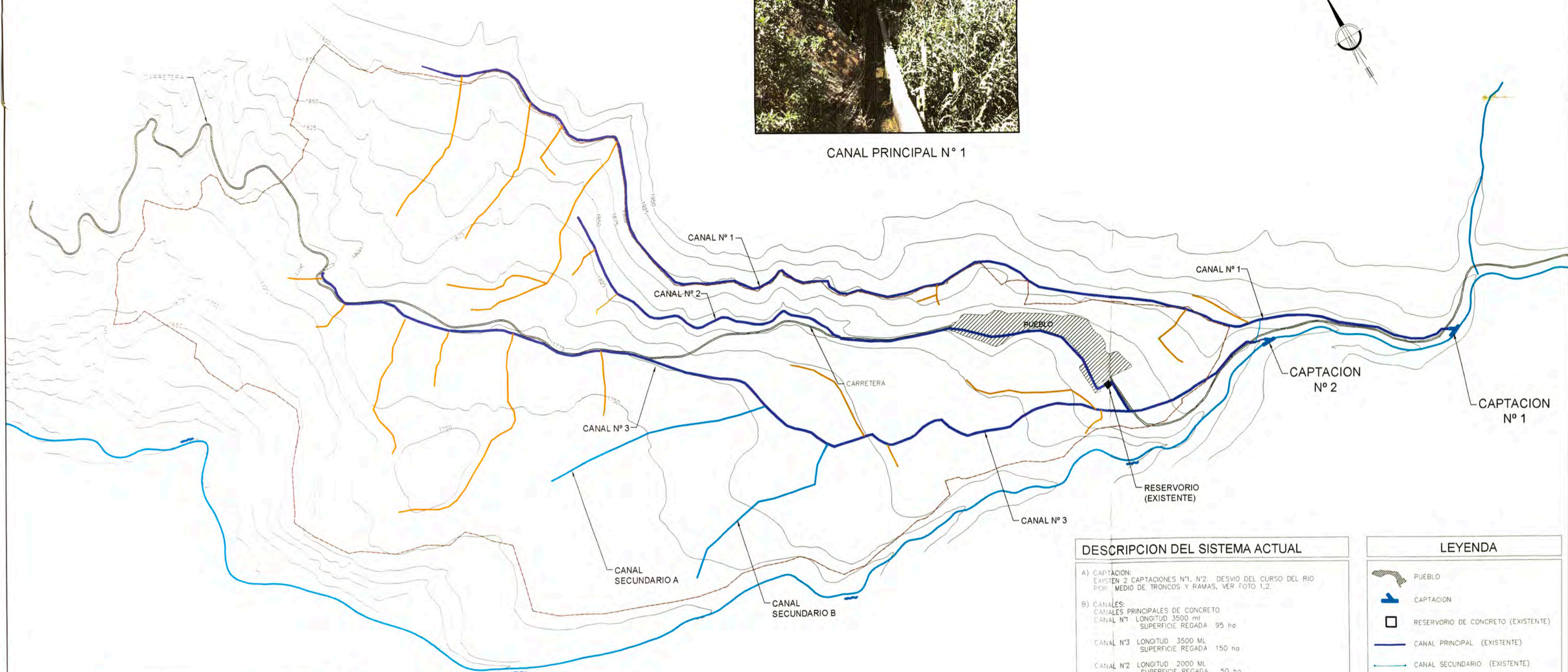
300 000 m E

301

302

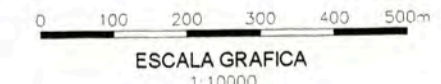


CANAL PRINCIPAL N° 1

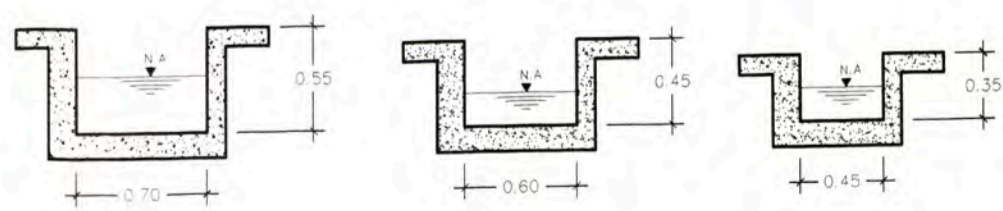


DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL	
A) CAPTACION:	EXISTEN 2 CAPTACIONES N°1, N°2. DESVIO DEL CURSO DEL RIO POR MEDIO DE TRONCOS Y RAMAS, VER FOTO 1,2.
B) CANALES:	CANALES PRINCIPALES DE CONCRETO
CANAL N°1	LONGITUD 3500 ml SUPERFICIE REGADA 95 ha
CANAL N°3	LONGITUD 3500 ML SUPERFICIE REGADA 150 ha
CANAL N°2	LONGITUD 2000 ML SUPERFICIE REGADA 50 ha
CANAL A	CANAL SECUNDARIO DE 700 ml
CANAL B	CANAL SECUNDARIO DE 600 ml
CANAL SECUNDARIO DE TIERRA	CON LONGITUD DE 6000 ml
C) RESERVORIO N°1	RESERVORIO DE CONCRETO ARMADO DE 29x48 Y 2.5m DE PROFUNDIDAD CON CAPACIDAD UTIL DE 3500 m ³

LEYENDA	
	PUEBLO
	CAPTACION
	RESERVORIO DE CONCRETO (EXISTENTE)
	CANAL PRINCIPAL (EXISTENTE)
	CANAL SECUNDARIO (EXISTENTE)
	CANAL TIERRA (EXISTENTE)
	CARRETERA



RESERVORIO EXISTENTE

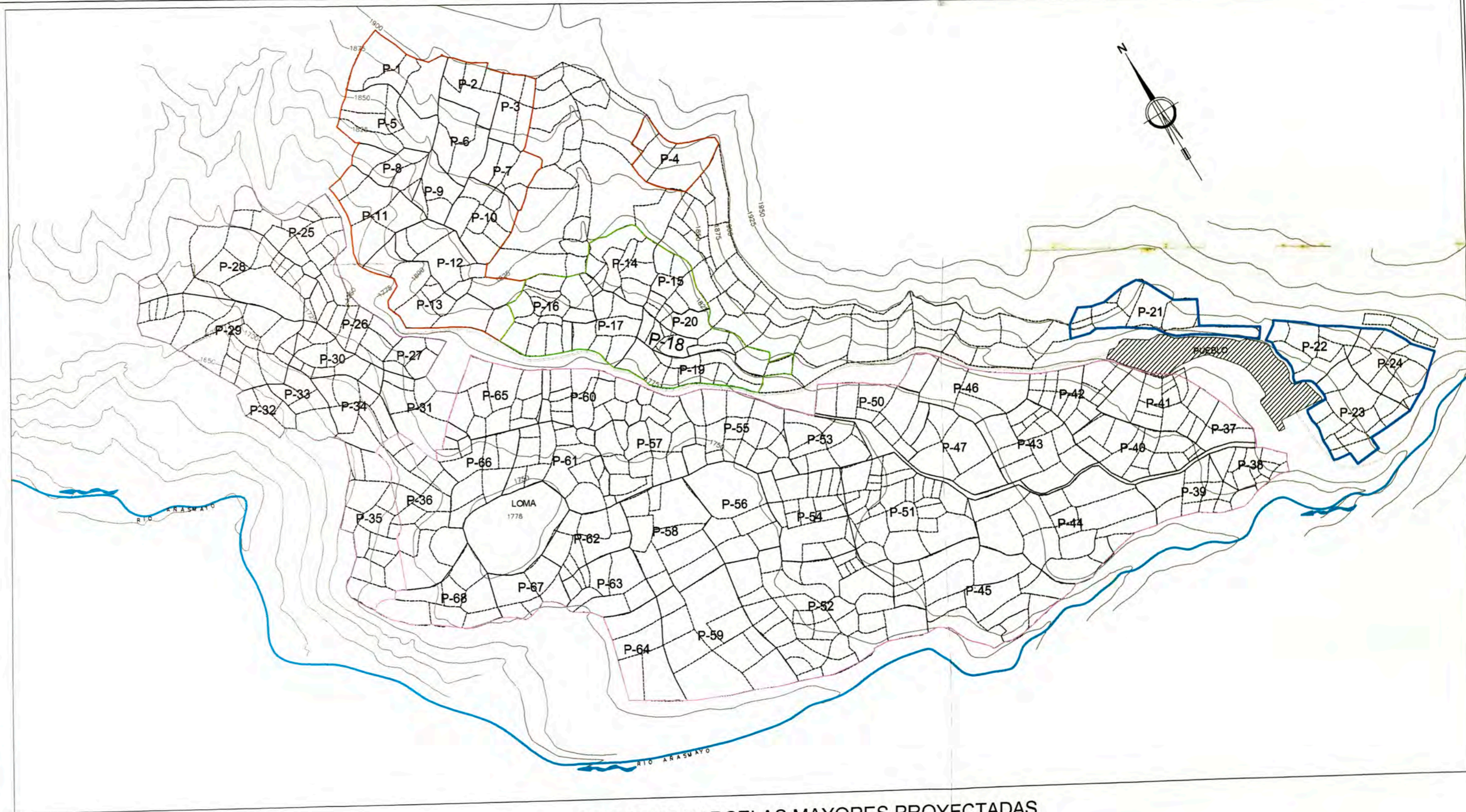


CANAL PRINCIPAL SECCION N°1, N°2 ESC 1:40
 CANAL PRINCIPAL SECCION N°3 ESC 1:40
 CANAL SECUNDARIO SECCION A,B ESC 1:40

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL			PLANO: N° 1.7
TESIS: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE IRRIGACION EN LA COMUNIDAD CAMPESINA SAN AGUSTIN DE HUAYOPAMPA			
PLANO: INFRAESTRUCTURA ACTUAL			LUGAR: HJARAL - LIMA
TESISTA: BACH. KARENA QUIROZ J.	ASESORA: ING. MARISA SILVA	ESCALA: 1 - 10 000	FECHA: JULIO '06
FUENTE: COMUNIDAD PEET- MINAG			

CUADRO DE AREAS

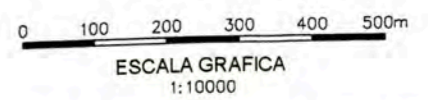
Sector	Parcela Mayor	Area (ha)	Area Parcial (ha)	
1	P1	3.85		
	P2	2.39		
	P5	4.05		
	P6	2.79		
	P8	2.16		
	P9	1.72		
	P11	3.94		
	P3	2.15		
	P7	2.28		
	P10	3.34		
	P12	4.49		
	P13	5.04		
	P4	3.68		
	Sub-Total		41.88	
2	P14	3.55		
	P16	4.95		
	P17	2.88		
	P18	1.22		
	P19	3.56		
	P15	2.01		
	P20	3.27		
	Sub-Total		21.44	
	3	P21	4.62	
		P22	3.14	
P23		5.06		
P24		3.56		
Sub-Total		16.38		
4	P28	9.02		
	P29	8.69		
	P30	2.25		
	P34	3.30		
	P32	5.51		
	P33	2.20		
	P25	4.51		
	P26	3.64		
	P27	1.54		
	P31	3.24		
	P35	6.60		
	P36	6.82		
	Sub-Total		50.5	
	5	P37	1.65	
P38		2.31		
P39		3.63		
P40		4.95		
P43		6.05		
P44		11.00		
P45		11.00		
P51		10.40		
P52		14.30		
P59		9.90		
P62		3.41		
P63		3.52		
P64		4.00		
P67		2.64		
P68		4.51		
P41		4.85		
P42		4.40		
P46		3.85		
P47	4.95			
P50	4.40			
P53	3.63			
P54	4.95			
P55	6.60			
P56	5.50			
P57	7.04			
P58	6.60			
P60	4.51			
P61	5.61			
P65	4.84			
P66	4.80			
Sub-Total		189.8		



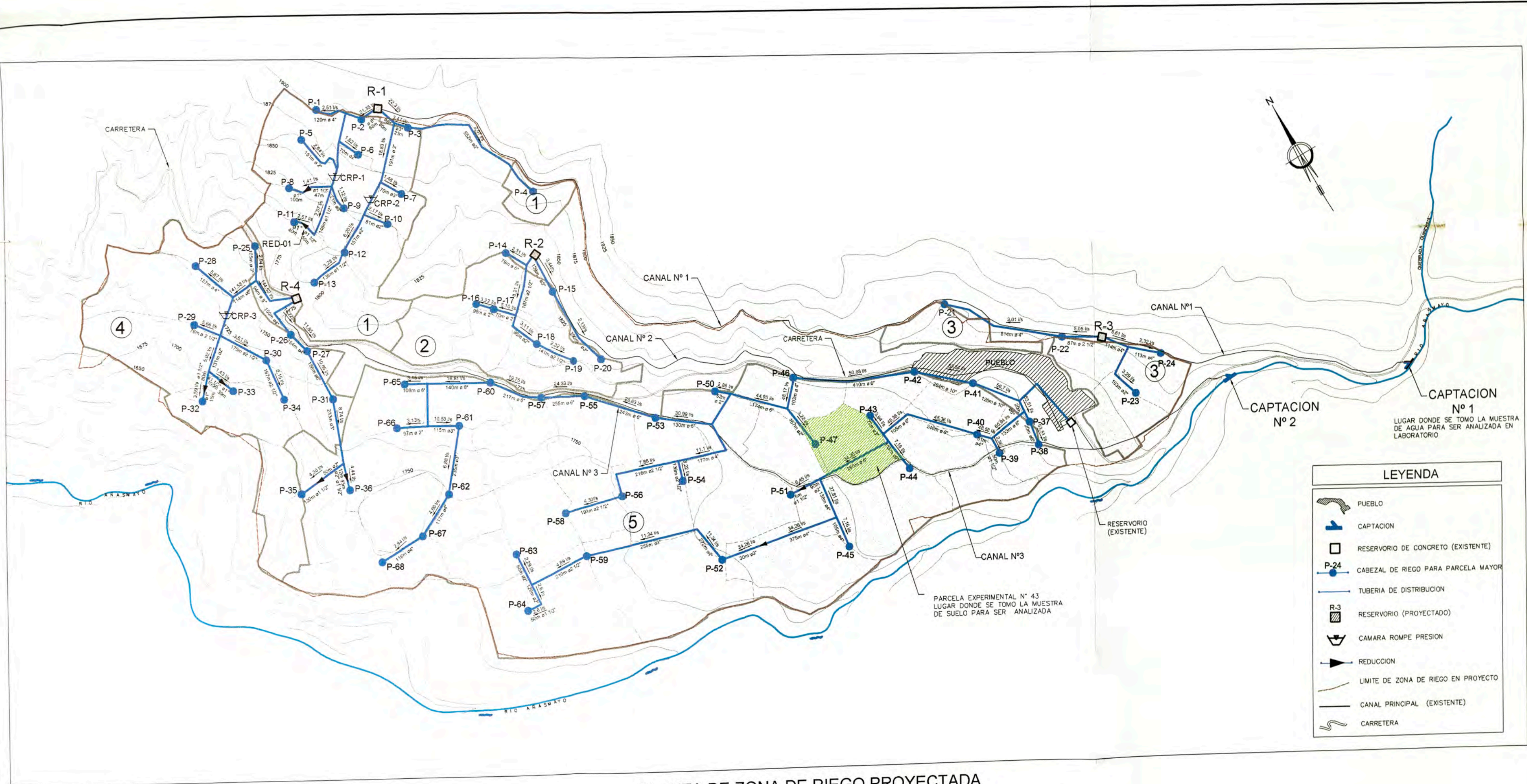
PLANTA DE PARCELAS MAYORES PROYECTADAS

ESC 1:10000

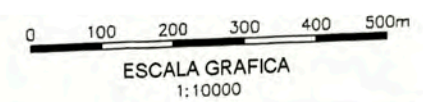
LEYENDA	
	PUEBLO
	PARCELA MAYOR PROYECTADA
	CARRETERA
	PARCELA EXISTENTE
	SECTOR 1
	SECTOR 2
	SECTOR 3
	SECTOR 4
	SECTOR 5



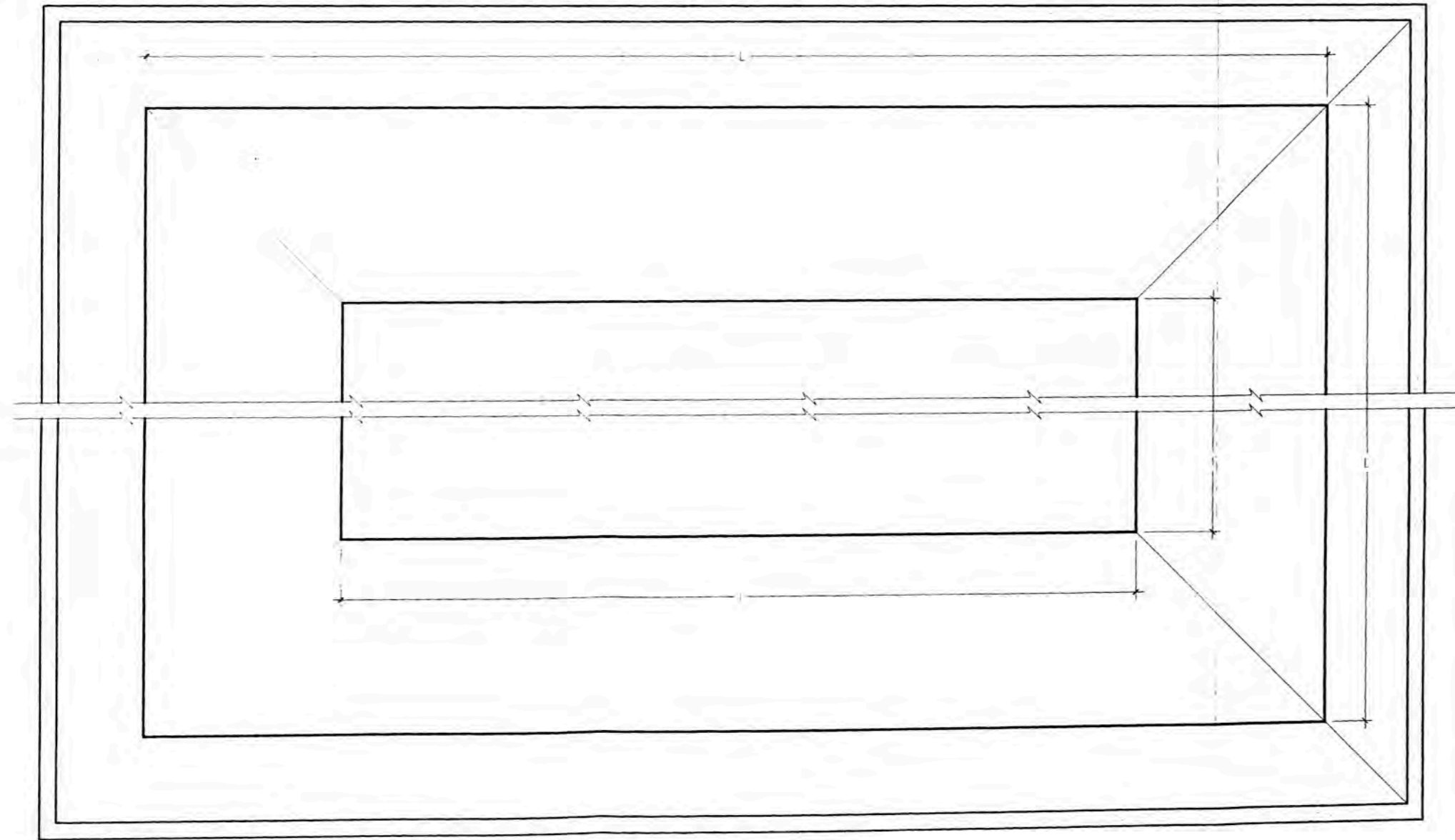
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL				PLANO: N° 4.1
TESIS: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE IRRIGACION EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE SAN AGUSTIN DE HUAYOPAMPA-HUARAL				
PLANO: SELECCION DE SECTORES Y PARCELAS MAYORES				
TESISTA: BACH. KARENA QUIROZ J.	ASESORA: ING. MARISA SILVA	ESCALA: 1 : 10 000	FECHA: MARZO 2007	FUENTE: COMUNIDAD PEET- MINAG



PLANTA DE ZONA DE RIEGO PROYECTADA
 ESC 1:10000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL				PLANO: N° 4.2
TEMA: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE IRRIGACION EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE SAN AGUSTIN DE HUAYOPAMPA-HUARAL				
PLANO: PROYECTO DE MEJORAMIENTO				
TESISTA: BACH. KARENA QUIROZ J.	ASESORA: ING. MARISA SILVA	ESCALA: 1 : 10 000	FECHA: MARZO 2007	FUENTE: COMUNIDAD PEET- MINAG



PLANTA
ESCALA 1:100

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL RESERVORIO.

EXCAVACION

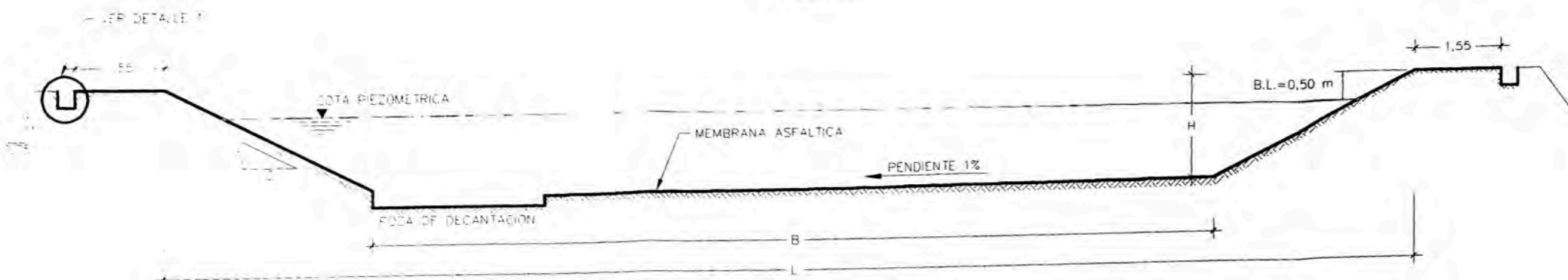
- 1.- La Excavación y preparación del terreno se hará con un talud (2-1)
- 2.- Se asegurará que el canal de ingreso al reservorio tenga elementos de protección adecuados para evitar la entrada de partículas en suspensión, basura, etc.
- 3.- Se eliminará todo material punzante y/o cortante.
- 4.- Se compactará toda la superficie del terreno
- 5.- Se preparará las zanjas para el anclaje y se implementará una baranda perimetral.

REVESTIMIENTO

- 1.- Se revestirá para asegurar la impermeabilidad del mismo y así evitar las pérdidas de agua almacenada por efecto de la infiltración.
- 2.- Para revestir el reservorio se usará membrana asfáltica de 3,0 mm. La elongación de las mismas deberá ser la adecuada para permitir adaptarse con facilidad a las formas del terreno sin sufrir daños por cambios de éste. Tendrá un buen comportamiento frente a hongos, álcalis, bacterias y una gran variedad de compuestos químicos.

UNION EN TRASLAPES

- 1.- En Planta: Se sellará por alta frecuencia que consiste en la aplicación de electrodos de alta frecuencia, sobre traslapes de 1 pulgada, originando de esta manera un calor interno y por consecuencia la fusión de polímeros constituyentes de dicha resina, dicho sistema permita la confección de piezas de gran tamaño.
- En Obra: Sellado químico en frío que consiste en la aplicación de un solvente sobre las caras en contacto (traslape de 0.20 m), mediante este sistema se unirán las piezas confeccionadas de gran tamaño.

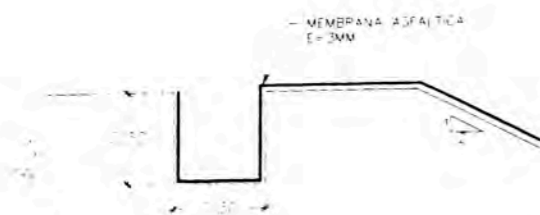


SECCION A - A
ESCALA 1:100

DIMENSIONES DE LOS RESERVORIOS

Denominación	Sector	B (m)	L (m)	H (m)	Tirante (m)	Cota Piezometrica	Vol. Util
R 01	S1	10,4	18,0	1,90	1,40	1905 m.s.n.m	289 m ³
R 02	S2	10,2	17,0	1,70	1,20	1830 m.s.n.m	227 m ³
R 03	S3	8,0	14,0	1,50	1,00	1925 m.s.n.m	124 m ³
R 04	S4	11,6	20	2,10	1,60	1760 m.s.n.m	409 m ³
R 05(*)	S5						

R 05(*) EL RESERVORIO SERA EL EXISTENTE
ALTURA DE VOLUMEN MUERTO SERA DE 30cm



DETALLE 1
ESCALA 1:20

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL				PLANO
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL				N° 4.3
TESIS: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE IRRIGACION EN LA COMUNIDAD CAMPESINA SAN AGUSTIN DE HUAYOPAMPA				
PLANO: DETALLE DE RESERVORIOS				
TESISTA	ASESORA	ESCALA	FECHA	FUENTE
BACH. KARENA QUIROZ J.	ING. MARISA SILVA	INDICADA	MARZO 2007	-