

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO  
AUTOMATIZADO, PARA EL CULTIVO DE CACAO (*THEOBROMA  
CACAO L.*) EN EL FUNDO “CANTAGALLO”, SAN MARTÍN-PERÚ”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÍCOLA**

**DANIEL ABRAHÁM ARIAS HIDALGO**

**LIMA-PERÚ**

**2019**

---

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación  
(Art.24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO  
AUTOMATIZADO, PARA EL CULTIVO DE CACAO (*THEOBROMA  
CACAO L.*) EN EL FUNDO “CANTAGALLO”, SAN MARTÍN-PERÚ”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**DANIEL ABRAHAM ARIAS HIDALGO**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Mg.Sc. DAVID RICARDO ASENCIOS TEMPLO

Presidente

Dr. NÉSTOR MONTALVO ARQUÍNIGO

Asesor

Ing. JUVENAL VIVANO GARCÍA ARMAS

Miembro

Mg.Sc. GONZALO RAMCÉS FANO MIRANDA

Miembro

LIMA - PERÚ

2019

## **DEDICATORIA**

A mis madres, Luz y Encarnación.

## **AGRADECIMIENTOS**

- Al Dr. Néstor Montalvo Arquíñigo, por ser mi patrocinador y por sus enseñanzas en clase.
- A mis profesores en la facultad de Ingeniería Agrícola, por su dedicación con la enseñanza.
- A la compañía Boranda Ingenieros SAC y al fundo “Cantagallo” por la confianza en mi persona para desarrollar este proyecto.
- A mis compañeros y amigos de la facultad de Ingeniería Agrícola.
- A la señorita, estudiante y futura Ingeniera Agrícola, Liliana Vargas por su constante apoyo incondicional.

## ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Generalidades.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo general .....	2
1.2.2. Objetivos específicos .....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Cultivo de cacao.....	3
2.1.1. Botánica del cacao .....	4
a) Raíces.....	4
b) Tallo y ramas .....	4
c) Hojas .....	4
d) Flores y frutos.....	5
2.1.2. Variedades cultivadas de cacao .....	5
a) Cacao criollo .....	5
b) Forastero.....	5
2.1.3. El cacao en el mercado mundial.....	6
2.1.4. Rendimiento de cacao .....	7
2.1.5. Producción del cacao en el Perú.....	8
2.1.6. Estacionalidad de la producción.....	9
2.1.7. Requerimientos hídricos del cultivo de cacao.....	10
2.2. Sistemas de riego por goteo .....	10
2.3. Componentes de un sistema de riego presurizado .....	11
2.3.1. Sistema de bombeo .....	12
a) Bombas de flujo radial.....	13
b) Punto de operación de bombas.....	14
c) Carga neta de succión (NPSH).....	14
d) Arranque de motores asíncronos .....	15
2.3.2. Sistema de filtrado .....	16
a) Tipo, tamaño y concentración de partículas.....	16
b) Caudal de diseño y pérdida de carga nominal.....	17
c) Tipos de sistemas de filtrado.....	17
c.1) Filtro hidro – ciclónico.....	18

c.2) Filtro de grava .....	19
c.3) Filtro de anillos.....	20
2.3.3. Sistema de control y medida .....	21
a) Contador <i>Woltman</i> .....	21
b) Reguladora de presión .....	21
c) Válvula de Alivio.....	22
d) Electroválvula.....	22
2.4. Necesidades hídricas de cultivos.....	22
2.4.1. Factores que afectan la evapotranspiración.....	23
a) Clima .....	23
b) Características del cultivo.....	23
c) Manejo y el medio de desarrollo.....	23
2.4.2. Coeficiente del cultivo .....	24
2.4.3. Fenología de la plantación .....	24
2.4.4. Método FAO Penman-Monteith.....	25
2.5. Diseño Agronómico .....	25
2.5.1. Volumen mojado del suelo.....	26
2.5.2. Número y disposición de emisores.....	27
2.5.3. Frecuencia y tiempo de riego .....	27
2.6. Diseño hidráulico en riego por goteo .....	28
2.6.1. Goteros en el sistema hidráulico.....	28
2.6.2. Relación caudal – presión en goteros .....	29
2.6.3. Tolerancia de caudales.....	29
2.6.4. Efecto de la disminución progresiva del caudal.....	30
2.6.5. Factor de corrección por conexión de emisor .....	30
2.6.6. Presión necesaria .....	31
2.7. Automatización de sistemas de riego presurizados.....	31
2.7.1. Nivel de automatización .....	32
2.7.2. Tipos de sistemas de control .....	33
a) Por tiempos.....	33
b) Volúmenes.....	34
c) Radiación y evaporación.....	34
2.8. Análisis financiero de proyecto .....	35
2.8.1. Flujo de caja .....	35

2.8.2. Valor actual neto de la inversión (VAN) .....	35
2.8.3. Tasa interna de retorno (TIR).....	36
III. METODOLOGÍA .....	37
3.1. Descripción del área de estudio .....	37
3.1.1. Ubicación y extensión.....	37
a.) Ubicación política .....	37
b.) Ubicación geográfica.....	37
c.) Vías de acceso.....	37
d.) Extensión .....	38
3.2. Materiales .....	38
3.3. Metodología de estudio .....	39
3.3.1. Recopilación de información de base .....	41
a.) Topografía .....	41
b.) Fuente de agua .....	41
c.) Suelos .....	41
d.) Data climática .....	41
e.) Características del cultivo instalado.....	41
f.) Disponibilidad eléctrica.....	42
3.3.2. Balance hídrico.....	42
3.3.3. Diseño agronómico.....	42
a.) Cálculo de Evapotranspiración (Etc) .....	42
b.) Cálculo de necesidades totales hídricas (Nt) .....	43
c.) Porcentaje de superficie mojada .....	44
3.3.4. Diseño hidráulico y simulación de redes .....	44
a.) Diseño y optimización del lateral de riego .....	45
b.) Diseño de porta lateral.....	49
c.) Diseño de matriz .....	49
d.) Selección de la bomba.....	52
3.3.5. Automatización del sistema .....	54
3.3.6. Metrados y Análisis de costos .....	54
3.3.7. Análisis financiero.....	54
a Flujo de caja .....	54
b Valor actual neto de la inversión (VAN) .....	55
4.8.3 Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	55

IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....	56
4.1 Características de data recopilada .....	56
4.1.1 Topografía.....	56
4.1.2 Fuente de agua .....	56
4.1.3 Suelos .....	56
4.1.4 Data climática .....	56
4.1.5 Características de los cultivos.....	58
4.1.6 Fuente de energía .....	58
4.2 Balance hídrico .....	58
4.2.1 Oferta hídrica-precipitación efectiva.....	58
4.2.2 Demanda hídrica potencial (Eto) .....	60
4.2.3 Diseño y proyección de reservorio.....	61
4.3 Diseño agronómico .....	64
4.3.1 Cálculo de evapotranspiración del cultivo.....	64
4.3.2 Eficiencia de riego.....	64
4.3.3 Lamina bruta .....	64
4.3.4 Selección de emisor y características .....	66
4.3.5 Precipitación horaria .....	66
4.3.6 Frecuencia y tiempo de riego.....	66
4.3.7 Área por turno de riego y operación del sistema .....	66
4.4 Diseño hidráulico .....	68
4.4.1 Diseño del lateral .....	68
4.4.2 Diseño de porta lateral.....	68
4.4.3 Diseño de matriz .....	69
4.4.4 Red de tubería para cableado .....	71
4.4.5 Diseño de arco de riego .....	71
4.4.6 Presión de operación y funcionamiento .....	72
4.4.7 Perfil de presiones en las tuberías .....	72
4.5 Diseño de automatización.....	73
4.5.1. Electroválvula .....	74
4.5.2. Programador de riego .....	74
4.5.3. Conexión programador-tablero.....	75
4.5.4. Tendido eléctrico.....	75
4.6 Diseño de cabezal de bombeo.....	75

4.6.1	Unidad de bombeo.....	76
4.6.2	Unidad de filtrado.....	77
4.6.3	Válvula de retro lavado.....	79
4.6.4	Unidad de fertilización.....	80
4.6.5	Válvula de control – caudalímetro.....	80
4.6.6	Válvula sostenedora de presión.....	80
4.6.7	Válvula de alivio.....	81
4.6.8	Válvula de aire.....	82
4.6.9	Válvula anti-retorno horizontal.....	82
4.7	Operación y mantenimiento del sistema.....	83
4.7.1	Cabezal de bombeo.....	83
a)	Módulo de bombeo.....	83
b)	Módulo de filtrado.....	84
c)	Programador de riego y sistema de electroválvulas.....	84
d)	Válvulas, accesorios, y equipos de medición.....	84
4.7.2	Sistema de tubería.....	84
a)	Lavado de tuberías.....	84
b)	Lavado de línea de goteo.....	85
c)	Mantenimiento de tuberías y arcos de riego.....	85
d)	Inyección de cloro a la red hidráulica.....	85
e)	Inicio y puesta en marcha del sistema.....	85
4.8	Cronograma y calendario de ejecución.....	86
4.9	Metrados, costos unitarios y presupuesto de instalación.....	88
4.10	Análisis económico del proyecto.....	90
4.10.1	Costo de inversión.....	90
4.10.2	Proyección de ingresos – producción del cultivo.....	90
A.)	Proyección de ingreso.....	90
B.)	Proyección Egresos.....	91
b.1)	Costo de producción agrícola.....	91
b.2)	Costo de bombeo.....	91
b.3)	Costos de mantenimiento de infraestructura de riego.....	93
b.4)	Costos de planilla y gastos técnicos.....	95
b.5)	Costos de depreciación de infraestructura de riego instalada.....	95
C.)	Flujo de caja.....	95

c.1) Flujo de caja con proyecto de riego .....	95
c.2) Flujo de caja sin proyecto de riego .....	95
c.3) Flujos incrementales .....	95
4.10.3 Indicadores de rentabilidad .....	98
4.10.3.1) Valor actual neto (VAN) .....	98
4.10.3.2) Relación beneficio costo (RBC) .....	98
4.10.3.3) Tasa interna de retorno (TIR) .....	98
4.10.3.3) Periodo de recuperación de inversión (PRI).....	98
4.10.4 Análisis de sensibilidad .....	99
4.10.4.1) Variación de rendimiento de cacao – (Kg/Ha).....	99
4.10.4.2) Variación de costo de producción.....	100
4.11 Identificación de variables ambientales y valorización de efectos .....	102
V. CONCLUSIONES .....	105
VI. RECOMENDACIONES .....	106
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	107
VIII. ANEXOS .....	112

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Diferencias entre el Cacao Criollo y el Forastero.....	6
Tabla 2:Caracterización de partículas en el agua de riego.....	17
Tabla 3:Tamaño de orificio para diferentes mesh.....	17
Tabla 4: Equivalencias, números de Mesh .....	20
Tabla 5: Coeficientes de descargas de emisores .....	29
Tabla 6: Características cacao CCNN-51 .....	42
Tabla 7: Acumulados mensuales de oferta y demanda en m <sup>3</sup> (2010-2016).....	60
Tabla 8: Necesidades hídricas de cultivo de cacao (2010-2016) .....	65
Tabla 9: Características-Diseño Agronómico .....	67
Tabla 10: Características de operación-turnos de riego.....	68
Tabla 11: Conformación porta lateral telescópico .....	69
Tabla 12: Altura Dinámica Total por Sectores de Riego.....	72
Tabla 13: Requerimiento de potencia por sectores de Riego.....	76
Tabla 14: Presupuesto de Instalación de Sistema por Componente.....	88
Tabla 15: Rendimiento Anual Cacao Seco .....	91
Tabla 16: Costo de Producción de cacao .....	92
Tabla 17: Costos de Riego por Bombeo .....	93
Tabla 18:Costo de Bombeo Mensual.....	93
Tabla 19: Costos de mantenimiento anual de infraestructura de riego.....	94
Tabla 20: Costos técnicos administrativos anuales, con y sin proyecto.....	94
Tabla 21: Depreciación de Infraestructura Instalada.....	95
Tabla 22 :Flujo de caja económico con proyecto para 10 años .....	96
Tabla 23: Flujo de caja económico sin proyecto, para 10 años .....	97
Tabla 24: Flujos incrementales .....	97
Tabla 25: Periodo de recuperación de inversión– 10 Años .....	98
Tabla 26: Variación de rendimiento cacao .....	99
Tabla 27: Variación de costos de producción .....	100
Tabla 28: Identificación de aspectos ambientales .....	102
Tabla 29: Valorización de impactos y efectos en la etapa de construcción.....	103
Tabla 30: Valorización de impactos y efectos en la etapa de mantenimiento ..	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zonas de Producción de Cacao en el Mundo .....	3
Figura 2 : Área cosechada principales países (2013) .....	7
Figura 3: Rendimiento Mundial de cacao en grano en el año 2013.....	7
Figura 4: Principales regiones productoras - 2015 (toneladas producidas).....	8
Figura 5: Rendimiento de Cacao / Ha .....	9
Figura 6: Estacionalidad de la producción de cacao -Perú .....	9
Figura 7: Esquema de tipos de Succión.....	12
Figura 8: Esquema bomba centrífuga.....	13
Figura 9: Esquema de operación y funcionamiento .....	14
Figura 10: Curvas de par en el arranque estrella-triángulo.....	15
Figura 11: Diagrama de funcionamiento .....	18
Figura 12: Diagrama de funcionamiento .....	19
Figura 13: Esquema de filtro de anillos.....	20
Figura 14: Esquema de contador Woltman.....	21
Figura 15: Esquema de regulador de presión.....	22
Figura 16: Fenología del Cacao .....	24
Figura 17: Esquema del porcentaje de suelo mojado en riego localizado.....	26
Figura 18: Disposición de emisores .....	27
Figura 19.: Ubicación del Fundo Cantagallo .....	38
Figura 20. : Metodología del Proyecto .....	40
Figura 21: Secuencia de Diseño Hidráulico.....	44
Figura 22 Algoritmo - Diseño de Lateral conociendo presión aguas abajo .....	47
Figura 23: Algoritmo - Diseño de Lateral conociendo presión aguas arriba.....	48
Figura 24: Algoritmo - Diseño de Porta Lateral .....	50
Figura 25: Algoritmo - Diseño de Matriz .....	51
Figura 26: Algoritmo – Selección de bomba .....	53
Figura 27: Diagramas de variables climáticas .....	57
Figura 28: Precipitación efectiva (2010-2016) .....	59
Figura 29: Evapotranspiración (2010-2016).....	60
Figura 30: Balance hídrico mensual (2010-2016).....	61
Figura 31: Precipitaciones diaria acumuladas 24hrs .....	62
Figura 32: Esquema y proyecciones del reservorio- Fundo “Cantagallo” .....	63

Figura 33: Planteamiento hidráulico de tuberías.....	70
Figura 34: Características de Arco de Riego .....	71
Figura 35: Diagrama de instalación.....	73
Figura 36: Esquema Electroválvula 200-PGA.....	74
Figura 37: Esquema de conexión de Relé.....	75
Figura 38: Curvas de Datos de Prestaciones .....	77
Figura 39: Vista de equipos de filtrado.....	78
Figura 40 : Esquema de Filtros .....	79
Figura 41: Válvula de Retro lavado.....	79
Figura 42: Válvula Caudalímetro “Woltman” .....	80
Figura 43: Válvula Sostenedora de Presión .....	81
Figura 44: Válvula de alivio.....	81
Figura 45:Valvula de Aire de Doble efecto .....	82
Figura 46:Valvula anti-retorno.....	82
Figura 47: Diagrama de Gantt para la instalación de sistema.....	87
Figura 48: Distribución porcentual de los Costos de cada Componente .....	89
Figura 49: Análisis de sensibilidad- rendimiento cacao (Kg/Ha) .....	100
Figura 50: Análisis de sensibilidad- costo producción cacao (s./Ha).....	101

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Información meteorológica.....	113
ANEXO 2: Plano Topográfico.....	119
ANEXO 3: Plano de distribución de tuberías.....	120
ANEXO 4: Planteamiento hidráulico de tuberías.....	121
ANEXO 5: Tendido Eléctrico.....	122
ANEXO 6: Línea de presión desde el cabezal a la válvula de cada turno...	123
ANEXO 7: Plano de detalle de electroválvulas.....	125
ANEXO 8: Plano de detalle de programador de riego.....	126
ANEXO 9: Plano de cabezal de riego- vista planta.....	127
ANEXO 10: Plano de cabezal - corte A-A.....	128
ANEXO 11: Plano de cabezal - corte B-B.....	129
ANEXO 12: Plano de succión y descarga.....	130
ANEXO 13: Cálculos Hidráulicos en laterales.....	131
ANEXO 14: Cálculos Hidráulicos en Porta laterales.....	132
a) Porta lateral- T_1.....	132
b) Porta lateral- T_2.....	134
c) Porta lateral- T_3.....	136
d) Porta lateral- T_4.....	139
e) Porta lateral- T_5.....	141
f) Porta lateral- T_6.....	144
g) Porta lateral- T_7.....	146
h) Porta lateral- T_8.....	148
ANEXO 15: Cálculos Hidráulicos en Matriz.....	150
a) Matriz T_1.....	150
b) Matriz T_2.....	150
c) Matriz T_3.....	150
d) Matriz T_4.....	150
d) Matriz T_5.....	151
e) Matriz T_6.....	151
f) Matriz T_7.....	151
f) Matriz T_8.....	151

ANEXO 16: Metrados .....	152
a) Metrado y Subpresupuesto de Reservorio .....	152
b) Metrado y Subpresupuesto de Caseta de Bombeo .....	153
c) Metrado y Subpresupuesto de Tendido Hidráulico .....	155
ANEXO 17: Análisis de precios unitarios .....	156
a) Análisis de Precios Unitarios - Reservorio.....	156
b) Análisis de Precios Unitarios – Caseta de Bombeo .....	160
c) Análisis de Precios Unitarios – Tendido Hidráulico.....	176

## RESUMEN

El presente trabajo consistió en realizar el diseño agronómico, hidráulico, diseño de automatización y evaluación económica de un sistema de riego por goteo, para el cultivo de cacao en el fundo “Cantagallo”- San Martín, Perú. Ubicado en las siguientes coordenadas, latitud Sur de 8°18'51.41"S y longitud Oeste 76°26'10.40"O a una altura de 486 msnm. La extensión sobre la cual se desarrollará el presente trabajo, corresponde a 13.5 hectáreas, de una plantación de Cacao de variedad forastero CCN-51 de 6 años.

Debido al régimen de las precipitaciones, las necesidades de riego del cultivo son estacionales, siendo el rango Junio a Setiembre el periodo crítico en el cual se registra una evapotranspiración de 3.5 mm. Se estableció 8 turnos de riego con dos líneas de laterales para cada hilera de plantas, con 4 goteros por planta. La red hidráulica está comprendida por tuberías primarias, secundarias y terciarias de Polietileno de C-10 (clase 10), las cuales alimentarán al tendido de laterales. Para tal propósito, se utilizarán tuberías de 75 mm, 63 mm y 48 mm. Para esta red las velocidades de operación no superan los 2 m/seg.

La estación de bombeo posee una altura dinámica total (ADT) de 45.12, un caudal de operación por turno de 6.38L/Seg, para lo cual se dimensiona una potencia de 7.5HP. El sistema de filtrado está conformado por una batería de 2 filtros de anillo con retro lavado en línea con dos hidrociclones. La capacidad del sistema de filtrado es de 13.8 L/seg. La automatización del presente sistema es de bucle abierto, para lo cual utiliza electroválvulas de 2", las cuales se encuentran interconectadas por una red de cableado (cables señal y común). Están controladas mediante un programador de riego que permite la activación de las electroválvulas y la estación de bombeo. Así mismo, el sistema posee un sensor de lluvia el cual apagará el sistema en caso de precipitaciones.

El costo total para la implementación de este sistema de riego por goteo automatizado; involucrando el suministro de equipos, infraestructura civil, mano de obra no calificada, mano de obra calificada, supervisión, gastos generales y utilidades, resulta un monto de s./ 236 092.57 soles incluidos impuestos. Se determinó la rentabilidad económica del proyecto, mediante las siguientes ratios financieros: VAN, TIR, RBC y PRI, correspondiente a s./ 236'440.83 soles, 32.09 %, 1.53 y tercer año respectivamente. Resultando económicamente aceptables y positivos.

**Palabras clave:** Cacao, Automatización, Bombeo, Riego, Goteo

## ABSTRACT

The present work consisted of carrying out the agronomic, hydraulic, automation design and economic evaluation of a drip irrigation system, for the cultivation of cocoa in the “Cantagallo” farm - San Martin, Perú. Located at the following coordinates, South latitude of  $8^{\circ} 18'51.41''$  S and West longitude  $76^{\circ} 26'10.40''$  Or at a height of 486 meters above sea level. The extension on which the present work will be carried out corresponds to 13.5 hectares of a 6-year-old CCN-51 foreign cocoa plantation.

Due to the rainfall regime, the crop's irrigation needs are seasonal, with the June to September range being the critical period in which a 3.5 mm evapotranspiration is recorded. 8 irrigation shifts were established, with two lateral lines for each row of plants, with 4 drippers per plant. The hydraulic network is comprised of primary, secondary and tertiary C-10 Polyethylene pipes (class 10), which will feed the lateral laying in the cocoa fields. For this purpose, 75 mm, 63 mm and 48 mm pipes will be used. For this network, the operating speeds do not exceed 2 m / sec.

The pumping station has a total dynamic height (ADT) of 45.12, an operating flow per shift of 6.38L / Sec, for which a power of 7.5HP is dimensioned. The filtering system consists of a battery of 2 ring filters with back-in-line washing with two hydrocyclones. The capacity of the filtering system is 13.8 L / sec. The automation of this system is open loop, for which it uses 2 ” solenoid valves, which are interconnected by a wiring network (signal and common cables). They are controlled by an irrigation programmer that allows the activation of the solenoid valves and the pumping station. Likewise, the system has a rain sensor which will turn off the system in case of precipitation.

The total cost for the implementation of this automated drip irrigation system; involving the supply of equipment, civil infrastructure, unskilled labor, skilled labor, supervision, general expenses and utilities, it is an amount of s / 236 092.57 soles including taxes. The economic profitability of the project was determined through the following financial ratios: VAN, TIR, RBC and PRI, corresponding to s / 236'440.83 soles, 32.09%, 1.53 and third year respectively. Being economically acceptable and positive.

**Keywords:** Cocoa, Automation, Pumping, Irrigation, Drip

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Generalidades.

El cacao (*Theobroma cacao L.*) con centro de origen en la región nororiental del Perú (Krug & Quarter-Papafio, 1964), se distribuye principalmente en regiones tropicales y subtropicales, comercialmente cultivadas entre 15° al norte y 15° al sur de la línea ecuatorial. Es un cultivo con gran proyección, debido principalmente a la creciente demanda de mercados internacionales los cuales superan la oferta de producción en campo actual. En este sentido, entre los años 2009 y 2015 a nivel de superficie cultivada en Perú, se ha tenido un crecimiento promedio anual de un 15,5 por ciento. Siendo la producción nacional entre estos años 34 y 87.3 mil toneladas respectivamente, representando un incremento de 137,2 por ciento entre ambos (Romero, 2016).

A nivel de producción nacional, la Región San Martín, donde se desarrolla el presente proyecto de tesis, es una de las zonas más importantes, representando el 43 por ciento de la producción, siendo su principal variedad cultivada la forastera CCN-51, estando las plantaciones establecidas bajo el sistema de secano. Es debido a esto; que una de las principales problemáticas de los productores en esta locación, es el déficit hídrico en los meses de estiaje, ocasionado por precipitaciones menores de 100mm mensuales, situación que se viene presentando más marcadamente año tras año a consecuencia de escenarios globales como el cambio climático y locales como la deforestación de áreas. Esta situación, afecta directamente la floración y el brote de hojas jóvenes; convirtiéndose en un limitante dentro del ciclo productivo, con repercusión en rendimientos.

En este sentido se debe buscar potenciar la productividad, la cual se ve limitada por prácticas de agricultura bajo secano, situación que se ve agravada por la reducción en la frecuencia e incidencia de precipitaciones en los meses de Junio – Setiembre; siendo este cultivo particularmente sensible a la deficiencia de agua (Alvin; 1977), la cual es la principal responsable de la variabilidad en rendimientos en producción (Alvin; 1977).

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Realizar el diseño, automatización y evaluación técnica económica para la implementación del sistema de riego por goteo automatizado para el cultivo de cacao en el fundo “Cantagallo”; Tocache – Perú

### **1.2.2. Objetivos específicos**

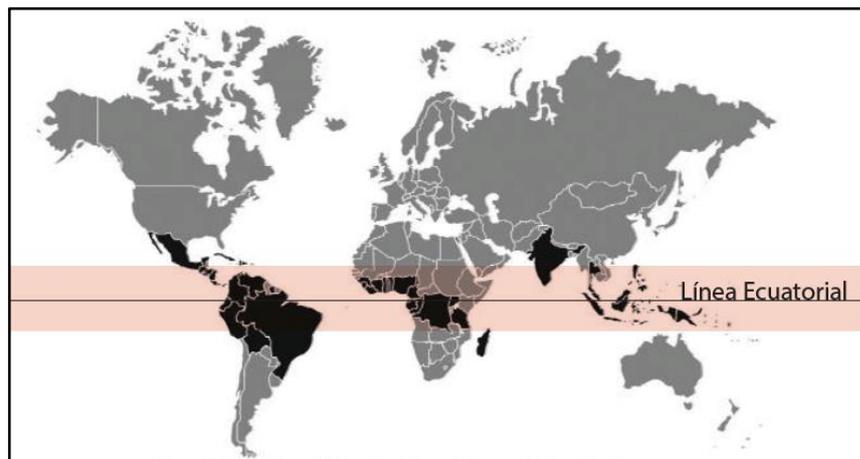
- Realizar el diseño agronómico e hidráulico del sistema de riego por goteo.
- Realizar el diseño de la automatización del sistema hidráulico propuesto.
- Realizar los metrados, análisis de costos unitarios y determinar la rentabilidad económica del proyecto.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

*Theobroma cacao* L. es una especie arbórea tropical preferentemente de polinización alógama, perteneciente a la familia botánica Malvaceae (Alverson, Whitlock, Nyffeler, Bayer, & Baum, 1999). Bajo condiciones naturales el árbol puede alcanzar de 20 a 25 metros de altura(Almeida & de Valle, 2007), mientras que cuando es manejado agronómicamente varía de 3 a 5 m con fines de accesibilidad para la cosecha. El techo productivo de este cultivo se encuentra condicionado a factores relacionados al stress hídrico y manejo del riego(Alvim & Alvim, 1977).

### 2.1. Cultivo de cacao.

El origen geográfico del cacao es Sudamérica (Motamayor et al., 2002), donde se pueden encontrar varias poblaciones silvestres en las regiones amazónica. Así mismo, se considera uno de los cultivos perennes más importantes del planeta, con una producción mundial estimada de 4.6 millones de toneladas para el año 2010. Se cultiva predominantemente en las áreas tropicales de América Central y del Sur, Asia y África (Romero, 2016)



**Figura 1: Zonas de Producción de Cacao en el Mundo**

Fuente: Romero; 2016

### **2.1.1. Botánica del cacao.**

#### **a) Raíces**

(Mommer, 1999), el árbol de cacao; desarrollara una raíz que alcanzara una profundidad de 80 centímetros, al cabo de cinco años establecida la plantación en condiciones favorables para esta. Logrando alcanzar las capas más profundas del suelo, hasta un máximo de 2-2.5 m.

En una etapa temprana de la planta, se caracteriza por la abundancia de cabellera radicular y pelos adsorbentes, justo debajo del cuello. En una madura La mayoría de las raíces finas y secundarias se encuentran en los primeros 15-20 cm del eje de la planta (Wood & Lass, 1987)

En este sentido; la distribución de raíces del cacao se puede caracterizar como una malla densa de cabellera radicular(superficial), con una raíz principal, que ancla el árbol. La raíz es esencial para la absorción de agua y minerales en seco. Periodos (Batista, 2009).

#### **b) Tallo y ramas**

El árbol de cacao puede alcanzar una altura de 8-10 metro de altura bajo condiciones de libre crecimiento, posee un patrón de crecimiento característico en forma de pisos. La planta se mantiene con un solo piso hasta los 2 primeros metros; posterior a esto ira formando una arquitectura de ramas (3 a 5) escalonada(Wood & Lass, 1987).

#### **c) Hojas**

La producción de hojas es en serie (descarga) y el crecimiento de estas es un proceso discontinuo. El brote terminal se dispara y produce de tres a seis hojas rápidamente. Estas hojas cuelgan verticalmente, son muy suaves y tiernas y tienen un color rojo, sensibles a enfermedades e insectos. Pero pronto se vuelven turgentes, verdes y toman una posición "vertical". Una vez que la serie termina, los brotes foliares permanecen dormantes hasta que los factores internos o

ambientales induzcan a una nueva descarga (Kummerow, Kummerow, & Souza da Silva, 1982)

**d) Flores y frutos**

Las flores crecen directamente sobre la madera vieja del tallo y ramas. Apareciendo las inflorescencias en forma de cojinetes, 5-15 delicadas flores rosa blanquecinas. Cinco es el número básico para la estructura compleja de la flor: cinco sépalos libres; cinco pétalos libres; diez estambres en dos verticilos, de los cuales solo uno es fértil; y un ovario de cinco carpelos unidos (Wood & Lass, 1987).

**2.1.2. Variedades cultivadas de cacao.**

En la actualidad existen una amplia gama de variedades cultivables (Estrada William, Romero Xiomara, 2011); los cuales se originaron a partir de dos (variedad criolla y/o forastera), se describen a continuación:

**a) Cacao criollo**

(Estrada William, Romero Xiomara, 2011), mencionan que su origen es centroamericano, Colombia y Venezuela. Entre sus características más resaltantes están la cascara suave del fruto, 10 surcos por mazorca curvada y termino de mazorca en punta delgada, la cascara es de color blanco o violeta, las semillas de esta variedad son dulces, y a partir de estas se elabora el cacao fino.

**b) Forastero**

(Estrada William, Romero Xiomara, 2011), menciona que esta variedad es de origen Sudamericano; siendo el más cultivado en África y Brasil. Entre sus características más resaltantes están la cascara dura del fruto lisa. Las semillas son aplanadas de color morado y amargo.

(Batista, 2009); establece las principales diferencias entre ambas variedades (Ver Tabla 1).

**Tabla 1: Diferencias entre el Cacao Criollo y el Forastero**

<b>Variable</b>	<b>Forastero</b>	<b>Criollo</b>
Árbol	Robusto y grande	Débil y Pequeño
Hojas	Pequeñas, color verde claro	Grandes, color verde oscuro
Mazorcas	Amelonado y calabacilla	Forma angoleta
Cascara	Gruesa y dura	Fina y suave
Superficie	Lisa	Rugosa
Almendras	Pigmentadas, violeta oscuro y de forma aplanada	Blancas, violeta pálido(rosado)y de forma redondeada
Plagas	Tolerantes	Susceptible
Sabor	Ordinario	Fino
Adaptación	Muy buena	Pobre y limitada

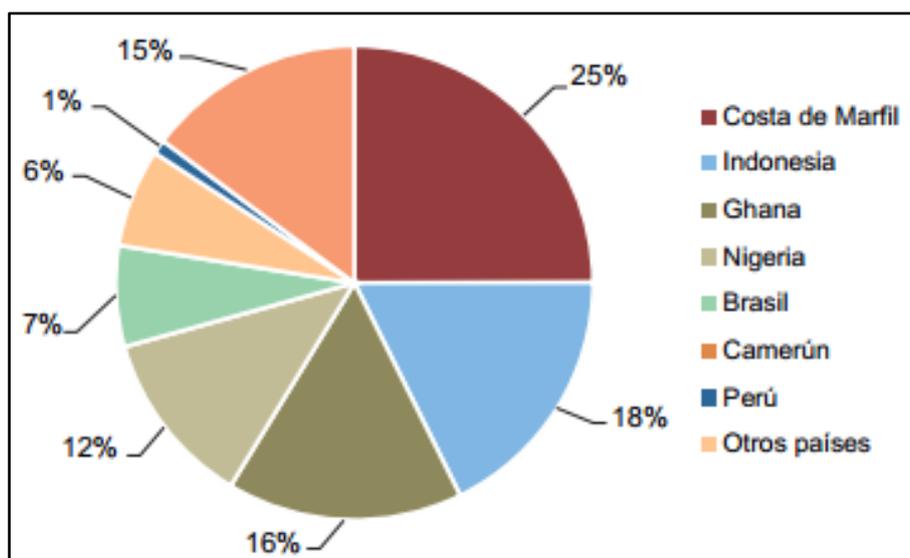
Fuente: Batista; 2009

### **2.1.3. El cacao en el mercado mundial.**

Los principales países que presentan una mayor superficie cultivada son los países africanos como: Costa de Marfil, Ghana, Nigeria, Camerún, Togo y Liberia, con una participación de 61 por ciento de la superficie cosechada en promedio (Romero, 2016)

Así tan; bien Romero en el 2016 menciona que en los últimos años se aprecia la aparición de países productores asiáticos como Indonesia, India y Malasia, los que elevaron su participación hasta un 19 por ciento entre los años 2011-2013. A esto se suman países de América Latina como Brasil, Ecuador, México, Colombia y Perú, cuya participación ha disminuido, actualmente es de del 14 por ciento, promedio para los años 2012-2013 (Romero, 2016)

Todo lo descrito anteriormente se resume en la Figura 2, mediante estadísticas de la FAO, para el año 2016.



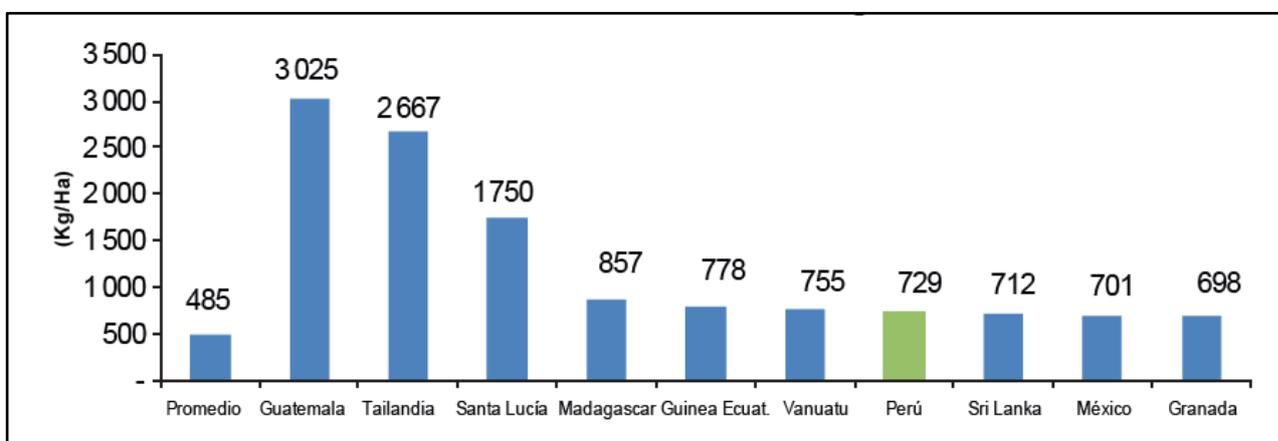
**Figura 2 : Área cosechada principales países (2013)**

Fuente: FAOSTAT-Feb. 22-02-2016

#### 2.1.4. Rendimiento de cacao.

El rendimiento promedio mundial de la producción de cacao en grano seco es 460 Kg/ha. Sin embargo; existen algunos países con alta productividad, como son Guatemala y Tailandia, los que en el 2013 han superado los 3 mil y 2,6 mil kilogramos por hectárea (Romero; 2016).

Así mismo; los rendimientos promedios de Perú (Ver Figura 3), se encuentran en el intervalo de 650-730 Kg/Ha; ubicándose por encima del promedio mundial; pero muy por debajo de los mejores rendimientos obtenidos a nivel global.

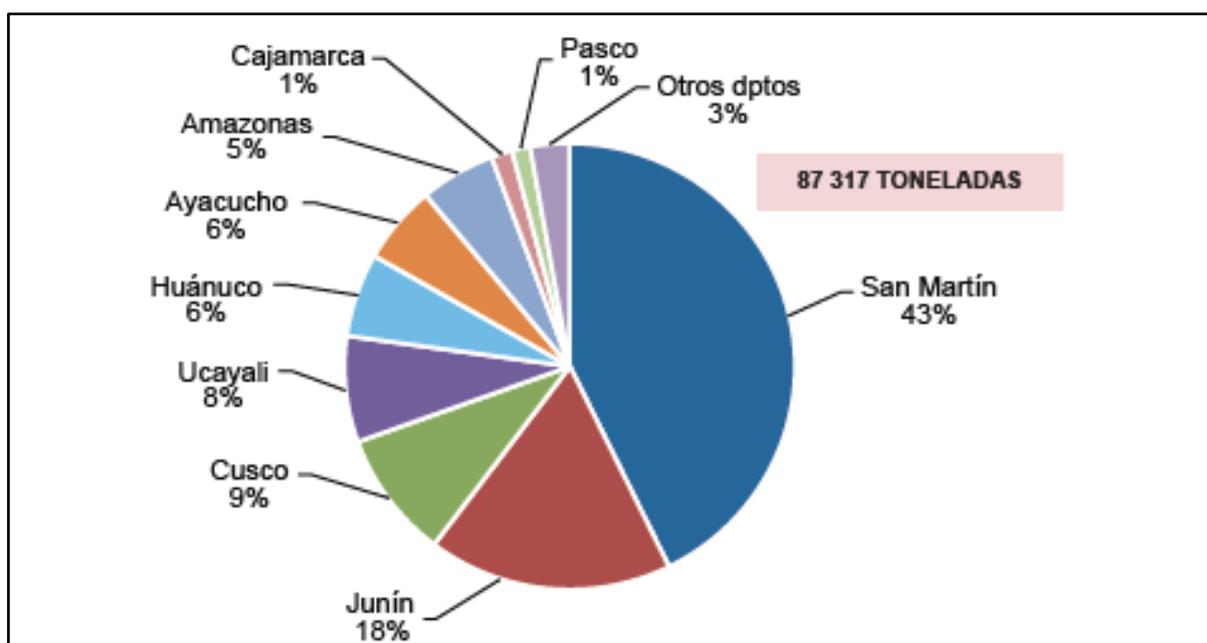


**Figura 3: Rendimiento Mundial de cacao en grano en el año 2013**

Fuente: FAOSTAT-Feb. 22-02-2016

### 2.1.5. Producción del cacao en el Perú.

(Romero; 2016). Las regiones donde destaca la producción de cacao son: San Martín con el 43 por ciento; Junín con el 18 por ciento, Cusco con 9 por ciento, Ucayali con 8 por ciento y Huánuco con 6 por ciento. Estas cinco regiones representan el 84 por ciento de toda la producción nacional. Regiones como Ayacucho, Amazonas, Cajamarca, Tumbes, Loreto, Puno y Madre de Dios, también tienen producción de cacao en menores volúmenes (Ver Figura 4)

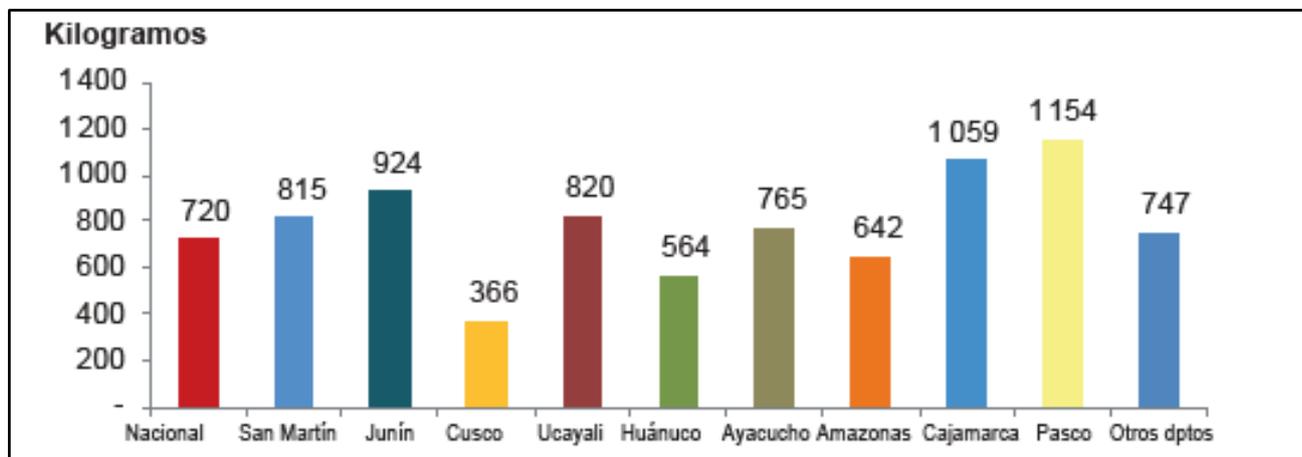


**Figura 4: Principales regiones productoras - 2015 (toneladas producidas)**

Fuente: MINAGRI-DGSEP- DEA; 2015

En cuanto al rendimiento promedio del cacao por regiones, en el 2015 fue de 720 kilogramos por hectárea. Entre las regiones que destacan por su elevada productividad tenemos a la región Pasco con 1 154 kilogramos por hectárea, y Cajamarca con 1059 kilogramos por hectárea; sin embargo, su representatividad es baja por su superficie cultivada (Romero; 2016).

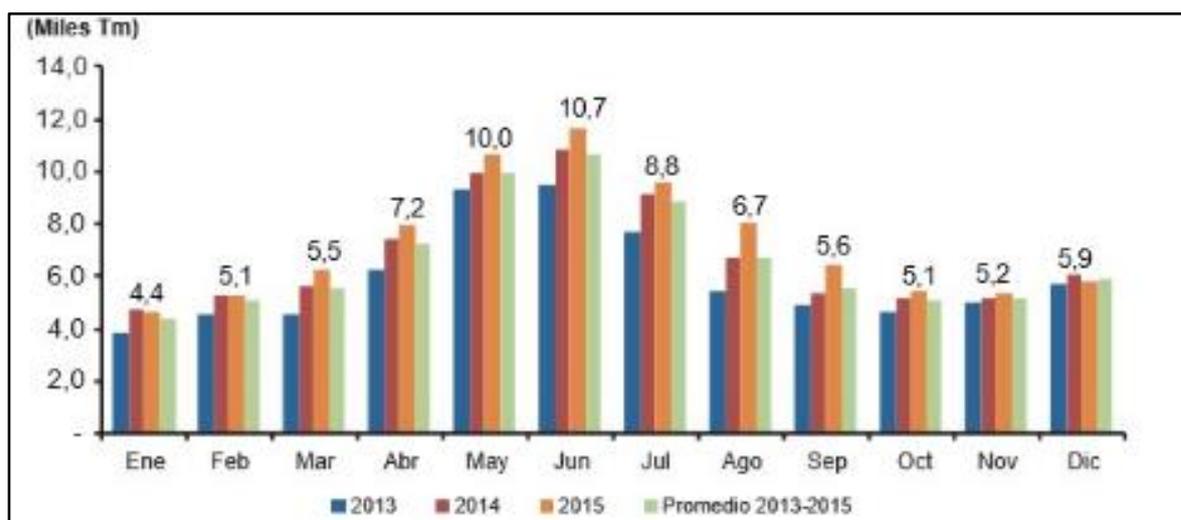
Así mismo, la región más importante por su alta superficie cultivada (San Martín) rinde 815 kilogramos por hectárea; Junín, 924 kilogramos por hectáreas; y en el caso del Cusco (primer productor nacional en décadas pasadas), éste muestra el rendimiento más bajo a nivel nacional con 366 kilogramos por hectárea (Romero; 2016).



**Figura 5: Rendimiento de Cacao / Ha**  
Fuente: MINAGRI-DGSEP- DEA; 2015

### 2.1.6. Estacionalidad de la producción.

Para las condiciones de Perú; la cosecha de cacao se efectúa a lo largo de todo el año; sin embargo, existe una ventana (abril-agosto), donde se alcanza los mayores volúmenes de cosecha (Romero; 2016). En la Figura 6; se visualiza este comportamiento.



**Figura 6: Estacionalidad de la producción de cacao -Perú**  
Fuente: MINAGRI-DGSEP- DEA; 2015

### **2.1.7. Requerimientos hídricos del cultivo de cacao.**

Para (Gomez Aliaga, Garcia Blas, & Tong, 2014), la precipitación pluvial mínima y máxima manejable es 1,400 y 3,000 mm, respectivamente y óptima de 1,500 a 2,500 mm bien distribuidos a lo largo del ciclo del cultivo. Así mismo, presenta baja tolerancia al déficit de agua y en los meses con menos de 100 mm se genera déficit hídrico lo que afecta la floración y el brote de hojas.

Así mismo; (Manfred, 1998) menciona que el cacao se desarrolla con éxito en zonas con precipitación entre los 1800 y los 2000 mm anuales de lluvia. No obstante, la cantidad de agua en forma de precipitación será función de la distribución de esta en el año y de intensidad de las lluvias.

Los frutales necesitan de periodos secos estresantes para desarrollar la evocación floral, seguidos de periodos lluviosos inductores de la brotación reproductiva. Sin embargo, la planta de cacao es poco tolerante a la sequía. Las hojas de cacao senescente cuando pierden del 17 al 25 por ciento de agua (Carr & Lockwood, 2011). Una pérdida de agua en la hoja de cacao equivalente al 3.3 por ciento de la hoja, ocasiona el cierre total de las estomas, a cuando se retira totalmente una hoja de la rama, pues en esta condición las estomas se cierran totalmente entre 5 y 6 minutos (Alvim & Alvim, 1977)

(Allen G., Pereira, Raes, & Smith, 2006), sugirió un valor de coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) de 1,0 - 1,05 para un cultivo de cacao con un canopy completo. El valor de  $K_c$  se basa en una comprensión teórica de los procesos de transpiración y evaporación de un cultivo alto, y asume una cobertura completa de la cosecha o una humectación frecuente de la superficie del suelo.

### **2.2. Sistemas de riego por goteo.**

(Santos, 2010), señala al riego por goteo por su capacidad por reducir el consumo de agua; así como, los costos asociados al riego principalmente el de jornales. En esta alternativa de riego del cultivo, el agua es aplicada localmente, solo allí donde las raíces del cultivo se desarrollan; es así que, el riego por goteo puede regar algunos cultivos con una cantidad

de agua inferior a la que se necesitaría cuando se recurre a otros métodos de riego como la aspersión

(Fernández Gómez, Yruela Morillo, Mila Mila, & García Bernal, 2010)mencionan que, mediante esta práctica de riego, se puede asociar a la aplicación de fertilizantes con el agua de riego. Siendo especialmente adecuado para el suministro de pequeñas dosis con alta frecuencia, lo que permite mantener la mayor parte del suelo en buenas condiciones de aireación y humedad, evitando de esta manera estrés hídrico. Como limitante el riego localizado tiene un coste de instalación superior a los sistemas por aspersión; sin embargo, opera a presiones inferiores, requiere menor caudal y tienen una mejor capacidad para ser automatizado.

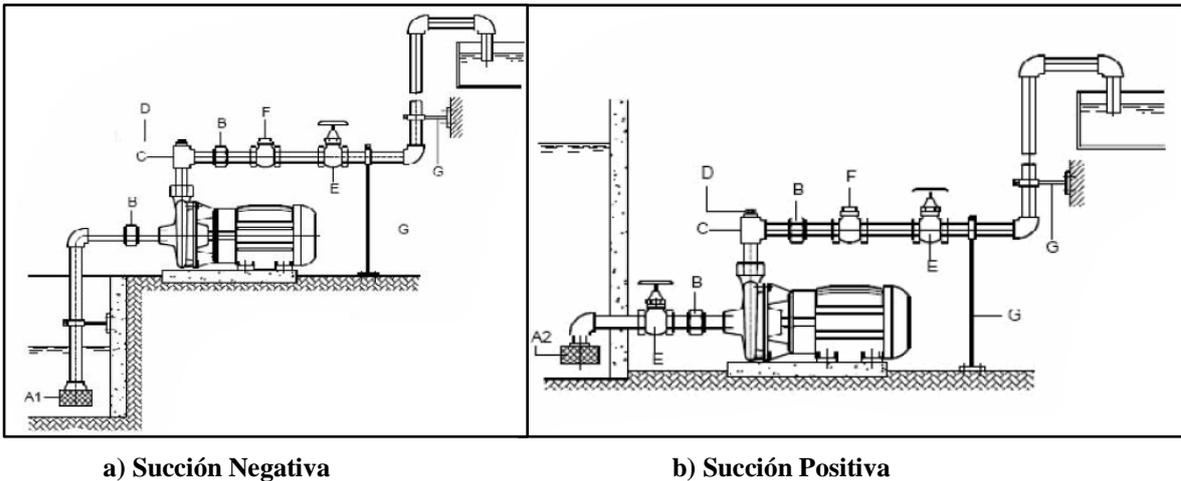
Las dimensiones y forma del bulbo húmedo dependerán básicamente del tipo de suelo, del volumen de agua aplicado y del caudal del emisor. Es un método de riego recomendado cuando el agua sea salina y no pueda aplicarse otro tipo de riego, ya que las sales tienden a acumularse fuera del alcance de las raíces. Es recomendable, además, que cada riego lleve el agua de lavado necesaria para evitar la acumulación de sales y que el cultivo se vea afectado (García, 2003)

### **2.3. Componentes de un sistema de riego presurizado.**

Una instalación de riego localizado consta básicamente de tres componentes: (i)el cabezal de riego, (ii)La red de distribución de agua y (iii)Los emisores. El agua debe de ingresar al sistema dotada de una presión necesaria para hacer funcionar correctamente a la instalación. El camino que sigue después hasta que se pone a disposición del cultivo es el siguiente: entra al cabezal de riego que está compuesto por una serie de elementos que la filtran y tratan, es decir ajustan su calidad a los requerimientos tanto del sistema de riego como del cultivo; entonces pasa a la red de distribución de la instalación donde es repartida a través de tuberías y elementos accesorios a las diferentes unidades y subunidades a regar; finalmente llega a un arco de riego para posteriormente sale por los emisores de riego, que la aportan al suelo de donde podrá ser extraída por las plantas(García, 2003)

### 2.3.1. Sistema de bombeo.

Son un conjunto de estructuras civiles, equipos hidráulicos, tuberías, turbo maquinas (Ver Figura 7), y accesorios que toman el agua de forma directa o indirecta de una fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio(rebombeo) o la inyectan directamente a la red de distribución (Mott, 2006).



a) Succión Negativa

b) Succión Positiva

**Figura 7: Esquema de tipos de Succión**

Fuente: Mott; 2006

Las turbomáquinas, tan bien denominadas bombas, agregan energía a un sistema (ha), resultando que la presión se incremente e incrementa la velocidad del flujo. Una turbina extrae energía de un sistema y la transforma, por lo general la energía empleada es eléctrica. Las turbobombas, constan de dos partes esenciales: (i) impulsor y (ii) Caja o cuerpos. El impulsor va montado en una flecha y con frecuencia es propulsado por un motor eléctrico (Potter, Wiggert, & Ramadan, 2009)

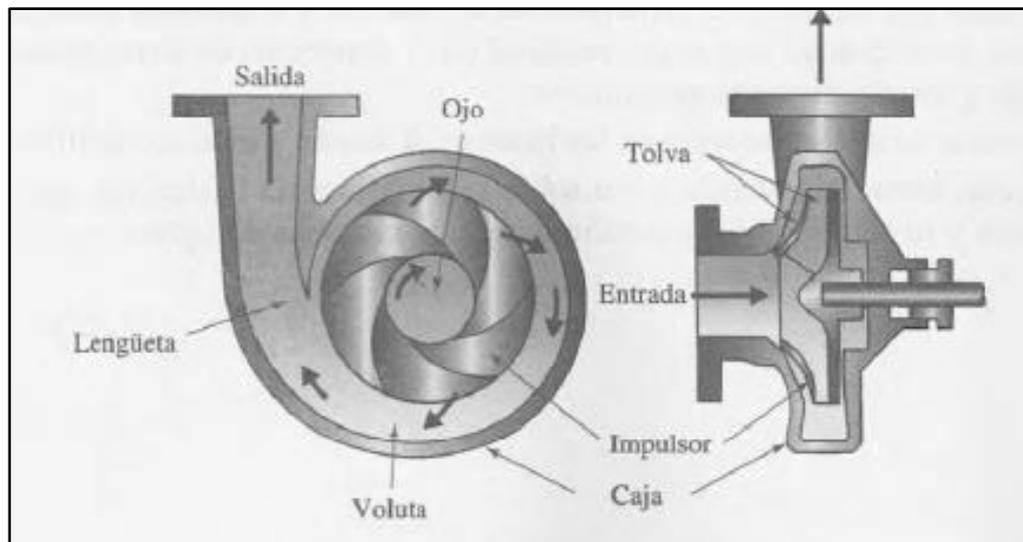
(Mott, 2006), considera los siguientes factores como fundamentales para la selección de una bomba:

- Naturaleza del fluido a bombear
- Capacidad requerida (Flujo volumétrico)
- Condición del lado de succión
- Condiciones del lado de descarga
- Carga total sobre la bomba
- Tipo de sistema donde la bomba impulsa el fluido

- Tipo de fuente de potencia (Motor eléctrico, Diesel, vapor, etc)
- Condiciones espaciales, peso y posición
- Condiciones ambientales
- Costo de adquisición
- Costo de operación de la bomba
- Códigos y estándares gubernamentales

**a) Bombas de flujo radial**

Es denominada bomba centrífuga, y es la bomba más utilizada en la actualidad. Los patrones de flujo existentes en este tipo de bomba son fundamentalmente tridimensionales, con efectos viscosos y patrones de separación significativos. En este tipo de bombas, el fluido ingresa por el centro del rotor, el cual dispone de unos alabes para conducir el fluido y mediante el efecto de la fuerza centrífuga este es impulsado al exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba, la cual conducirá al fluido a su salida (Potter et al., 2009)

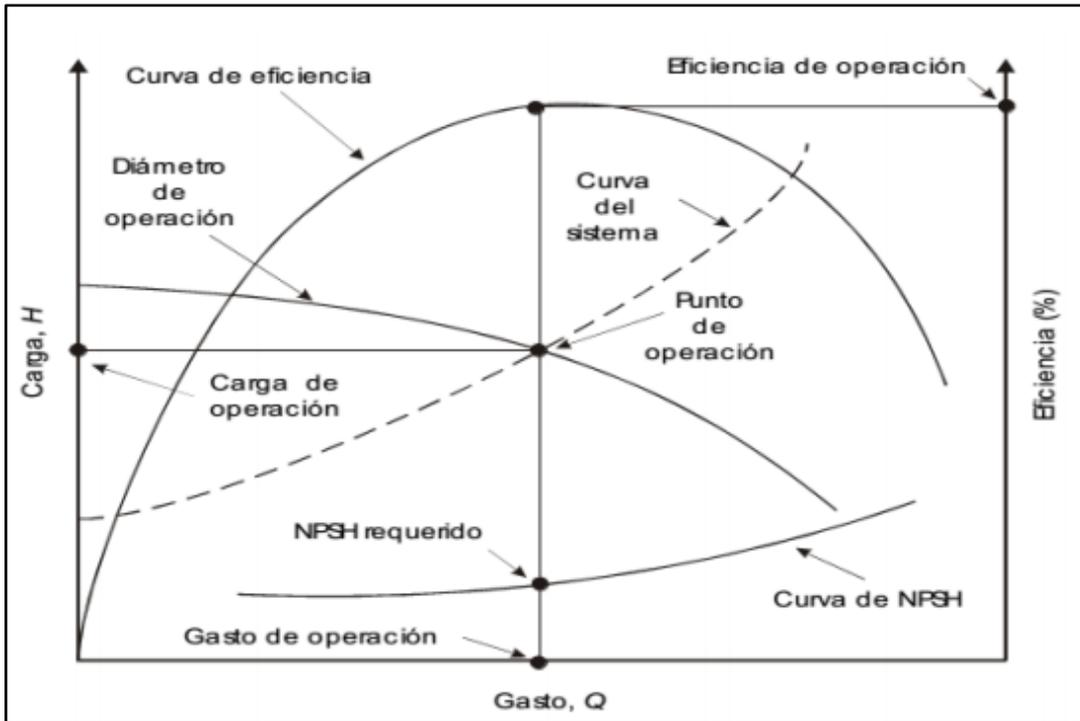


**Figura 8: Esquema bomba centrífuga**

Fuente: Potter; 2009

### b) Punto de operación de bombas

Para determinar el punto de operación de una bomba (Ver Figura 9), se debe considerar la curva característica de caudal y presión; así como tan bien, la curva característica de la bomba instalada, la intersección de las dos curvas proporcionará el punto de operación, lo cual permitirá evaluar el consumo energético (Mott; 2006).



**Figura 9: Esquema de operación y funcionamiento**

Fuente: Mott; 2006

### c) Carga neta de succión (NPSH)

El valor determinado experimentalmente del NPSH, es proporcionado por el fabricante. El NPSH requerido corresponde a la carga mínima que necesitara la bomba para mantener el funcionamiento estable (Mott, 2006). El NPSH disponible está en función al sistema de succión de la bomba, se calcula en metros de agua mediante:

$$NPSH_{disponible} = H_{atm} - (H_{vap} + h_s + \Delta H_{vaps}) \quad \text{Ecu.: 1}$$

Donde:

$NPSH_{disponible}$	= Carga neta de succión positiva disponible
$H_{atm}$	= Presión atmosférica
$H_{vap}$	= Presión de vapor
$h_s$	= Altura estática de succión
$\Delta H_{vaps}$	= Pérdida de carga por fricción de accesorios y tubería

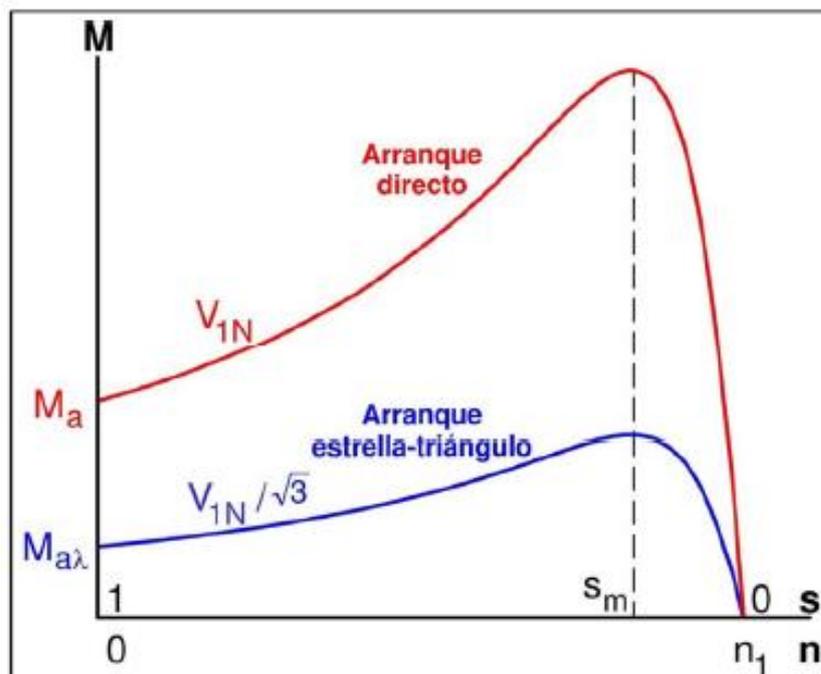
#### d) Arranque de motores asíncronos

Es el proceso de puesta en marcha de un motor. El cual lo lleva desde una velocidad nula a la del punto de funcionamiento estable, debe cumplirse la condición de arranque, en el cual el par del motor debe ser superior al par resistente (Rodríguez, 2017).

Existen varios métodos de arranque, el cual consiste en alimentar al motor con una tensión inferior a la asignada en el momento del arranque para después, cuando el rotor ya esté en movimiento, ir aumentando la tensión hasta alcanzar su valor asignado (Rodríguez, 2017).

El método de estrella triángulo es un método de tensión reducida, que se utiliza si el motor está conectado a una red eléctrica cuya tensión de línea sea igual a la tensión asignada de fase del motor. Al arrancar en estrella, la tensión de fase del motor es  $\sqrt{3}$  veces menor (Rodríguez, 2017).

Al arrancar el motor en configuración estrella y poco tiempo después, cuando ya ha alcanzado cierta velocidad, se le conmuta a triángulo (Ver Figura10), esta conmutación de estrella a triángulo es de forma automática con temporizadores (Rodríguez, 2017).



**Figura 10: Curvas de par en el arranque estrella-triángulo**

Fuente: Rodríguez, 2017

### **2.3.2. Sistema de filtrado.**

Martínez en el 2001, menciona que los sistemas de filtrado se utilizan para reducir el contenido de compuestos orgánicos, sólidos en suspensión totales, los cuales generan obturaciones en los sistemas de riego localizado, esta situación provocara una distribución desuniforme del agua aterrizando en plantaciones con vigorosidad diferente.

Así mismo Martines considera, que el sistema de filtrado deberá estar diseñado para su operación sobre las condiciones más críticas, para la cual la principal consideración es el origen del agua (canal, pozos tubulares, quebradas) y la época del año, siendo el verano para las condiciones de la latitud sur, donde se observa mayor cantidad de sólidos en suspensión y algas. Para una adecuada selección de sistemas de filtrado en tipo y tamaño, se deberán considerar los siguientes aspectos:

1. Tipo, tamaño y concentración de partículas en suspensión
2. Calidad del agua
3. Caudal de diseño y perdida de carga del filtro.

#### **a) Tipo, tamaño y concentración de partículas**

Las partículas, pueden ser de tipo orgánico e inorgánico (Arenas, limos y arcilla), respecto a estas últimas, es necesario conocer el tamaño (Ver Tabla 2) como condicion básica de selección del tipo de filtrado. Así mismo, la capacidad de los filtros para retener partículas por encima de un diámetro se expresa en “*Mesh*” el cual significa que el número de orificios que tiene una malla por pulgada lineal, contados a partir del centro de un hilo (Martínez; 2001).

En referencia a la concentración de los sólidos en suspensión. Aguas con niveles menores a 50 mg/L no generan problemas para el filtrado (Martínez, 2001).

**Tabla 2: Caracterización de partículas en el agua de riego**

CLASIFICACIÓN	(mm)	(Micrones)
Arena Grano grueso - 2	1.0 - 2.0	1000 - 2000
Arena Grano grueso - 1	0.5 - 1.0	500 - 1000
Arena grano medio	0.25 - 0.5	250 - 500
Arena grano fino	0.1 - 0.25	100 - 250
Arena grano muy fino	0.05 - 0.1	50 - 100
Limo	0.002 -0.05	2.0 - 50.0
Arcilla	0.002	2
Bacterias	0.0004 -0.002	0.4 -2
Virus	< 0.0004	<0.4

Fuente: Adaptado de Keller, J. y R.D. Bleisner por Martínez; 2001

**Tabla 3: Tamaño de orificio para diferentes mesh**

NUMERO MESH	(mm)	(Micrones)
16	1.18	1180
20	0.85	850
30	0.6	600
40	0.425	425
100	0.15	150
140	0.106	106
170	0.09	90
200	0.075	75
270	0.053	53
400	0.038	38

Fuente: Adaptado de López, J.R. et al. 199 2 por Martínez; 2001

### b) Caudal de diseño y pérdida de carga nominal

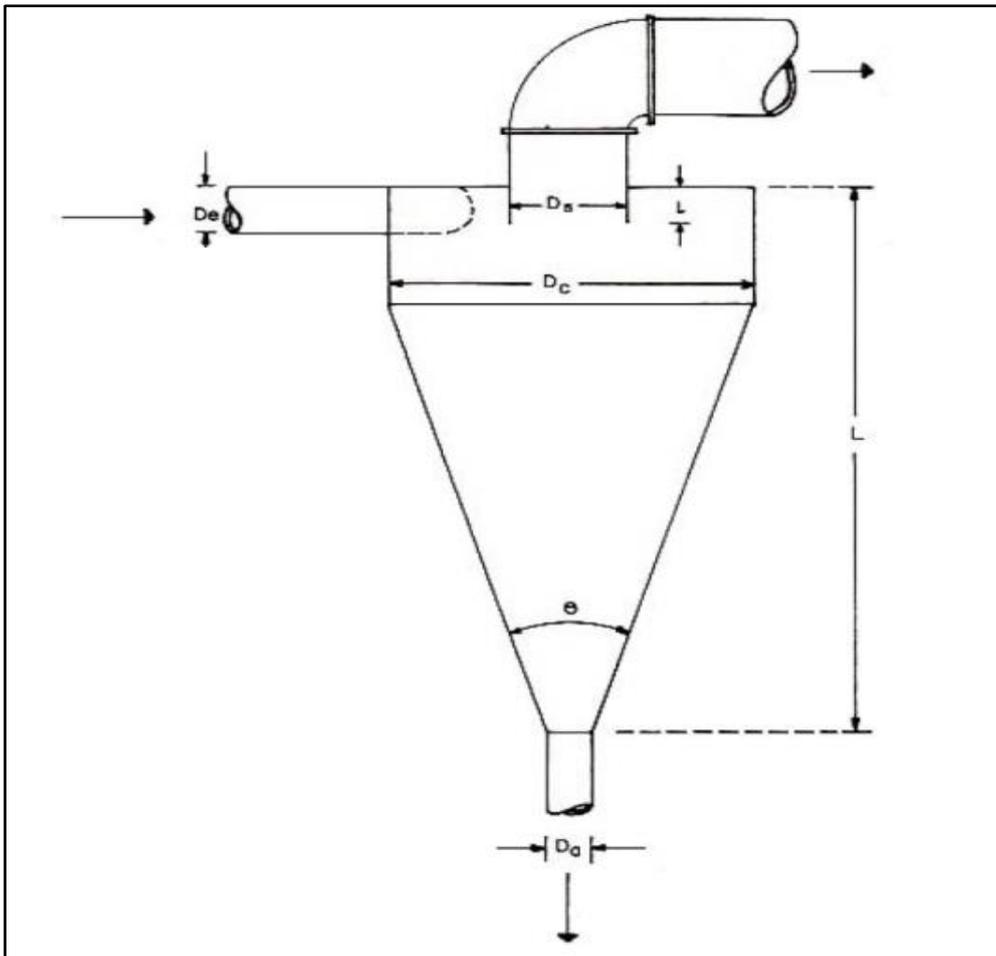
Los sistemas de filtrado requieren una presión mínima para favorecer el flujo a través de él. Esta presión mínima es denominada como “Perdida de carga nominal”, no debiendo ser superior a 3.5 metros de columna de agua o su equivalente 0.35 bar, 5.0 lb/pulg<sup>2</sup>(Martínez, 2001). Permitir que el sistema de filtrado pierda más de 0.6 bares por acumulación de residuos, afectara el funcionamiento de laterales.

### c) Tipos de sistemas de filtrado

A continuación, se describen los principales tipos de sistemas de filtración, en función a la necesidad de la operación.

### c.1) Filtro hidro – ciclónico

Permite eliminar partículas de arena de tamaños mayores a 74 micras (equivalente a 200 Mesh), siendo ineficiente e inadecuado para el filtrado de partículas de naturaleza orgánica como bacterias, algas (Martínez, 2001). El funcionamiento, de este equipo se da por la acción de la fuerza centrífuga generada en el torbellino vorticial descendente, proyectando las partículas sólidas contra las paredes de la parte cónica, por la cual descenderán hasta el depósito inferior (Pizarro, 1996). Las pérdidas de carga en hidrociclones son del orden de 0.3-0.7 bares.



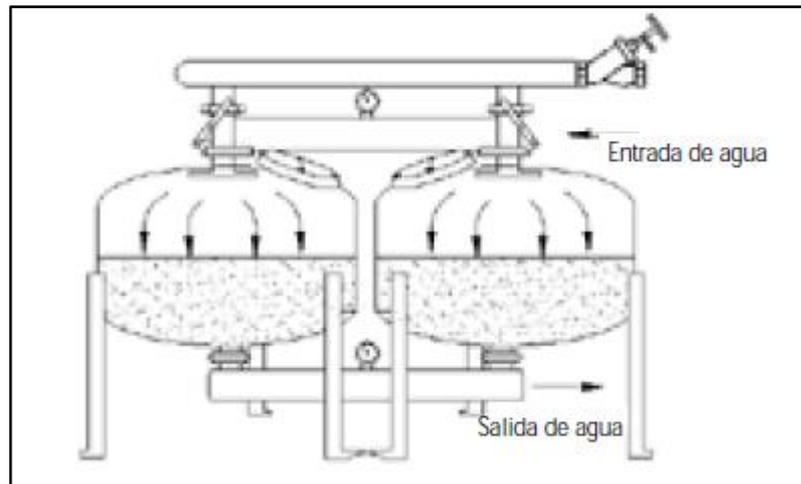
**Figura 11: Diagrama de funcionamiento**  
Fuente: Pizarro; 1996

Pizarro; 1996 define las longitudes; están definidas por las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned}L &= 5 \text{ a } 8 \times D_c \\D_e &= 0.15 \text{ a } 0.33 \times D_c \\D_s &= 0.15 \text{ a } 0.30 \times D_c \\D_a &= 0.15 \text{ a } 0.20 \times D_c \\I &= 0.33 \text{ a } 0.5 \times D_c ; \text{ hidrociclones pequeños} \\&= 0.16 \text{ a } 0.25 \times D_c ; \text{ hidrociclones grandes}\end{aligned}$$

### c.2) Filtro de grava

Son utilizados, para aguas con altos niveles de partículas orgánicas e inorgánicas, tienen la particularidad de no aumentar significativamente la pérdida de carga. La operación de estos filtros se basa en dos cuerpos conectados en paralelo con una entrada y salida de agua común (Ver Figura 12). En modo de filtrado los cuerpos trabajan en paralelo. El agua ingresa por arriba, pasando a través de la grava, la cual actúa como medio filtrante y es colectada el agua limpia en el fondo (Martínez, 2001).



**Figura 12: Diagrama de funcionamiento**

Fuente: Pizarro; 1996

La grava o arena se clasifica en clases de acuerdo con la granulometría del material y del tamaño de los poros. En la Tabla 4; se visualiza los diámetros de poros y la equivalencia con filtros de mallas. El diámetro de los poros incide en el tamaño mínimo de partículas que serán retenidas, mientras que la tasa de filtrado es función del caudal de trabajo, el diámetro de los filtros y del número de unidades (Martínez, 2001).

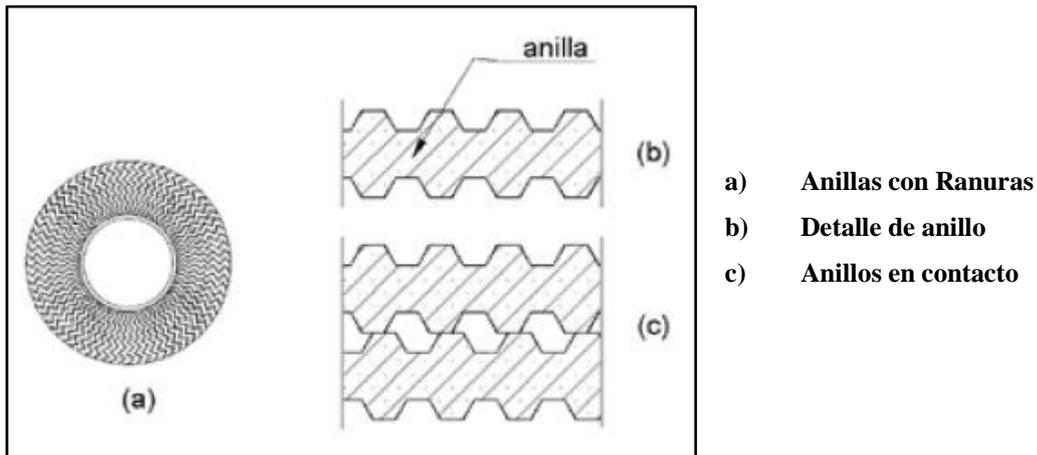
**Tabla 4: Equivalencias, números de Mesh**

Material	Clase	Ø EFECTIVO		Ø POROS		Mesh
		(mm)	(Micrones)	(mm)	(Micrones)	
Granito Molido	N °8	1.5	1500	0.214	214	70
Granito Molido	N°11	0.78	780	0.111	111	140
Arena de Sílice	N°16	0.66	660	0.094	94	170
Arena de Sílice	N°20	0.46	460	0.066	66	230
Arena de Sílice	N°30	0.27	270	0.039	39	400

Fuente: Martínez; 2001

### c.3) Filtro de anillos

El elemento filtrante es un conjunto de anillos ranurados, comprimidos unas contra otras, los cuales forman un cilindro de filtrado (Pizarro, 1996). El agua es filtrada al pasar por los pequeños conductos formados entre dos anillas consecutivas (Ver Figura 13)



**Figura 13: Esquema de filtro de anillos**

Fuente: Martínez; 2001

Existen filtros de anillos, equivalentes a mallas de 40, 80, 120, 140, 200 y 600 Mesh. La forma de las ranuras no es uniforme, por lo tanto, los pequeños ductos que se forman tienen diferentes secciones y tamaños (Martínez, 2001).

Las ventajas del sistema de filtrado de anillos (Martínez, 2001), en comparación a los filtros de grava es la siguiente:

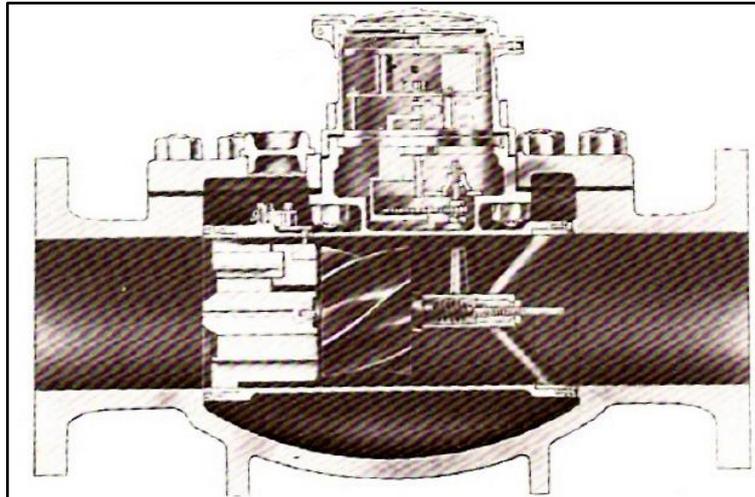
- Menor tamaño espacial
- Poco volumen de retro lavado

- Fácil mantenimiento
- La pérdida de presión del sistema durante el retro lavado es mínima

### 2.3.3. Sistema de control y medida.

#### a) Contador *Woltman*

Es una válvula usada para la medición de fluidos, está constituido por una carcasa en la que en su interior una hélice gira con una velocidad en función a la del agua, un tren de engranajes transmite el giro de la hélice a un dial en el cual se puede medir el caudal instantáneo y caudal totalizado, existen hélices axiales o verticales (Martínez, 2001).



**Figura 14: Esquema de contador Woltman**

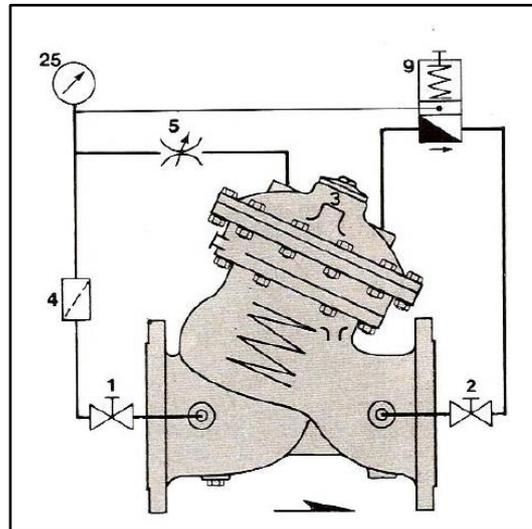
Fuente: Martínez; 2001

#### b) Reguladora de presión

Son un mecanismo que permite mantener la presión aproximadamente constante. Pudiendo tener la ubicación de aguas arriba donde se le denomina sostenedora de presión y aguas abajo donde es denominado reductora de presión (Martínez, 2001). Tiene las siguientes finalidades:

- Mantiene la uniformidad de riego
- Protege las instalaciones contra presiones excesivas.

Los reguladores, pueden ser de funcionamiento dinámico o estático, para los primeros, solo actúan cuando el agua está circulando, mientras que los estáticos, se cierran cuando no hay caudal de conducción (Martínez, 2001)



**Figura 15: Esquema de regulador de presión**

Fuente: Martínez; 2001

#### c) Válvula de Alivio

Es un dispositivo automático para aliviar presión activado por la presión estática ejercida por un fluido contenido en las tuberías. Se caracterizan por que abren progresivamente con el aumento de presión hasta que alcanza su carrera total (desplazamiento total del disco). Su función es permitir que escape cualquier exceso de presión generado dentro de un recipiente, antes que dicha sobrepresión ponga en riesgo en la infraestructura hidráulica (Martínez, 2001).

#### d) Electroválvula

Son elementos fundamentales, en la programación de riego por tiempos, mediante un reloj eléctrico que ordena el momento de inicio y fin de riego. Su uso está difundido en operaciones agrícolas y de áreas verdes, el solenoide trabaja a voltajes entre 12-24 V (Martínez, 2001).

### 2.4. Necesidades hídricas de cultivos.

Las necesidades hídricas o consumo de agua de un cultivo, corresponde a la evapotranspiración (ET). Dicha ET es la suma de dos procesos, fundamentalmente, la

transpiración de la cubierta vegetal y la evaporación de agua desde el suelo que la soporta. La ET puede medirse directamente, con lisímetros e indirectamente con métodos meteorológicos, pero puede estimarse mediante diferentes modelos a partir de registros temporales de variables climática (Santos, 2010)

#### **2.4.1. Factores que afectan la evapotranspiración.**

El clima, las características del cultivo, el manejo y el medio de desarrollo son factores que afectan la evaporación y la transpiración (Allen G. et al., 2006).

##### **a) Clima**

Las variables climáticas son principalmente: (i) Radiación, (ii) Temperatura del aire, (iii) Humedad atmosférica (iv) Velocidad del viento. La fuerza evaporativa de la atmósfera puede ser expresada por la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET<sub>o</sub>), siendo esta la correspondiente a un cultivo de referencia (Allen G. et al., 2006).

##### **b) Características del cultivo**

El tipo de cultivo, la variedad y la etapa de desarrollo deben ser considerados cuando se evalúa la evapotranspiración de cultivos. Las diferencias en resistencia a la transpiración, la altura del cultivo, la rugosidad del cultivo, el reflejo, la cobertura del suelo y las características radicales del cultivo dan lugar a diferentes niveles de ET en diversos tipos de cultivos, aunque se encuentren bajo condiciones ambientales idénticas (Allen G. et al., 2006).

##### **c) Manejo y el medio de desarrollo**

En este factor, se debe considerar adicionalmente la gama de prácticas agronómicas locales de manejo que actúan sobre los factores climáticos y de cultivo, los cuales repercutirán en la ET. Las prácticas del cultivo y el método de riego pueden alterar el microclima, afectar las características del cultivo o afectar la capacidad de absorción de agua del suelo y la superficie de cultivo (Allen G. et al., 2006).

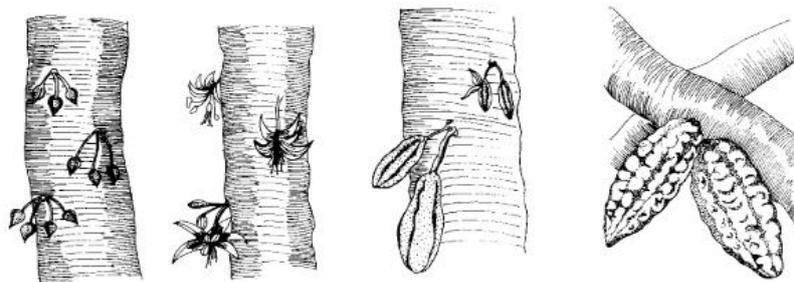
**2.4.2. Coeficiente del cultivo.**

Las necesidades de agua (ETc) derivadas de las estimaciones de la evapotranspiración potencial por un cultivo de referencia (ETo) requieren un factor de cultivo ( $Kc = ETc / ETo$ ).

El coeficiente único Kc incorpora las características del cultivo y los efectos promedios de la evaporación en el suelo (Carr, 2011). Para la planificación normal del riego y propósitos de manejo, para la definición de calendarios básicos de riego y para la mayoría de los estudios de balance hídrico, los coeficientes promedios del cultivo son apropiados y más convenientes que los valores de Kc calculados con base diaria usando coeficientes separados de cultivo y suelo (Allen G. et al., 2006).

**2.4.3. Fenología de la plantación.**

La Fenología estudia las interrelaciones de fenómenos o manifestaciones de las fases biológicas resultantes de la interacción entre los requerimientos climáticos de la planta y las condiciones de tiempo y clima del ambiente circundante. Una fase fenológica es un período durante el cual aparecen, se transforman o desaparecen los órganos de las plantas. También puede entenderse como el tiempo de una manifestación biológica (Yzarra & López, 2011). En la Figura 16, se detallan las fases del Cacao, cada una de estas fases se asocian a diferentes requerimientos bioclimáticos.



BOTON FLORAL	FLORACION	FRUCTIFICACION	MADURACIÓN
Los botones tienen cerca de un centímetro de diámetro.	Se abren los botones florales, las flores permanecen abiertas por un corto tiempo (24 horas)	El fruto crece, se anota la fase cuando el fruto alcanza centímetros.	Los frutos alcanzan su tamaño máximo y el color típico de la variedad

**Figura 16: Fenología del Cacao**  
Fuente: Yzarra;2011

#### 2.4.4. Método FAO Penman-Monteith.

Este método, fue desarrollado haciendo uso de la definición del cultivo de referencia como un cultivo hipotético con una altura asumida de 0,12 m, con una resistencia superficial de 70 s m<sup>-1</sup> y un albedo de 0,23 y que representa a la evapotranspiración de una superficie extensa de pasto verde de altura uniforme, creciendo activa y adecuadamente regado (Ver Ecuación 2). El método reduce las imprecisiones del método anterior de FAO-Penman y produce globalmente valores más consistentes con datos reales de uso de agua de diversos cultivos (Allen G. et al., 2006).

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \dots\dots\dots \text{Ecu.: 2}$$

Dónde:

- ET<sub>o</sub> = Evapotranspiración de referencia (mm día-1)
- R<sub>n</sub> = Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m<sup>-2</sup> día-1)
- R<sub>a</sub> = Radiación extraterrestre (mm día-1)
- G = Flujo del calor de suelo (MJ m<sup>-2</sup> día-1)
- T = Temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)
- u<sub>2</sub> = Velocidad del viento a 2 m de altura (m s<sup>-1</sup>)
- e<sub>s</sub> = Presión de vapor de saturación (kPa)
- e<sub>a</sub> = Presión real de vapor (kPa)
- e<sub>s</sub> - e<sub>a</sub> = Déficit de presión de vapor (kPa)
- Δ = Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C<sup>-1</sup>)
- γ = Constante psicométrica (kPa °C<sup>-1</sup>)

#### 2.5. Diseño Agronómico .

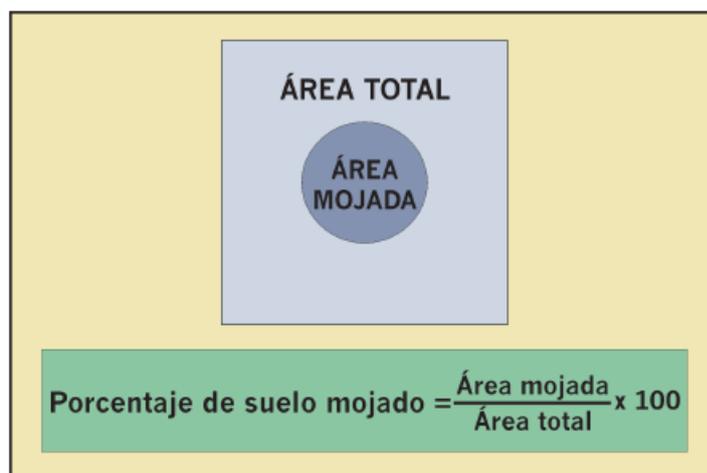
El objetivo principal del diseño agronómico es conocer el valor máximo de la evapotranspiración, la cual puede variar a lo largo del año. Es así que, la instalación del sistema de riego debe estar preparada para poder abastecer de suficiente cantidad de agua al cultivo cuando sus necesidades sean críticas (Fernández Gómez et al., 2010).

El valor de evapotranspiración que se utiliza para el diseño es el máximo de todos. Ese valor máximo de evapotranspiración es el que se denomina evapotranspiración de diseño. Representa las necesidades netas, es decir, la cantidad de agua que necesita el cultivo para su desarrollo en periodos de máximas necesidades (García, 2003).

Es muy importante destacar que las necesidades netas de agua han de incrementarse como consecuencia de las pérdidas que puedan producirse por filtración profunda o percolación, obteniéndose así las necesidades brutas como el cociente de las necesidades netas versus la eficiencia de aplicación (García, 2003).

### 2.5.1. Volumen mojado del suelo.

En riego localizado el agua se aporta sólo a una parte del suelo, por lo que a efectos de diseño se ha de establecer un mínimo volumen de suelo a humedecer, que debería ser suficiente para garantizar a la planta el suministro de agua necesaria para su desarrollo adecuado (Fernández Gómez et al., 2010).



**Figura 17: Esquema del porcentaje de suelo mojado en riego localizado**

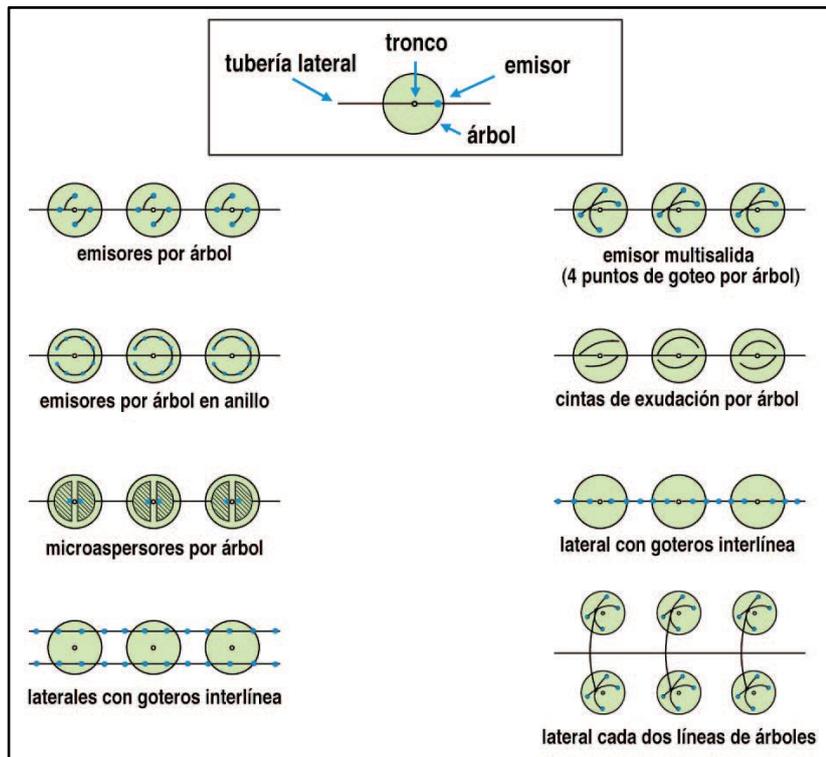
Fuente: Fernández *et al* 2010

Con fines prácticos de diseño, el concepto de volumen de suelo humedecido se sustituye por el de porcentaje de suelo mojado (P), que se define como la relación expresada en tanto por 100 entre el área mojada por los emisores y el área total que se riega (Fernández *et al* 2010). Se recomiendan los siguientes valores:

- Frutales de marco de plantación amplio: 25 % - 35%
- Marco de plantación medio: 40 % - 60 %
- Marco de plantación reducido(hortícolas): 70%-90%

### 2.5.2. Número y disposición de emisores.

Se debe considerar el marco de plantación de los cultivos, así como la densidad de plantación de estos. La principal consideración en cultivos de marcos amplios como los frutales es mojar la superficie bajo la copa del árbol, lo cual evitara perdidas por evaporación, un mayor número de emisores tan bien evitara perdida por percolación; sin embargo, un mayor número de estos involucrara un mayor costo de instalación. Fernández *et al* 2010, menciona disposiciones frecuentemente utilizadas en riego de frutales.



**Figura 18: Disposición de emisores**

Fuente: Fernández *et al* 2010

### 2.5.3. Frecuencia y tiempo de riego.

La frecuencia de aplicación es el número de veces que se riega en un tiempo determinado, mientras que el intervalo entre riegos es el tiempo transcurrido entre la aplicación de un riego y el siguiente (Fernández Gómez et al., 2010).

Para conseguir una alta eficiencia en riego localizado, se debe aportar el agua siguiendo la norma de “riegos cortos pero muy frecuentes”. El concepto de “alta frecuencia” abarca una amplia gama de frecuencias de riego que en la práctica pueden oscilar desde varios

riegos en un mismo día, hasta intervalos de riego entre 3 y 4 días. El tiempo entre riegos no va a depender únicamente del cultivo, sino también de la relación existente entre el suelo, la planta, el clima y la calidad del agua (Fernández Gómez et al., 2010).

## 2.6. Diseño hidráulico en riego por goteo.

El cálculo hidráulico o dimensionamiento de una instalación de riego por goteo se realiza siguiendo el sentido contrario al del movimiento del agua, es decir que se inicia en los laterales de riego y se continua hacia aras con las tuberías terciarias, tuberías secundarias y por último la tubería principal, hasta llegar al cabezal de riego (Medina, 2000).

### 2.6.1. Goteros en el sistema hidráulico.

Los caudales más comunes para la operación de goteros oscilan entre 2 y 10 l/h., para presiones de trabajo variables de 10 y 35 m. Aunque puede haber goteros que trabajen a presiones inferiores de la mencionada; sin embargo, no es aconsejable su utilización particularmente en terrenos accidentados. La variabilidad de la topografía del terreno y la pérdida de carga a lo largo del lateral, son responsables de la uniformidad en la distribución del agua, para ello se debe hacer uso de laterales cortos y de mayor diámetro, encareciendo la instalación. (Medina, 2000).

Para Medina en el 2000; los goteros pueden clasificarse en función de su régimen hidráulico definido por el número de Reynolds, definido por:

$$R_e = \frac{\rho \cdot v_s \cdot \emptyset}{\mu} \quad \dots\dots \text{Ecu.: 3}$$

Dónde:

- $\rho$  = Densidad del agua en  $\text{m}^2/\text{seg}$
- $\emptyset$  = Diámetro de la sección de paso.
- $v_s$  = Velocidad del agua en  $\text{m}/\text{seg}$ .
- $\mu$  = Viscosidad cinemática del agua en  $\text{m}^2/\text{seg}$

Por el régimen hidráulico de funcionamiento pueden clasificarse en:

- Régimen laminar ( $Re < 2$ ); para goteros de largo recorrido y pequeño caudal.

- Régimen parcialmente turbulento ( $4 < Re < 10$ ); para goteros de largo recorrido y gran caudal.
- Totalmente turbulento ( $Re > 10$ ); para goteros laberínticos múltiples.

### 2.6.2. Relación caudal – presión en goteros.

Pizarro en 1996, menciona que independiente al tipo de emisor, existe una relación entre el caudal emitido y la presión de servicio, denominada ecuación del emisor (Ver Ecuación 4). El exponente de descarga  $x$ , es una medida de la sensibilidad de los emisores a la variación de presión (Ver Tabla 5)

$$q = Kh^x \quad \text{Ecu.: 4}$$

Donde:

- $q$  = Caudal del emisor (l/h)
- $K$  = Coeficiente de descarga
- $X$  = Exponente de descarga
- $h$  = Presión a la entrada del emisor (m.c.a)

**Tabla 5: Coeficientes de descargas de emisores**

Tipo de emisor	Exponente de descarga
De Régimen laminar	1
Microtubos	0.75 - 1
Helicoidal	0.65 - 0.75
De régimen turbulento	0.5
Vortex	0.4
Auto compensante	0 - 0.4
Perfectamente autocompensates	0

Fuente: Pizarro;1996

### 2.6.3. Tolerancia de caudales.

Santos; et al 2010, mencionan que la uniformidad de emisión es un indicador de la previsión de la variación de los caudales de los emisores a lo largo de un ramal porta goteros, o de un sector operando simultáneamente definido por la siguiente ecuación (Ver Ecuación 5):

$$EU = 100 \left( 1.0 - 1.27 \frac{C_v}{\sqrt{e}} \right) \frac{q_n}{q_a} \dots \dots \dots \text{Ecu.: 5}$$

Dónde:

- EU: Coeficiente de uniformidad, adimensional
- $C_v$ : Coeficiente de variación de fabricación del emisor, adimensional
- e: Numero de emisores que suministran agua a una sola planta
- $q_n$ : Caudal mínimo del emisor de la subunidad, en litros/hora
- $q_a$ : Caudal medio del emisor, en litros/hora

#### 2.6.4. Efecto de la disminución progresiva del caudal.

En los laterales de riego el caudal va disminuyendo a lo largo de la tubería a medida que los emisores van extrayendo agua en consecuencia, la pérdida de carga unitaria (J) es así mismo decreciente, de manera que si la pérdida total se calculase según  $H = J * l$ , siendo J el valor correspondiente al caudal de entrada en la tubería, el valor obtenido de H sería superior al real. Este hecho se tiene en cuenta introduciendo el coeficiente F de Christiansen, que es menor que la unidad (Pizarro; 1996).

El coeficiente F (Ver Ecuación 6) es función de n (número de emisores) y del régimen hidráulico( $\beta$ ). En particular para riego por goteo están contraindicados coeficientes  $\beta$  superiores a 1.8

$$F = \frac{1}{1+\beta} + \frac{1}{2n} + \frac{\sqrt{\beta-1}}{6n^2} \dots\dots\dots \text{Ecu.: 6}$$

#### 2.6.5. Factor de corrección por conexión de emisor.

(Pizarro; 1996), menciona que la conexión de un emisor a la tubería lateral ocasiona una pérdida de carga cuyo valor depende de las características de la conexión y del diámetro del lateral. A efectos de cálculo, las conexiones se pueden sustituir por una longitud equivalente de tubería, a la que se representa por  $f_e$ . La pérdida de carga unitaria incluido el efecto de conexiones ( $J'$ ) está definida por (Ver Ecuación 7):

$$J' = J \cdot \frac{S_e + f_e}{S_e} \dots\dots\dots \text{Ecu.: 7}$$

Dónde:

$S_e$  = Separación de emisores (m)

$f_e$  = Longitud equivalente de la conexión (m)

El valor de  $f_e$  depende del tipo de conexión:

Grande:  $f_e = 23.04d_i^{-1.84}$

Mediano:  $f_e = 18.91d_i^{-1.84}$

Pequeño:  $f_e = 14.38d_i^{-1.84}$

### 2.6.6. Presión necesaria.

La presión que se requiere a la entrada del cabezal es la que va a permitir definir la potencia de la bomba de impulsión de la instalación, o la carga necesaria. Dicha presión, será la necesaria para superar todas las pérdidas de carga que se van produciendo en el recorrido del agua en la instalación y que han sido explicadas sucesivamente en puntos anteriores. Está definida por la siguiente ecuación (Ver Ecuación 8):

$$H_t = h_m + 0.77dh + \frac{dz}{2} + 0.77dH + \frac{dZ}{2} + dH_1 + dH_2 + dH_a + 10^* \dots \text{Ecu.: 8}$$

Dónde:

$H_t$	=	Presión total necesaria
$h_m$	=	Presión nominal del gotero
$dh$	=	Perdida de carga en el ramal porta goteros
$dz$	=	Desnivel en el ramal porta gotero
$dH$	=	Perdida de carga en la tubería terciaria
$dZ$	=	Desnivel en la tubería terciaria
$dH_1$	=	Perdida de carga en la tubería secundaria
$dH_2$	=	Perdida de carga en la tubería principal
$dH_a$	=	Perdida de carga en válvulas y accesorios
$dZ_a$	=	Desnivel en las tuberías principales y secundarias
$10^*$	=	Presión de reserva para el cabezal de riego

### 2.7. Automatización de sistemas de riego presurizados.

Pizarro en 1996 menciona que los sistemas presurizados por goteo son muy indicados para ser operados automáticamente, debido a que estos son fijos a diferencia de muchos sistemas por aspersión; los caudales son bajos y las unidades de riego son relativamente grandes; no se ve afectada por factores ambientales como el viento, finalmente el riego no interfiere con las labores agrícolas. Entre las principales ventajas de la automatización se puede mencionar:

- i. Mejor control de frecuencia y dosis de riego.
- ii. Reduce el trabajo manual, permite mayor flexibilidad en programación de labores agrícolas.
- iii. Permite programar labores como la fertilización.
- iv. Reducción de instalaciones (tuberías, bombas, etc.), y en coste de funcionamiento.
- v. Riego en pulsos.
- vi. Puede incorporar sensores de humedad del suelo, temperatura, evaporación.
- vii. Facilita el registro de datos.

La automatización del riego puede hacerse a varias escalas y en distintas partes de las instalaciones:

- i. Automatización individual del riego en parcela, con programador y electroválvulas.
- ii. Automatización general de una red de riego a la demanda y su gestión, usando ordenador central y una red en anillo de unidades de campo que controlan cada uno del hidrante o de control remoto.
- iii. Regulación y control de la estación de bombeo para adaptar la demanda de caudal u presión a las necesidades de la red.
- iv. Automatización integral del sistema, para riego y fertilización.

#### **2.7.1. Nivel de automatización.**

La elección del nivel y complejidad de automatización se deberá realizar siguiendo criterios técnico económico, dependiendo de las características de la explotación y preferencias del fundo. El mínimo nivel de automatización sería la apertura y cierre de válvulas hidráulicas para realizar las posturas de riego, el máximo nivel sería, instalando sensores de control de humedad de suelo, estado hídrico de la planta, clima, etc., incluyendo sistemas de adquisición de datos para una adecuada gestión del regadío. Estos niveles estarán condicionados con la calificación que manejarán los equipos, así mismo, de la disponibilidad de servicio técnico (SIAR, 2006).

### **2.7.2. Tipos de sistemas de control.**

Los sistemas de control utilizados para el riego pueden ser en bucle abierto o en bucle cerrado. La diferencia entre ellos es que en los de bucle cerrado se establece una comunicación recíproca entre el controlador y los sensores, tomando decisiones y aplicándolas al sistema de riego. Los sistemas abiertos simplemente ejecutan una acción, como ocurre por ejemplo al programar la secuencia temporal de los riegos (SIAR, 2006)

Los principales componentes de los sistemas de control son:

- Sensores: tensiómetros, manómetros, caudalímetros, detectores de nivel, etc.
- Actuadores: interruptores, electroválvulas, válvulas de retro lavado, bombas (de agua y fertilizante), variadores de velocidad, arrancadores electrónicos, etc.
- Acondicionadores de señal: decodificadores de señal
- Unidades de control: programadores, ordenadores.

Existen diferentes métodos para poder automatizar los campos

#### **a) Por tiempos**

En este método, se debe calcular la duración del riego en función de la dosis necesaria, caudal de emisores y número de emisores por planta. Se basa en dos elementos: (a)Electroválvulas y (b)Programadores Electrónicos. Los programadores poseen un reloj que se hace coincidir con la hora real, haciendo accionar los solenoides de las electroválvulas, que suelen permanecer cerradas y se mantienen abiertas al recibir la señal eléctrica (Martínez; 2001).

Los programadores y electroválvulas trabajan en el rango de 12-24 voltios, lo que requiere el empleo de cables de cobre para la transmisión de ordenes eléctricas. La programación por tiempos es sencilla, barata y fácil de combinar con el arranque y parada de las bombas mediante un relee. Entre sus principales inconvenientes figura el que se necesita energía eléctrica, y sobre todo que cualquier causa que altere el caudal, repercutirá en la dosis de riego, como es el caso de obturación de emisores y averías de instalaciones, para este tipo de automatización es necesario la instalación de contadores volumétricos, los que

permitan identifica desajustes de volúmenes calculados versus aplicados (Martínez; 2001).

**b) Volúmenes**

Mediante este método, se mide el agua aplicada en cada sector riego y al alcanzarse este volumen, se interrumpe el paso del agua. De este modo se evita el inconveniente de la programación por tiempos, que depende del caudal de paso. Los elementos fundamentales de este tipo de control son: medidores de caudal y sirven para medir los volúmenes de agua por sector; electroválvulas normalmente cerradas y programadores, son similares a los anteriores y llevan incorporado un sensor de caudal que finaliza el riego (Martínez; 2001).

**c) Radiación y evaporación**

Este tipo de sistema de automatización medirá la radiación solar entre 200 y 2500 nm (radiación global) la cual es dependiente de las condiciones ambientales de la locación; así como tan bien la evaporación. Para este tipo de sistemas se requieren sensores de radiación y sensores de evaporación, que transmitirán a una computadora estos datos de campo, la cual integrara los datos para calcular la energía recibida por unidad de tiempo. El riego será programado calculando las necesidades de agua del cultivo, mediante la fórmula de Penman-Monteith, correlacionándose con la energía solar recibida por metro cuadrado de cultivo y unidad de tiempo (Martínez; 2001).

Al programador se le indica el valor de radiación para el comienzo del riego. La cantidad de agua a aportar se suele indicar por tiempo o volumen. El limitante de esta forma de automatización es que requiere una calibración estación y ajustada a la locación donde se desarrolla la operación agrícola (Martínez; 2001).

## **2.8. Análisis financiero de proyecto.**

Este análisis es la parte final de toda la secuencia de análisis de factibilidad de un proyecto. Si no han existido contratiempos, se sabrá hasta este punto que existe un mercado potencial atractivo; se habrán determinado un lugar óptimo para la localización del proyecto y el tamaño más adecuado para este último, de acuerdo con las restricciones del medio; se conocerá y dominará el proceso de producción, así como todos los costos en que se incurrirá en la etapa productiva; además, se habrá calculado la inversión necesaria para llevar a cabo del proyecto. Sin embargo, a pesar de conocer incluso las utilidades probables del proyecto durante los primeros cinco años de operación, aun no se habrá demostrado que la inversión propuesta será económicamente rentable (Baca, 2013)

### **2.8.1. Flujo de caja.**

Los flujos de caja constituyen el resumen de los efectos de un proyecto de inversión desde la perspectiva de eventos económicos o monetarios, estos flujos o corriente de ingresos y egresos del proyecto deben ser tratados en términos incrementales, es decir deben reflejar la diferencia que se produce entre la situación con y sin proyecto, de modo de evaluar sólo los efectos que el proyecto de inversión genera. Serán estos flujos el material básico para la determinación de los respectivos indicadores de rentabilidad, optimizando y sensibilizando los resultados a fin de dar el mejor uso de los recursos disponibles (Blank & Tarquin, 1999).

### **2.8.2. Valor actual neto de la inversión (VAN).**

Blank en 1999; menciona que el VAN, es el indicador que más directamente considera la aplicación del criterio Costo – Beneficio, ya que es determinado como el valor presente de los flujos netos de caja, y cada flujo neto de caja es en sí mismo un balance entre ingresos (beneficios) y costos, su fórmula general es:(Ver ecuación 9):

$$VAN = \sum_{t=0}^{t=H} \frac{FNC_t}{\prod_{j=0}^t (1 + r_j)^t} \quad \text{Ecu.: 9}$$

Dónde:

FNC<sub>t</sub> = Flujo neto de caja de período t

r<sub>j</sub> = Costo Alternativo de Capital

El indicador VAN exige que los proyectos a lo menos sean capaces de recuperar la inversión, ello implica que para ser elegible un proyecto debe generar suficientes ingresos (beneficios) netos positivos como para tener:  $VAN \geq 0$ . Debido a que con:  $VAN < 0$  no se recupera la inversión.  $VAN = 0$  se recupera sólo la inversión (Blank & Tarquin, 1999)

### 2.8.3. Tasa interna de retorno (TIR).

La TIR de un proyecto, es la máxima tasa de interés o de descuento que es capaz de soportar un proyecto sin dejar de ser rentable, ello implica que se estaría en la condición límite del VAN; es decir  $VAN = 0$ . Luego, desarrollando la expresión, se tiene un polinomio de grado H (Ver Ecuación 11)

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^H \frac{FNC_t}{(1 + \rho)^t} \quad \text{Ecu.: 10}$$

Dónde:

$\rho$  = TIR

Blank en 1999; precisa que la expresión de equilibrio para determinar la TIR implica establecer las raíces de un polinomio de grado H, el cual admite H posible soluciones (tantas como la función cambia de signo), las cuales no necesariamente serán iguales. En este sentido, para que la TIR exista, la solución debe ser real, única y positiva. Ello ocurre si los FNC son bien comportados, es decir, que tengan un sólo cambio de signo o pasada por cero y este debe ser de negativo a positivo, lo cual equivale a plantear que:

- La inversión debe estar concentrada inicialmente (flujo neto inicial negativo)
- Es admisible tener pérdidas los primeros períodos (flujos netos negativos)
- En los períodos siguientes, al pasar los flujos netos de caja a positivos deben mantener dicho signo.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Descripción del área de estudio.**

##### **3.1.1. Ubicación y extensión .**

###### **a.) Ubicación política**

Departamento:	San Martín
Provincia:	Tocache
Distrito:	Tocache
Fundo:	“Cantagallo”

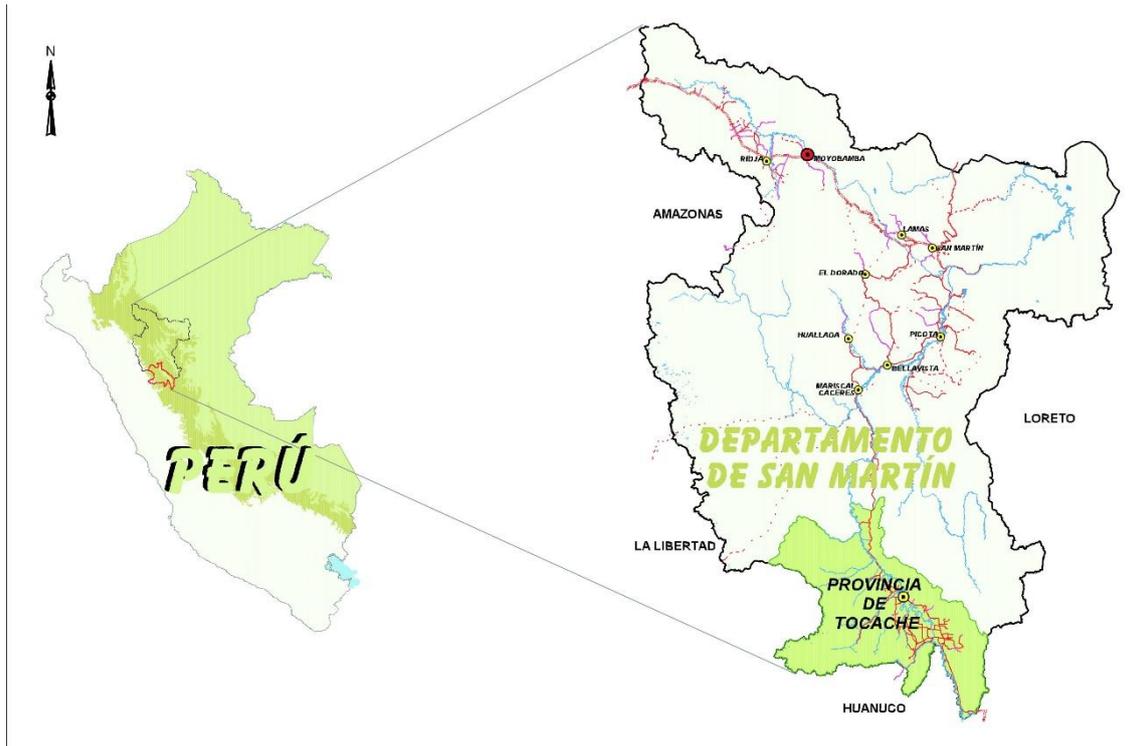
###### **b.) Ubicación geográfica**

Está ubicado en las siguientes coordenadas, a la margen derecha del río Huallaga. Latitud Sur de 8°18'51.41"S y Longitud Oeste 76°26'10.40"O a una altura de 486 msnm (Ver Figura 19)

###### **c.) Vías de acceso**

La ruta para el acceso es la siguiente:

Cruce de Uchiza con la Carretera Marginal de la Selva Fernando Belaunde Terry, continuando hasta la margen izquierda del río Huallaga, el cual se debe cruzar con balsa carrozable para llegar al pueblo de Santa Lucía, donde se toma una vía no pavimentada, hasta el sector Ollate donde se encuentra ubicado el fundo “Cantagallo”.



**Figura 19.: Ubicación del Fundo Cantagallo**

#### **d.) Extensión**

La extensión sobre la cual se desarrollará el presente proyecto de tesis corresponde a 13.5Ha de campos de Cacao de variedad forastero CCN-51, los cuales se encuentran instalados dentro del fundo Cantagallo-Tocache, San Martín-Perú.

#### **3.2. Materiales.**

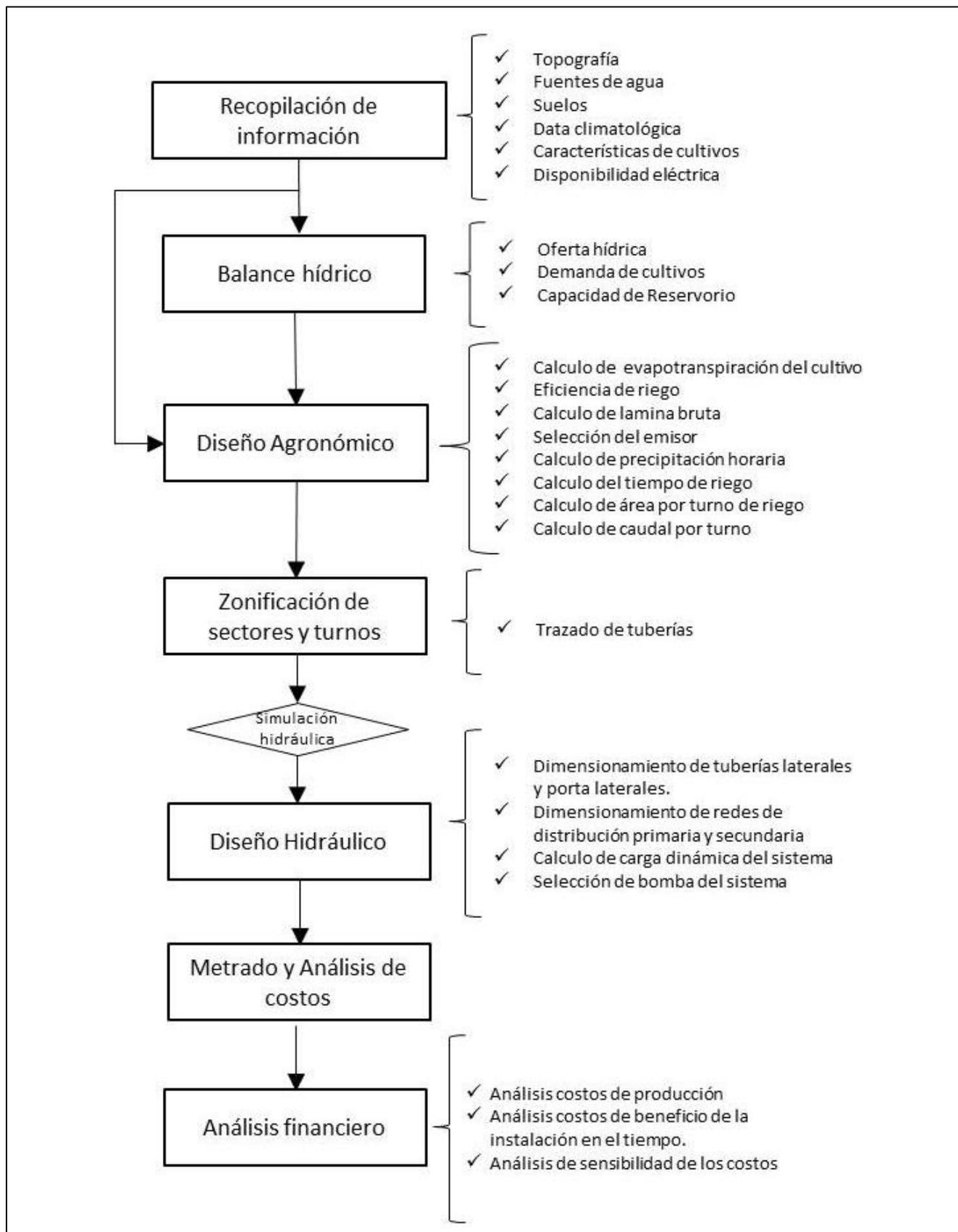
Para el desarrollo del presente proyecto se requerirá, los siguientes materiales y paquetes informáticos.

- Plano topográfico
- Data meteorológica y de suelos.
- *Software* AutoCAD CIVIL 2017; versión educativa
- *Software* S10
- *Software* Office2010
- *Software* Arc GIS10.1

- *Software* Google Earth
- *Software* Water CAD

### **3.3. Metodología de estudio.**

Con la finalidad de poder cumplir los objetivos planteados en el presente proyecto de tesis, se presenta la siguiente metodología (Ver Figura 20)



**Figura 20 .: Metodología del Proyecto**

### **3.3.1. Recopilación de información de base.**

#### **a.) Topografía**

Se realizó un levantamiento plani - altimétrico, con estación total, de marca *Gowin* modelo *TKS-202*. Para el procesamiento de la data obtenida, se utilizó el software *AutoCAD Civil 2017*, de versión educativa.

#### **b.) Fuente de agua**

El área correspondiente al presente proyecto se ubica a la margen derecha del río Huallaga, siendo esta la fuente de agua para el suministro del reservorio, siendo el área de afectación contribuyente a la junta de usuarios.

#### **c.) Suelos**

Se realizarán calicatas de un metro de profundidad en las áreas destinadas a la realización del proyecto y posteriormente se realizarán análisis de suelo de los puntos muestreados.

#### **d.) Data climática**

Se utilizará la información existente correspondiente a la estación meteorológica “Palmawasi”, correspondiente al fundo aledaño “Palma del Espino”, la data disponible es mayor a diez años de antigüedad. La ubicación de estación es a 2 kilómetros del área en estudio, sus coordenadas son: Latitud Sur de 8°16'54.41"S y Longitud Oeste 76°20'10.41"O a una altura de 488 msnm.

#### **e.) Características del cultivo instalado**

El presente proyecto de tesis se desarrolla para el cultivo de cacao de la variedad forastera CCNN-51. El manejo agronómico es de carácter intensivo, aplicándose programas de fertilización y sanidad en función al ciclo productivo; así mismo, la plantación se encuentra a cielo descubierto

Las principales características de esta variedad de cacao son:

**Tabla 6: Características cacao CCNN-51**

<b>Variable</b>	<b>Característica</b>
Árbol	Robusto y grande
Hojas	Pequeñas, color verde claro
Mazorcas	Amelonado y calabacilla
Cascara	Gruesa y dura
Superficie	Lisa
Almendras	Pigmentadas, violeta oscuro y de forma aplanada
Plagas	Tolerantes
Sabor	Ordinario
Adaptación	Muy buena

Fuente: Batista; 2009

**f.) Disponibilidad eléctrica**

En la locación a desarrollarse el presente proyecto de tesis cuenta con suministro continuo de corriente trifásica, provista por la empresa eléctrica Electro Tocache S.A.

**3.3.2. Balance hídrico.**

Este balance hídrico es realizado en condiciones de secano de plantación, siendo este el estado actual de todo el campo; donde la oferta hídrica es proporcionada solo por la precipitación. Para realizar este balance se tomará la información proporcionada por la data climática.

**3.3.3. Diseño agronómico.**

**a.) Cálculo de Evapotranspiración (Etc)**

El cálculo de este parámetro resulta de la ecuación 11, la cual es producto de la evapotranspiración (Método FAO Penman-Monteith (Ver Ec.2) y el coeficiente de cultivo, el cual varía en un rango de 1.0 – 1.05, planteado por Allen *et al.* 1988 para un cultivo de cacao con un canopy completo y descubierto.

$$ET_c = ET_p * Kc.....Ecu.: 11$$

Dónde:

- $ETc$  = Evapotranspiración para el periodo de máxima demanda (mm/día).
- $ETp$  = Evapotranspiración potencial de máxima demanda, en (mm/día).
- $Kc$  = Coeficiente de cultivo, adimensional.

#### b.) Cálculo de necesidades totales hídricas ( $Nt$ )

El cálculo de las necesidades totales, parte de las necesidades netas, definida por (Ver Ec. 12), en donde el parámetro almacenamiento de agua en el suelo ( $\Delta w$ ), no se debe tomar en cuenta para el cálculo de las necesidades críticas, al igual el aporte capilar ( $Gw$ ), considerándose ambas variables cero. Para la variable precipitación efectiva, se considera un 50 por ciento de esta precipitación a nivel mensual, debido a la locación donde se desarrolla el proyecto.

$$Nn = ETc - Pe - Gw - \Delta w \dots \text{Ecu.: 12}$$

Dónde:

- $Nn$  = Necesidad neta el periodo de máxima demanda (mm/mensual).
- $ETc$  = Evapotranspiración para el periodo de máxima demanda (mm/mensual).
- $Pe$  = Precipitación efectiva (mm/mensual).
- $Gw$  = Aporte capilar.
- $\Delta w$  = Almacenamiento de agua en el suelo

Teniendo en cuenta las necesidades netas, se calculará las necesidades hídricas totales en función a la ecuación 13. Donde la eficiencia es definida por el producto del coeficiente de uniformidad y el porcentaje de percolación profunda.

$$Nt = \frac{Nn}{CU * Pe} \dots \text{Ecu.: 13}$$

Dónde:

- $Nt$  = Necesidad total en el periodo de máxima demanda (mm/mensual).
- $Nn$  = Necesidad neta el periodo de máxima demanda (mm/mensual).
- $CU$  = Coeficiente de Uniformidad (%)
- $Pe$  = Porcentaje de percolación profunda (%)

**c.) Porcentaje de superficie mojada**

Es la relación, expresada en porcentaje, entre el área mojada por planta y el área total. Para cultivos arbóreos de climas húmedos Keller y Karmeli (1974), recomienda un valor mínimo de 20 por ciento

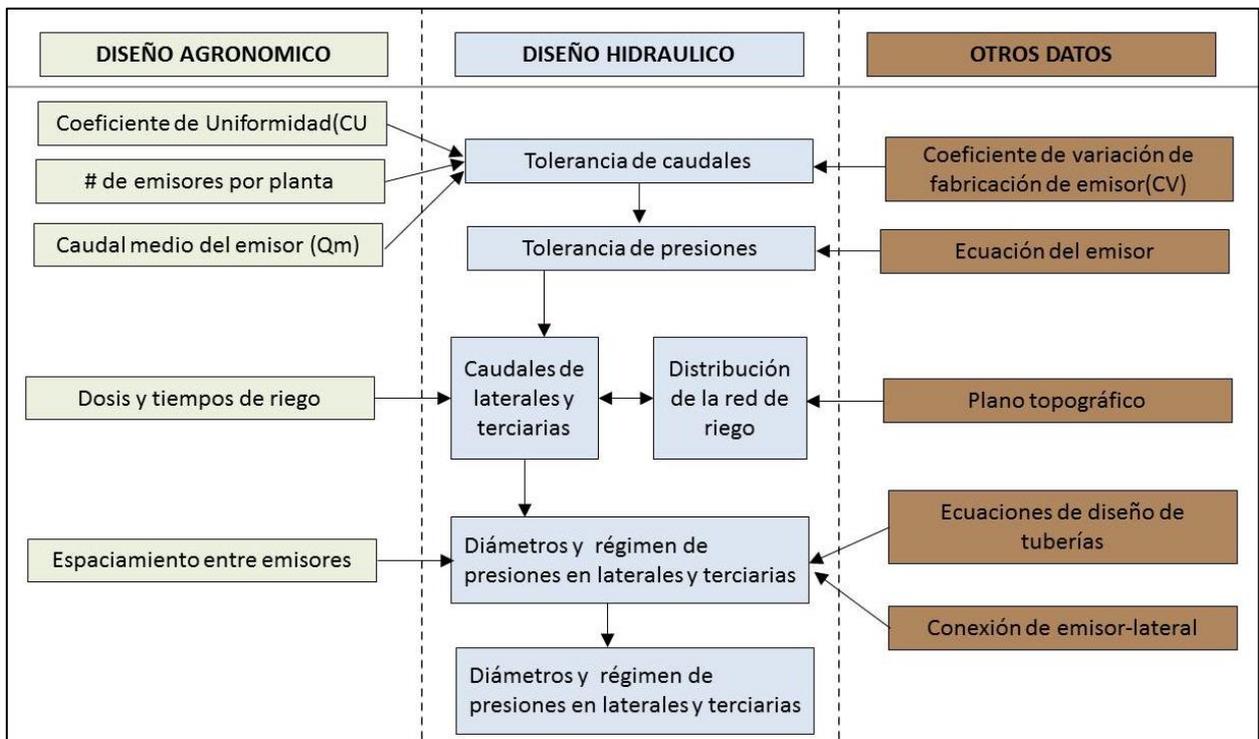
$$SM = \frac{AM}{S} \dots\dots Ecu.: 14$$

Dónde:

- SM = Porcentaje de área mojada.
- AM = Superficie mojada por planta.
- S = Superficie ocupada por planta

**3.3.4. Diseño hidráulico y simulación de redes.**

Esta etapa correspondiente al diseño hidráulico se realizará posterior al diseño agronómico considerando factores tales como las características de los emisores disponibles en el mercado, topografía del predio, elevación o desnivel de la fuente de agua, los caudales disponibles en la fuente de agua, etc. En la Figura 21, se presenta la secuencia de diseño que se tendrá en el presente proyecto de tesis(Saldarriaga, 1998).



**Figura 21: Secuencia de Diseño Hidráulico**

Fuente: Adaptado de Saldarriaga, 1998

La consideración espacial para el diseño hidráulico en el presente proyecto, condicionadas por condiciones de tamaño espacial de los campos y ampliaciones posteriores de esta será:

- La red de tuberías matrices trabajara como una red abierta, no teniendo la configuración de mallas, con varios nodos en funcionamiento.
- Cada turno de riego estará compuesto solo por un submódulo de riego (apertura de una electroválvula/turno).
- Se buscará asignar tamaños similares a cada turno de riego, lo cual se traducirá a caudales similares y presiones de operación similares para cada turno de riego.

**a.) Diseño y optimización del lateral de riego**

Para el cálculo y diseño del lateral de riego, se plantea el diagrama de flujo representado en la Figura 22. El proceso inicia conociendo la presión mínima del emisor más alejado de la válvula del arco de riego, calculando el caudal entregado en cada emisor y las pérdidas de energía por fricción aguas arriba, involucrando que el proceso se divide en el cálculo de cada uno de los laterales de riego desde aguas abajo hacia la entrada de la porta lateral, para ir acumulando la presión. El caudal acumulado, por ecuación de continuidad, se utiliza como el caudal antes del penúltimo emisor para calcular de nuevo la pérdida de energía hasta el siguiente emisor aguas arriba. El proceso continuara hasta que se llegue a la entrada del lateral aguas arriba (Punto de unión entre el lateral y la porta lateral) (Saldarriaga, 1998).

a.1) Cálculo del caudal

Se determinará con la siguiente expresión (Ver Ec.15)

$$QL = q \times gp \dots\dots\dots\text{Ecu.: 15}$$

Dónde:

- $QL$  = Caudal del lateral en l/h
- $q$  = Caudal del emisor en l/h
- $gp$  = Goteros por planta en lateral

a.2) Pérdida de carga total en el lateral

Se utilizará la ecuación de Hazzen-Williams (Ver Ec. 16), por ser recomendable para diámetros de tubería menores a 125 mm:

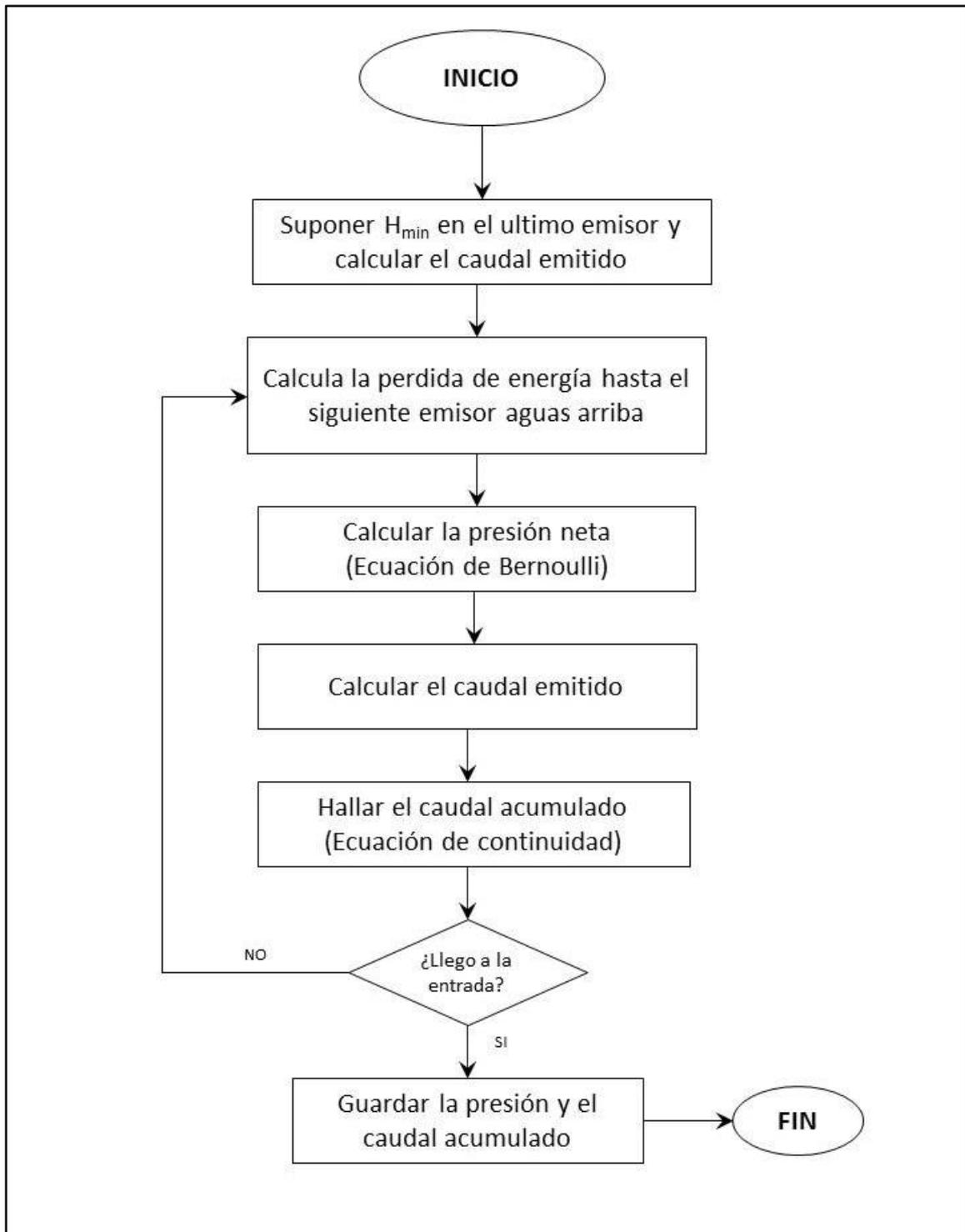
$$hf = \left( \frac{6.8241 \times 2 \times g \times l}{C^{1.851} \times d^{1.187} \times V^{0.15}} \right) \times \frac{V^2}{2g} \quad \text{Ecu.: 16}$$

Dónde:

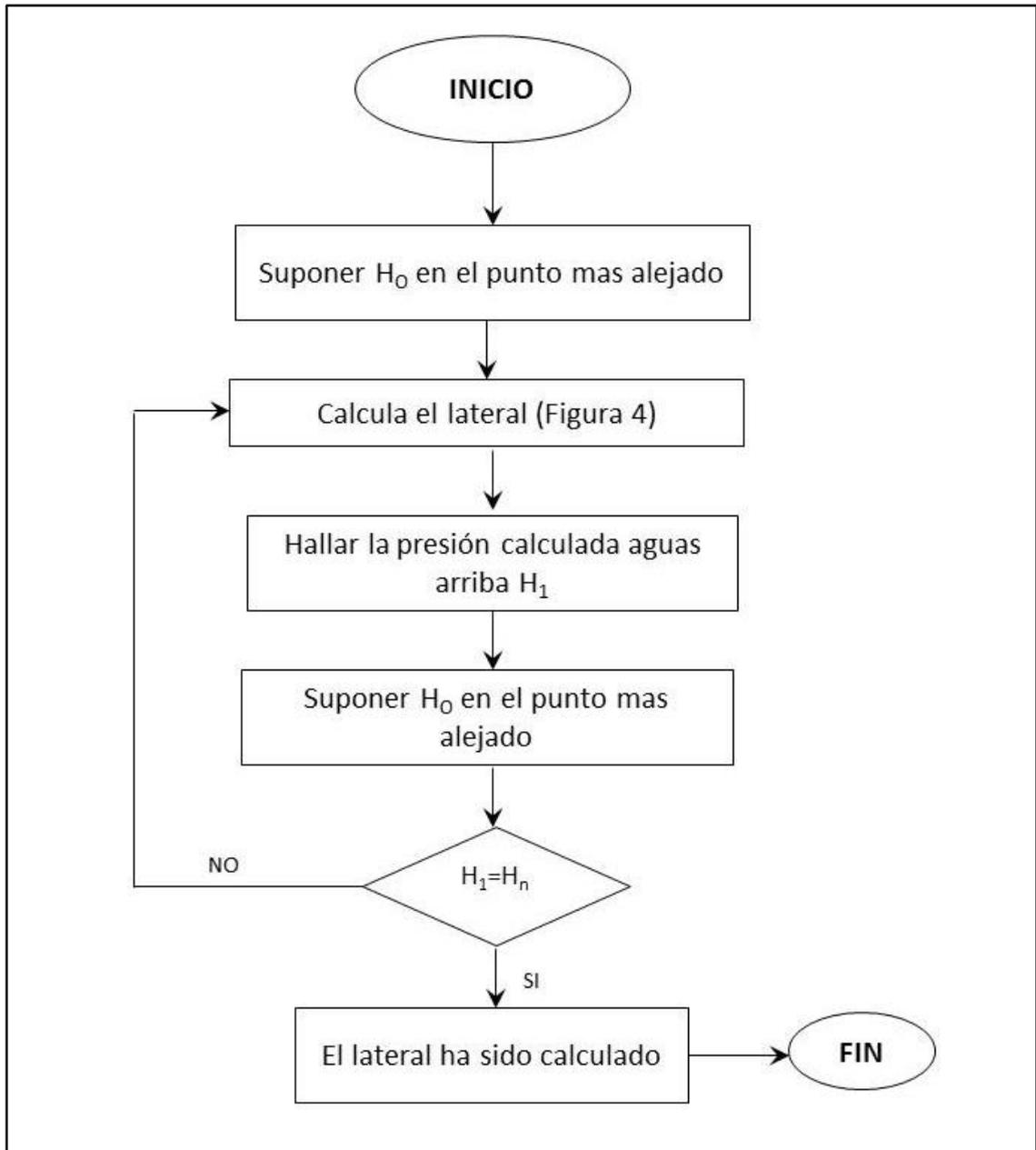
- $V$  = Velocidad media de la tubería en m/seg
- $C$  = Coeficiente de rugosidad de la tubería
- $L$  = Longitud del lateral, en metros
- $d$  = Diámetro de la tubería

Para la pérdida de carga total (Ver Ec. 17), se utilizará el factor de Christiansen (Fe) y el factor de corrección (Fn) por conexión del emisor.

$$HF = hf \times Fe \times Fn \dots \dots \dots \text{Ecu.: 17}$$



**Figura 22 Algoritmo - Diseño de Lateral conociendo presión aguas abajo**  
 Fuente: Adaptado de Saldarriaga, 1998



**Figura 23: Algoritmo - Diseño de Lateral conociendo presión aguas arriba**  
 Fuente: Adaptado de Saldarriaga, 1998

En la Figura 23, se visualiza el algoritmo planteado cuando se conoce la presión aguas arriba del lateral, en el punto de unión de la porta lateral, se utiliza un proceso iterativo de ensayo y error en el cual se supone una presión aguas abajo y se realiza el cálculo del algoritmo planteado en la Figura 21, comparando al final la cabeza de presión a la entrada con aquella que se conoce previamente. Es un proceso iterativo corrigiendo la suposición inicial hasta que el error sea mínimo (Saldarriaga, 1998).

## **b.) Diseño de porta lateral**

El cálculo de la porta lateral se realiza en forma similar que el lateral, iniciándose con el más alejado aguas abajo, dirigiéndose hacia aguas arriba. Se acumula el caudal que sale por cada lateral y se hallan las pérdidas de energía en cada tramo de tubería hasta llegar a la entrada en el arco de riego. En este sentido se plantea un algoritmo (Ver Figura 24) para el cálculo de la presión mínima requerida a la entrada de una porta lateral (Saldarriaga, 1998).

### **b.1) Caudal de diseño de la porta lateral**

Se determinará como el producto del número de laterales por el caudal del lateral calculado previamente.

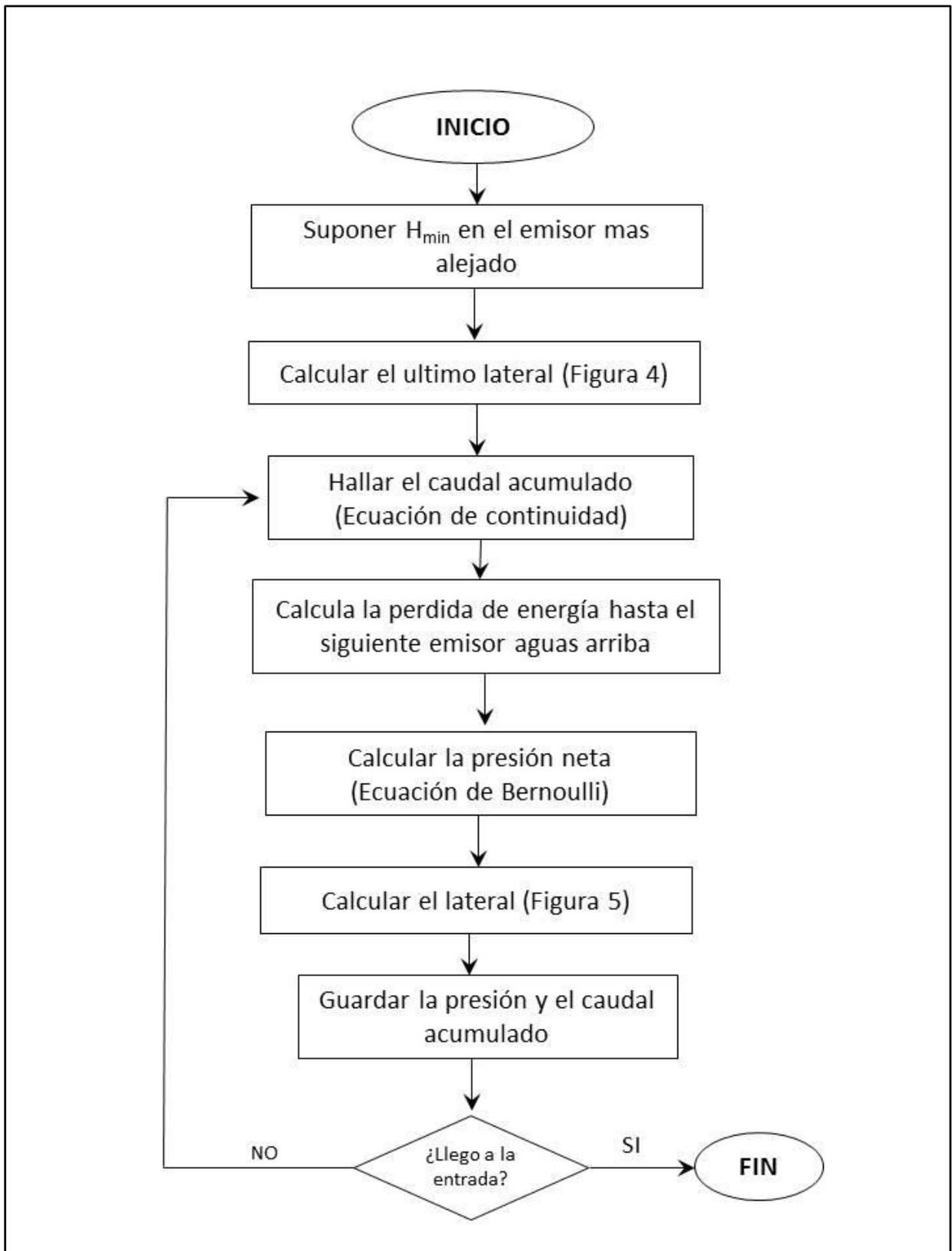
### **b.2) Caudal de pérdida de carga**

Se utilizará la ecuación de *Hazen y Williams* (Ver Ec. 16)

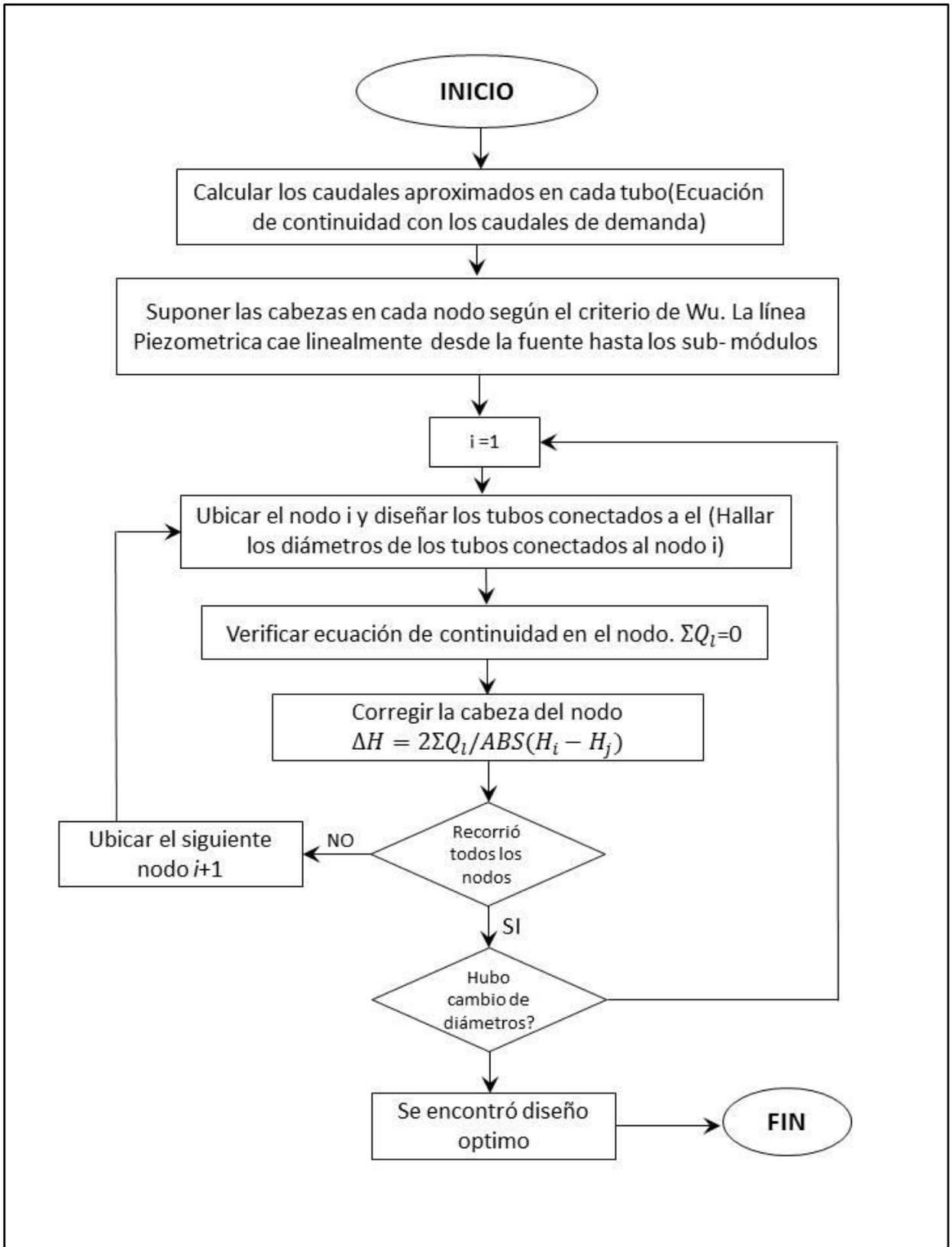
## **c.) Diseño de matriz**

En esta fase de diseño, se utilizará la interfaz del software WaterCAD, para el modelamiento de las redes presurizadas de distribución y su posterior dimensionamiento. El dimensionamiento realizado por esta herramienta computacional es explicado mediante el algoritmo presentado en la Figura 25, planteándose en que si se conocen los caudales demandados es posible obtener, mediante la ecuación de continuidad los caudales aproximados en cada uno de los tubos.

De forma similar, como se conocen la presión disponible a la entrada y la necesaria en cada uno de los submódulos de riego, se puede inferir cómo será la cabeza piezométrica en cada nodo de unión entre tuberías principales y secundarias aplicando el criterio de *Wu* (Wu, Howell, & Hiler, 1979). Con la suposición de presiones de funcionamiento y con los caudales conocidos se determinan los diámetros de cada tubería, verificando que se esté cumpliendo con la ecuación de continuidad en cada nodo a medida que se avanza en la red. De no cumplirse, en cada nodo se realiza una conexión en la cabeza y al final se vuelven a calcular los diámetros.



**Figura 24: Algoritmo - Diseño de Porta Lateral**  
Fuente: Adaptado de Saldarriaga, 1998



**Figura 25: Algoritmo - Diseño de Matriz**

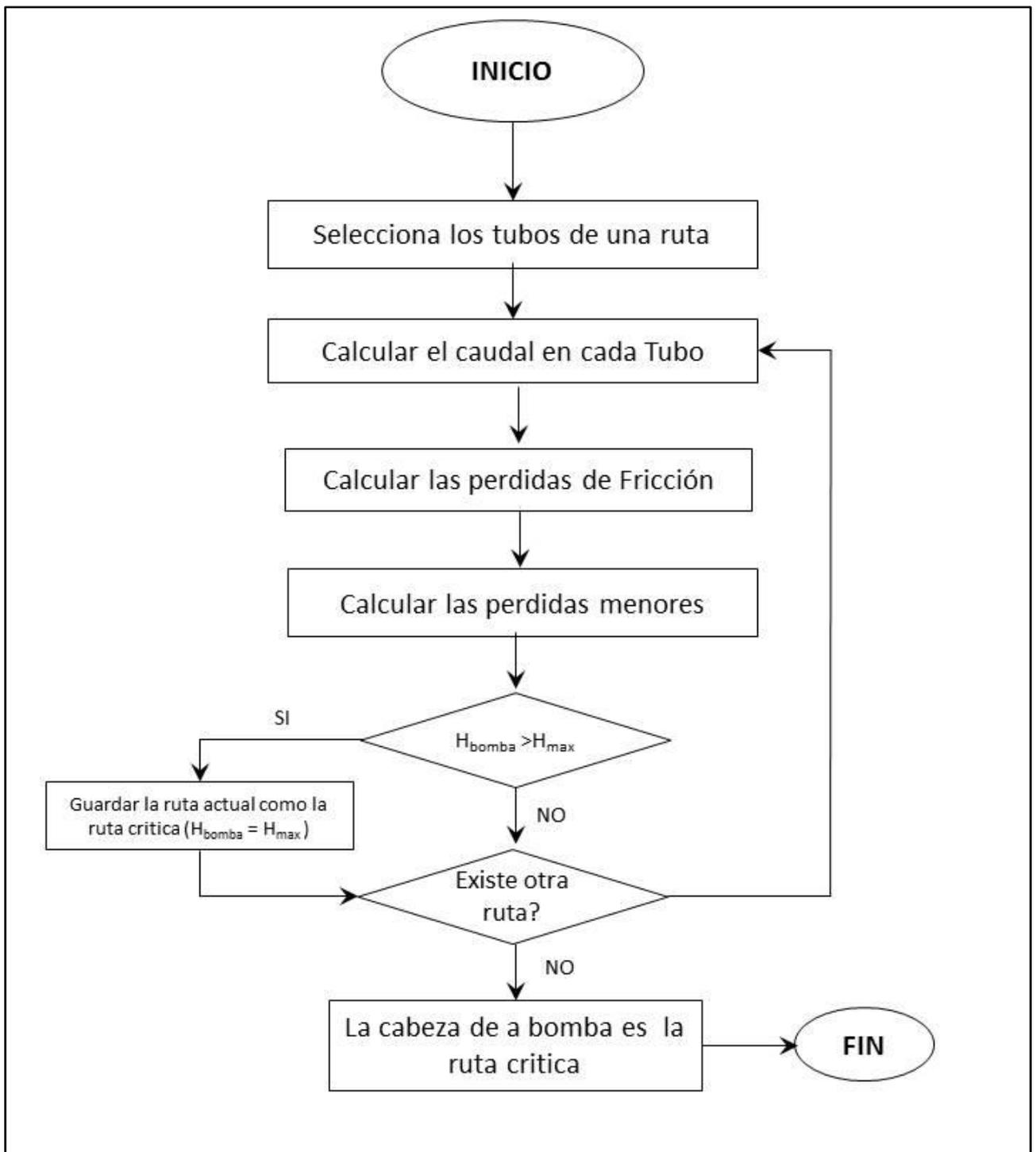
Fuente: Adaptado de Saldarriaga, 1998

#### **d.) Selección de la bomba**

En esta fase se plantea el algoritmo descrito en la Figura 26, conociendo el caudal en cada tubo, los cálculos se inician calculando la pérdida de carga empezando en cada submódulo de riego hacia aguas arriba hasta llegar al punto en el cual se ubica la bomba.

Las pérdidas totales de energía más la cabeza necesaria en cada submódulo, más la diferencia de niveles de topografía será la energía que debe suministrar la bomba.

Este procedimiento se utiliza para una ruta determinada, desde la estación de riego hasta uno de los submódulos (más crítico). En el evento de que existan varios submódulos a regar que determinen diferentes rutas, el proceso se debe hacer para cada una de estos hallando al final la que presenta la mayor pérdida de energía, la cual corresponde a la ruta crítica. Si la bomba funciona para esta ruta crítica también debe funcionar para los demás submódulos del sistema de riego.



**Figura 26: Algoritmo – Selección de bomba**

Fuente: Adaptado de Saldarriaga, 1998

### **3.3.5. Automatización del sistema.**

El sistema propuesto, en el presente proyecto de tesis, será una automatización de tipo de sistemas de control en bucle abierto. Para lo cual se utilizará un programador de riego *RainBird Esp-ME*, con una capacidad instalada mínima de 10 estaciones; así mismo, se incorporará un sensor de lluvia necesario por las condiciones de la zona de ejecución, los cuales estarán interconectados con una red de electroválvulas a lo largo del campo de Cacao.

Este sistema de automatización controlará básicamente el tiempo en el que se producirá el riego. No se considerará otros factores que influyen en la dosificación del riego como, nivel de humedad en el suelo, estado de las plantas, condiciones de viento, etc.

### **3.3.6. Metrados y Análisis de costos.**

Todos los metrados correspondientes al tendido hidráulico y de accesorios de riego a utilizar, serán realizados en función a los planos generados en las etapas anteriores. Para el análisis de costos de cada una de las partidas se utilizará el *software S10*.

### **3.3.7. Análisis financiero.**

Etapa final de la investigación, que corresponde a determinar la viabilidad financiera del proyecto. Con este fin, se recopilará, los costos de producción del fundo, donde se desarrolla el presente proyecto de tesis, así mismo se hará el contraste costo beneficio utilizando ratios financieras de la instalación del sistema de riego presurizado.

#### **a Flujo de caja**

Los flujos de caja constituyen el resumen de los efectos de un proyecto de inversión desde la perspectiva de eventos económicos o monetarios, estos flujos o corriente de ingresos y egresos del proyecto deben ser tratados en términos incrementales, es decir deben reflejar la diferencia que se produce entre la situación con y sin proyecto, de modo de evaluar sólo los efectos que el proyecto de inversión genera.

## **b Valor actual neto de la inversión (VAN)**

(Blank & Tarquin, 1999); menciona que el VAN, es el indicador que más directamente considera la aplicación del criterio Costo – Beneficio, ya que es determinado como el valor presente de los flujos netos de caja, y cada flujo neto de caja es en sí mismo un balance entre ingresos (beneficios) y costos.

El indicador VAN exige que los proyectos a lo menos sean capaces de recuperar la inversión, ello implica que para ser elegible un proyecto debe generar suficientes ingresos (beneficios) netos positivos como para tener:  $VAN \geq 0$ . Debido a que con:  $VAN < 0$  no se recupera la inversión.  $VAN = 0$  se recupera sólo la inversión (Blank & Tarquin, 1999)

### **4.8.3 Tasa Interna de Retorno (TIR).**

La Tasa Interna de Retorno de un proyecto, es la máxima tasa de interés o de descuento que es capaz de soportar un proyecto sin dejar de ser rentable, ello implica que se estaría en la condición límite del VAN; es decir  $VAN = 0$ .

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Características de data recopilada.**

En este punto se presentarán los resultados de la recopilación de información realizada

#### **4.1.1 Topografía.**

Posterior al levantamiento con estación total; se obtuvo el plano topográfico correspondiente al área cacaotera del fundo “Cantagallo” (Ver Anexo 2). La obtención de este plano permite contrastar lo visualizado en campo, siendo todo el terreno plano sin desniveles en los campos de cultivo y/o vías de accesos entre estos. Así mismo, en este plano se visualizan los drenes para cada campo, los cuales son fundamentales para las operaciones agrícolas durante los meses lluviosos.

#### **4.1.2 Fuente de agua.**

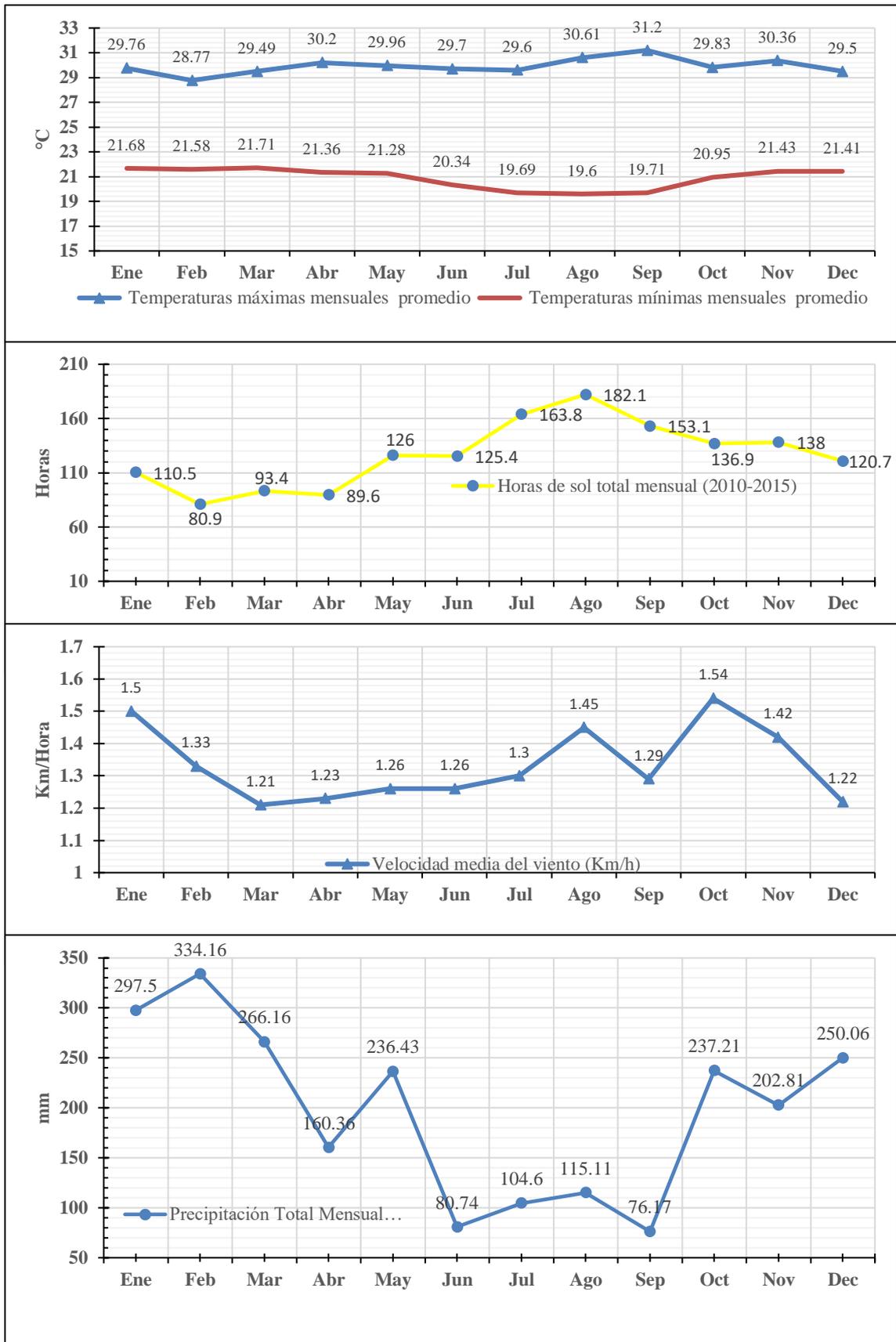
La fuente de agua es abastecida por una captación ubicada en el margen izquierdo del río Huallaga (de régimen permanente todo el año), correspondiendo este a uno de los linderos del fundo “Cantagallo”. El cual abastecerá a un reservorio ubicado a 800 metros, con una capacidad de 5000 metros cúbicos. Este reservorio tendrá doble propósito tanto abastecimiento como pisi-granja de tilapias y especies similares.

#### **4.1.3 Suelos.**

Del análisis de suelo, se obtienen la información que este suelo presenta una densidad aparente 1.4 Toneladas/Metro cubico, con una textura Franco Arcillosa. Parámetros que serán usados para desarrollar el diseño agronómico.

#### **4.1.4 Data climática.**

Data correspondiente al periodo de tiempo del 1985-2016 de la estación meteorológica automática “Palmawasi” (*Vantage Pro-2*) del fundo aledaño “Palma del Espino”. A continuación, se presentan los resúmenes gráficos en promedio de las variables climáticas.



**Figura 27: Diagramas de variables climáticas**

Fuente: Grupo Palmas; 2017

#### **4.1.5 Características de los cultivos.**

Se desarrolla sobre plantas de cacao ya instaladas en campo, las cuales tienen una edad de 7 años, ya encontrándose en su máxima capacidad productiva, la variedad cultivada es la CCNN-51 injertada sobre una variedad criolla de cacao. El manejo agronómico que ha tenido este cultivo es de carácter intensivo incorporando programas de fertilización y fitosanitarios; sin embargo, el manejo del riego es bajo seco. Las principales características morfológicas de la variedad cultivada se describieron en el Cuadro 6.

#### **4.1.6 Fuente de energía.**

Suministrada por la empresa de administración municipal ETOSA (Electro-Tocache S.A.), la cual cuenta con una red trifásica de media tensión la cual, por ser colindante a las puertas de ingreso del fundo, será derivada con postes, hasta la caseta de bombeo ubicada a 400 metros del punto de derivación.

### **4.2 Balance hídrico.**

Es realizado para las condiciones de seco, representando la precipitación, la única fuente de la oferta hídrica, y la demanda se calcula para las necesidades del cultivo de cacao.

#### **4.2.1 Oferta hídrica-precipitación efectiva.**

Se define como la fracción de la precipitación total utilizada para satisfacer las necesidades de agua del cultivo; quedando excluidas la infiltración profunda, la escorrentía superficial y la evaporación de la superficie del suelo. La textura del suelo franco arcilloso de propiedad semipermeable es caracterizada por un coeficiente de escorrentía de 0.5 para una pendiente despreciable. Esto quiere decir que, de la precipitación total, solo el 50% se infiltra y el resto escurre superficialmente. Por lo tanto, la precipitación efectiva del proyecto fue calculada a un 50%. Los resultados de precipitación efectiva generados por el *software Cropwat* (Ver Figura 28).

Estación		PALMAWASI		Método Prec. Ef		Porcentaje fijo	
		Precipit.		Prec. efec			
		mm		mm			
<b>Enero</b>		297.5		148.8			
<b>Febrero</b>		334.2		167.1			
<b>Marzo</b>		266.2		133.1			
<b>Abril</b>		160.4		80.2			
<b>Mayo</b>		236.4		118.2			
<b>Junio</b>		80.7		40.4			
<b>Julio</b>		104.6		52.3			
<b>Agosto</b>		115.1		57.6			
<b>Septiembre</b>		76.2		38.1			
<b>Octubre</b>		237.2		118.6			
<b>Noviembre</b>		202.8		101.4			
<b>Diciembre</b>		250.1		125.0			
<b>Total</b>		<b>2361.3</b>		<b>1180.7</b>			

Figura 28: Precipitación efectiva (2010-2016)

#### 4.2.2 Demanda hídrica potencial (Eto).

Se calculó la evaporación potencial (Eto) (Ver Figura 29) usando el *software Cropwat*.

País		Perú		Estación		PALMAWASI	
Altitud		500 m.		Latitud		8.42 °S	
				Longitud		76.42 °W	
Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/día	horas	MJ/m <sup>2</sup> /día	mm/día
Enero	21.7	29.8	89	36	3.6	15.4	3.27
Febrero	21.6	28.8	91	32	2.9	14.4	3.04
Marzo	21.7	29.5	89	29	3.0	14.2	3.00
Abril	21.4	30.2	86	29	3.0	13.1	2.80
Mayo	21.3	30.0	82	30	4.1	13.5	2.78
Junio	20.3	29.7	86	30	4.2	12.9	2.60
Julio	19.7	29.6	87	31	5.3	14.7	2.86
Agosto	19.6	30.6	85	35	5.9	16.7	3.32
Septiembre	19.7	31.2	86	31	5.1	16.9	3.48
Octubre	20.9	29.8	87	37	4.4	16.6	3.44
Noviembre	21.4	30.4	88	34	4.6	16.9	3.56
Diciembre	21.4	29.5	90	29	3.9	15.8	3.31
Promedio	20.9	29.9	87	32	4.2	15.1	3.12

Figura 29: Evapotranspiración (2010-2016)

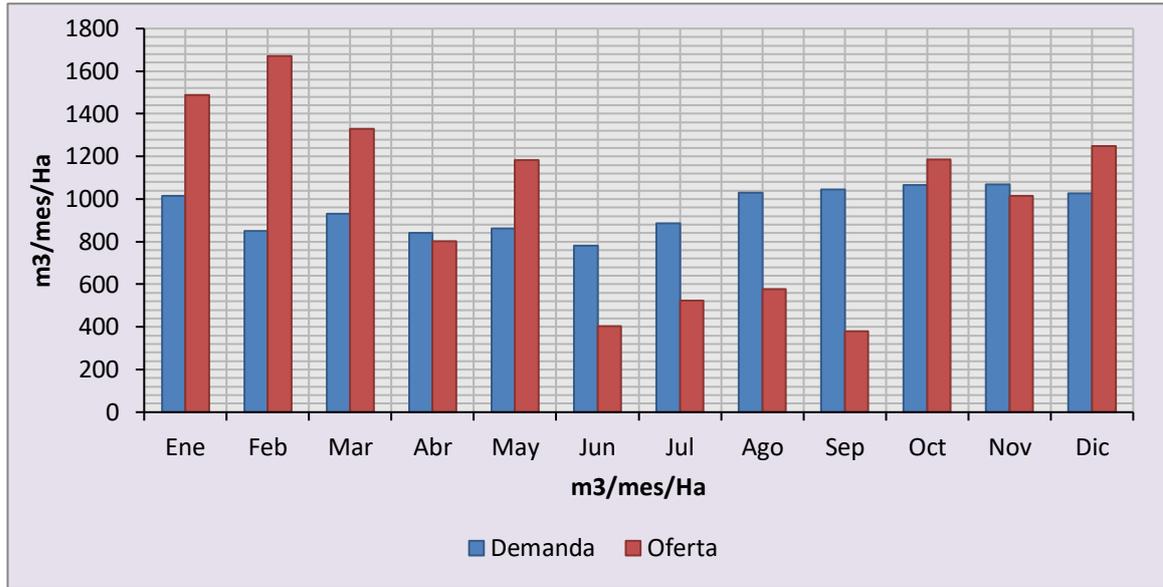
De la información obtenida de oferta y demanda hídrica, se realizan las conversiones a metros cúbicos, y se extrapolan para condiciones mensuales (Ver Tabla 7).

Tabla 7: Acumulados mensuales de oferta y demanda en m<sup>3</sup> (2010-2016)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Demanda</b>	1044.1	851.2	930	840	861.8	780.0	886.6	1029.2	1044	1066.4	1068	1026.1
<b>Oferta</b>	1488.0	1671.0	1331	802	1182.0	404.0	523.0	576.0	381.0	1186.0	1014	1250.

Fuente: Elaboración propia

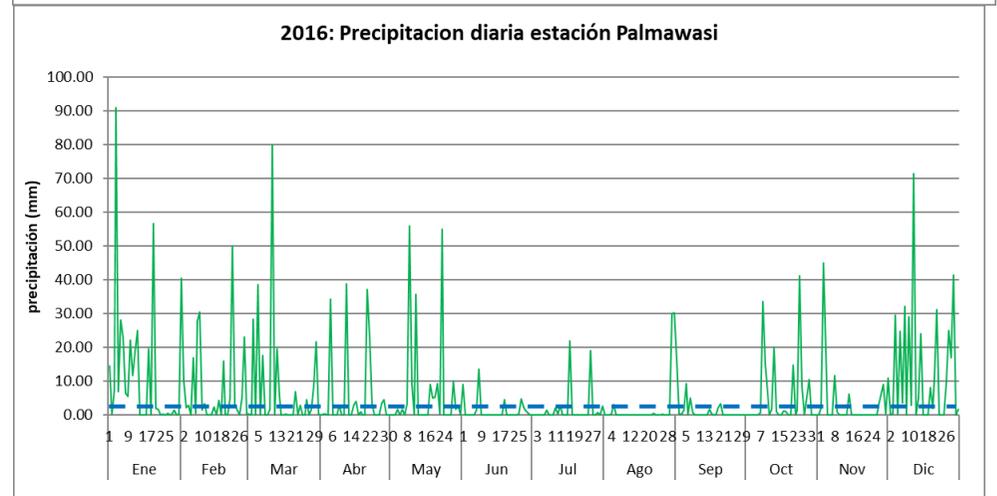
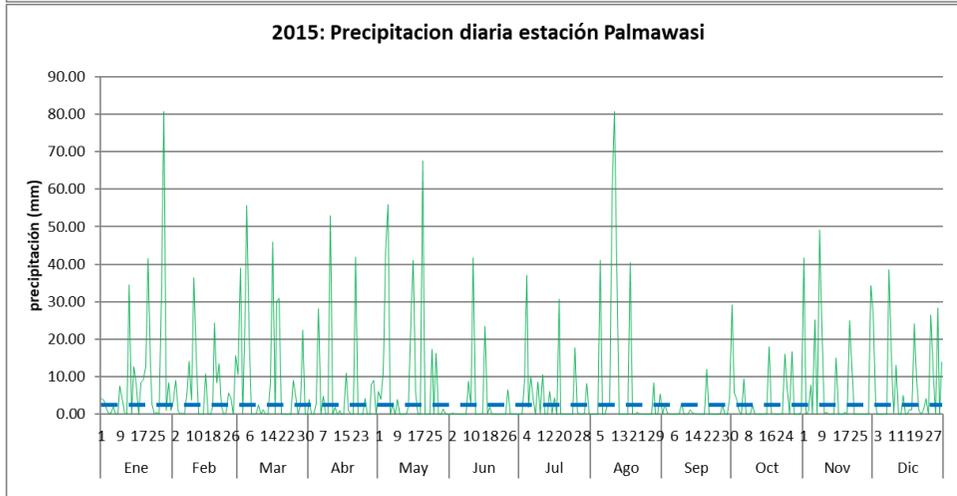
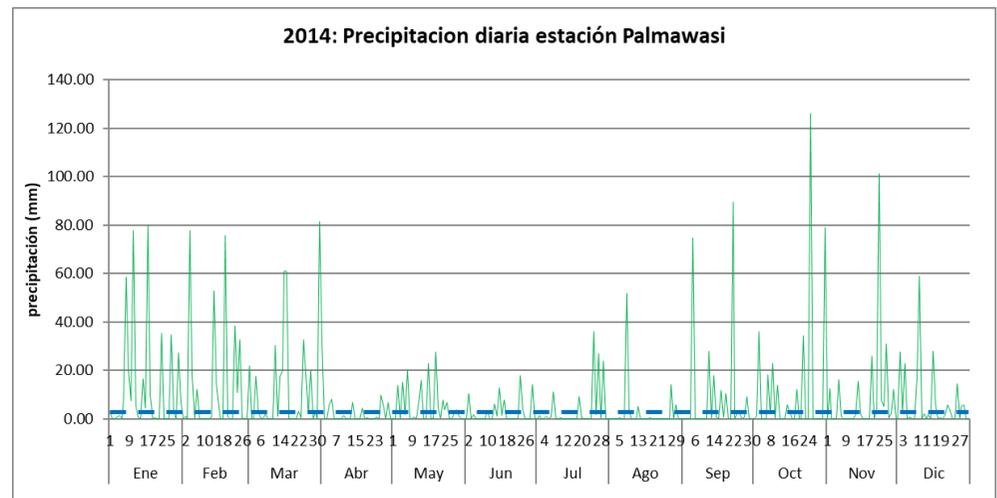
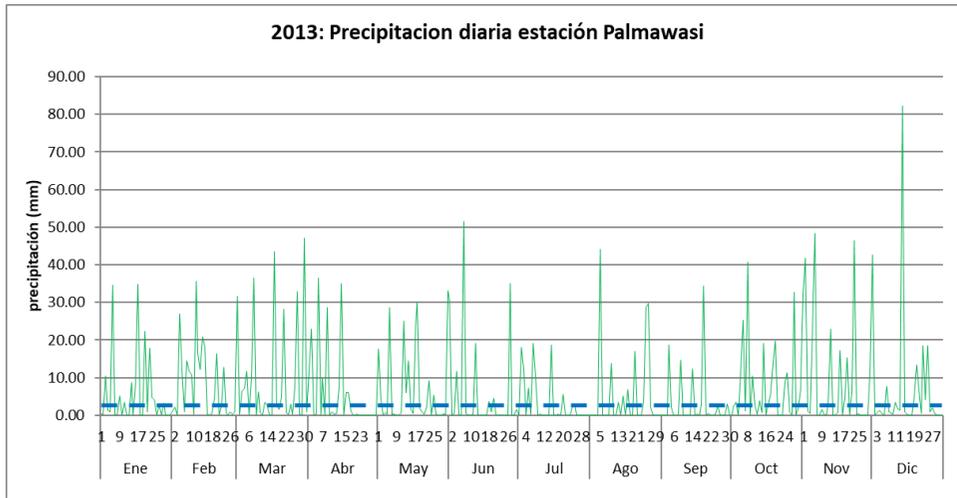
De la Tabla 7; se construye la Figura 30, donde se puede visualizar que el periodo de déficit hídrico corresponde a los meses de junio-Setiembre. La característica de estos meses es la ausencia de precipitación en periodos que pueden extenderse de 5 a 20 días dentro de un mes (Ver Figura 31), situación que llevan a las plantas de cacao a un stress fisiológico, ocasionando caída de flores, o aborto de flores cuajadas (Schroth, Läderach, Martinez-Valle, Bunn, & Jassogne, 2016).



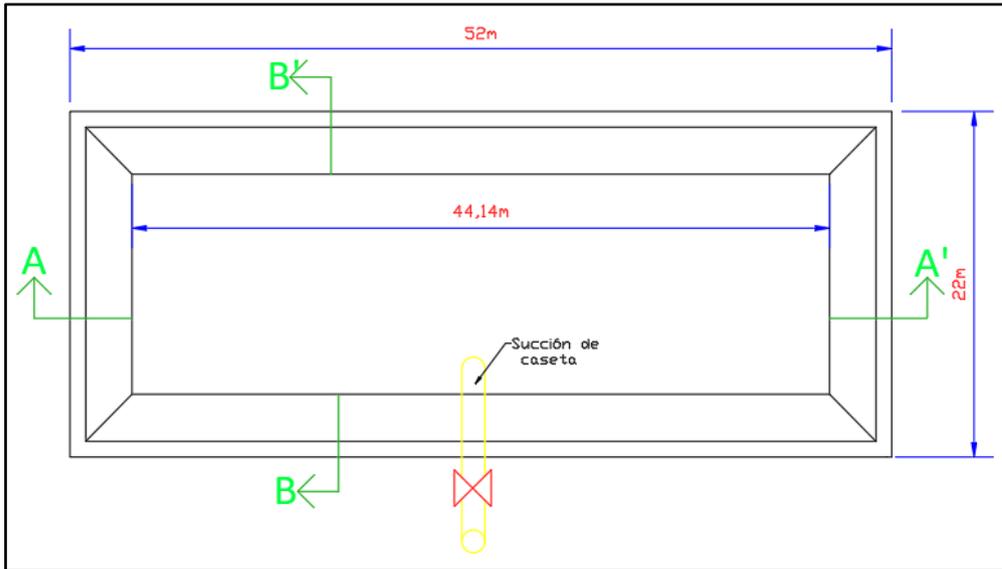
**Figura 30: Balance hídrico mensual (2010-2016)**

**4.2.3 Diseño y proyección de reservorio.**

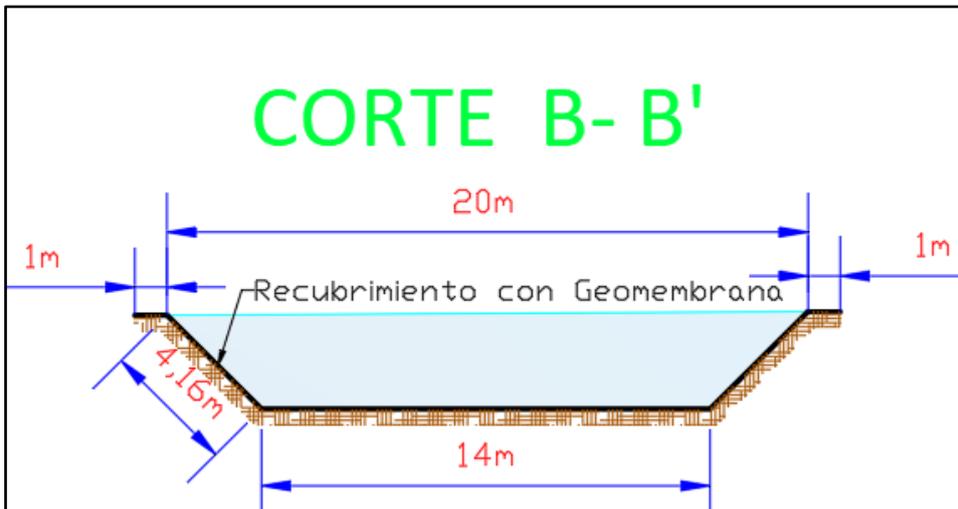
El reservorio proyectado (Ver Figura 32), posee unas dimensiones de 50 metros de Largo por 20 metros de ancho y una profundidad de 3 metros, con un talud de 45 grados. En la base tiene un área de 617.96m<sup>2</sup> y en la corona tiene un área de 1000 m<sup>2</sup>. Así mismo, en la corona tienen un *offset* de 1 metro para el anclaje del material de revestimiento. El cual estará conformado por Geomembrana de HDPE (Polietileno de alta densidad) de 1.0mm de espesor. El reservorio tiene un volumen de 2426.94 m<sup>3</sup>. Así mismo, el uso se proyecta con doble propósito, tanto abastecer el sistema de riego como criadero de peces regionales.



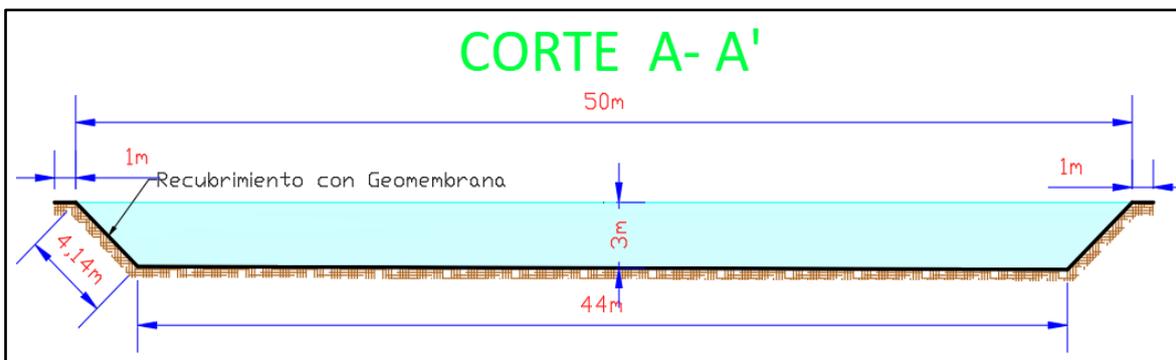
**Figura 31: Precipitaciones diaria acumuladas 24hrs**



a) Vista Planta



b) Corte Transversal A-A'



c) Corte Transversal B-B'

**Figura 32: Esquema y proyecciones del reservorio- Fundo "Cantagallo"**

### **4.3 Diseño agronómico.**

#### **4.3.1 Cálculo de evapotranspiración del cultivo.**

Los Requerimientos hídricos del cacao ( $ET_c$ ), deriva de los cálculos previos de la evapotranspiración potencial ( $ET_o$ ), considerando un coeficiente de cultivo ( $K_c = ET_c/ET_o$ ). Según la bibliografía consultada, Allen *et al.* 1998 sugieren un valor de  $K_c$  de 1.0-1.05, para una planta de cacao adulta de canopy completamente desarrollado de 3 metros de altura.

En la Tabla 8 se pueden visualizar la  $ET_c$  en milímetros/día, la cual es llevada a metros cúbicos mensuales, así mismo por existir un aporte hídrico proveniente de las precipitaciones consideradas a un 50% de efectividad las cuales son llevadas también a metros cúbicos mensuales, este aporte permitirá reducir la demanda existente, generando un déficit para el periodo de junio-Setiembre; siendo este periodo el crítico en el cual se debe considerar las prácticas de riego.

#### **4.3.2 Eficiencia de riego.**

Por ser el sistema de riego propuesto el goteo, su eficiencia se encontrará en el orden de 90 por ciento.

#### **4.3.3 Lamina bruta.**

Considerando la eficiencia de riego, se determina la demanda hídrica en metros cúbicos mensuales (Ver Tabla 8) para la plantación de cacao. Se debe considerar que esta lámina bruta repuesta corresponderá a un riego complementario, por existir precipitaciones en la localidad.

**Tabla 8: Necesidades hídricas de cultivo de cacao (2010-2016)**

		<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>Días</b>		31.0	28.0	31.0	30.0	31.0	30.0	31.0	31.0	30.0	31.0	30.0	31.0
<b>Kc</b>		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
<b>Eto</b>	mm/día	3.3	3.0	3.0	2.8	2.8	2.6	2.9	3.3	3.5	3.4	3.6	3.3
<b>Etc</b>	mm/día	3.3	3.0	3.0	2.8	2.8	2.6	2.9	3.3	3.5	3.4	3.6	3.3
<b>Demanda Hídrica Mensual</b>	m3/mes/ha	1013.7	851.2	930.0	840.0	861.8	780.0	886.6	1029.2	1044.0	1066.4	1068.0	1026.1
<b>PE 50%</b>	mm/mes	148.8	167.1	133.1	80.2	118.2	40.4	52.3	57.6	38.1	118.6	101.4	125.0
<b>PE 50%</b>	m3/mes/ha	1488.0	1671.0	1331.0	802.0	1182.0	404.0	523.0	576.0	381.0	1186.0	1014.0	1250.0
<b>Balance Hídrico de Riego Área</b>	m3/mes/ha	-474.3	-819.8	-401.0	38.0	-320.2	376.0	363.6	453.2	663.0	-119.6	54.0	-223.9
	ha	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
<b>Balance Hídrico de Riego Total</b>	m3/mes	<b>-6403.1</b>	<b>-11067.3</b>	<b>-5413.5</b>	<b>513.0</b>	<b>-4322.7</b>	<b>5076.0</b>	<b>4908.6</b>	<b>6118.2</b>	<b>8950.5</b>	<b>-1614.6</b>	<b>729.0</b>	<b>-3022.7</b>
<b>Eficiencia riego del proyecto</b>	%	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
<b>Demanda Hídrica</b>	m3/mes	<b>-7114.5</b>	<b>-12297.0</b>	<b>-6015.0</b>	<b>570.0</b>	<b>-4803.0</b>	<b>5640.0</b>	<b>5454.0</b>	<b>6798.0</b>	<b>9945.0</b>	<b>-1794.0</b>	<b>810.0</b>	<b>-3358.5</b>

Fuente: Elaboración propia

#### **4.3.4 Selección de emisor y características.**

El emisor seleccionado es un gotero de caudal auto compensado de tipo “botón” de la marca *Katiff*, el cual tiene un caudal de 2.3 L/h, y un rango de operación de 0.8-3 bares (Rivulis, 2015).

Se colocarán 2 líneas de goteros por planta, con 2 goteros por lado. A un distanciamiento entre goteros por línea de 0.75 metros respecto al eje de la planta. La ecuación del gotero está definida por la ecuación

$$q = 1.79 * h^{0.09} \dots\dots\dots \text{Ecu. : 18}$$

#### **4.3.5 Precipitación horaria.**

En la Tabla 9, se aprecia la precipitación horaria generada por el funcionamiento de los goteros *katiff*, correspondiente a cada marco de plantación.

#### **4.3.6 Frecuencia y tiempo de riego.**

Se asignó una frecuencia de riego diaria, los tiempos de riego se calculan a partir de cada marco de plantación, en relación con las áreas mojadas de los emisores (Ver Tabla 9).

#### **4.3.7 Área por turno de riego y operación del sistema.**

Se establecerán 8 turnos de riego de área variable en función a los marcos de plantación ya establecidos en el campo, los cuales serán activados automáticamente mediante electroválvulas de 2". (Ver Tabla 10)

**Tabla 9: Características-Diseño Agronómico**

<b>Eto</b>	mm/día		3.48	
<b>Pe</b>	mm/día		1.27	
<b>Kc</b>			1.00	
<b>Etc</b>	mm/día		2.21	
<b>Eficiencia</b>	%		0.90	
<b>Lamina Bruta reponer</b>	mm/día		2.6	
<b>Marco de Plantación</b>		Tres Bolillo	Rectángulo	Cuadrado
<b>Plantas por Hectárea.</b>	Und.	1283.00	1280	1111
<b>Separación de Hileras</b>	m	2.3	2.3	3
<b>Separación de Plantas</b>	m	2.60	3	3
<b>Área de Marco de Plantación</b>	m <sup>2</sup>	5.382	6.21	8.1
<b>Caudal de Gotero</b>	L/Hr		2.3	
<b>Goteros por planta /lateral</b>	Und.		2	
<b>Separación de Goteros</b>	m		0.75	
<b>Diámetro Bulbo Húmedo</b>	m		0.83	
<b>Área de goteros</b>	m		2.18	
<b>Porcentaje de Área mojada</b>	%	40.6%	35.2%	27.0%
<b>Tiempo riego</b>	horas	1.4	1.7	2.2
<b>#Turnos</b>	Und.		8	
<b>Frecuencia de Riego</b>	días		1	
<b>Dosificación de riego/planta</b>	L/plt.	13.22	15.25	19.89
<b>Precipitación Horaria</b>	mm/hora	1.71	1.48	1.14
<b>Área de Turno Máxima</b>	Ha	1.60	1.94	1.80
<b>Tiempo de Riego Total</b>	Hr		15.00	
<b>Capacidad del Sistema-Máxima</b>	m <sup>3</sup> /hr	9.44	11.42	9.20
<b>Coefficiente de descarga de gotero</b>	k		1.79	
<b>Exponente del emisor (autocompensates)</b>	e		0.009	
<b>Presión nominal de operación</b>	mca		15.00	
<b>Laterales por planta</b>	#		2.00	
<b>Diámetro de Manguera</b>	mm		PE-16.0	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10: Características de operación-turnos de riego**

Turno	Válvula #	Área Regada por Válvula (Ha)	Marco	Caudal Válvula L/seg	Precipitación horaria mm/hr	Tiempo de riego hr
I	V-1	1.60	2.6 x 2.6 x 2.6	6.22	1.71	1.4
II	V-2	1.60	2.6 x 2.6 x 2.6	6.32	1.71	1.4
III	V-3	1.60	2.6 x 2.6 x 2.6	6.34	1.71	1.4
IV	V-4	1.70	2.6 x 3.0	6.21	1.48	1.7
V	V-5	1.75	2.6 x 3.0	6.74	1.48	1.7
VI	V-6	1.70	2.6 x 3.0	6.25	1.48	1.7
VII	V-7	1.84	3.0 x 3.0	6.30	1.14	2.2
VIII	V-8	1.82	3.0 x 3.0	6.33	1.14	2.2

Fuente: Elaboración propia - 2017

#### 4.4 Diseño hidráulico.

La red del sistema hidráulico está comprendida por tuberías primarias, secundarias y terciarias de Polietileno de C-10(clase 10), las cuales alimentaran al tendido de laterales en los campos de cacao. Para tal propósito, se utilizarán tuberías de 75 mm, 63 mm y 48 mm. En los Anexo 2 Plano T – 2, se puede apreciar el planteamiento hidráulico del sistema.

##### 4.4.1 Diseño del lateral.

Para todos los 8 turnos y/o campos instalados, los laterales, están conformados por mangueras ciegas de polietileno de 16mm y 14.85 de diámetro externo e interno respectivamente. Se utilizarán dos laterales por cada línea de plantación, separados 0.6 metros entre ellos. Se instalarán dos goteros (*Katiff* auto compensado de 2.3 L /Hr) en cada una de las líneas asignadas a las plantas a una separación de 0.75m respecto al eje de cada árbol (4 goteros por planta en proyección rectangular).

##### 4.4.2 Diseño de porta lateral.

La porta laterales se encuentran diseñados en forma telescópica optimizando el uso de tuberías, considerando no superar la velocidad de 2.0m/seg. Están conformados por

tuberías de 75mm, 63mm y 48 mm. En la Tabla 11, se visualiza la conformación de estos para cada turno. Así mismo, en el Anexo 3, se presentan, los cálculos realizados para cada porta lateral en todos los turnos.

La porta lateral de mayor longitud corresponde al Turno III, con un caudal de operación de 6.34L/Seg. Los caudales de operación para cada turno y válvula dentro de este se pueden visualizar en la Tabla 11.

**Tabla 11: Conformación porta lateral telescópico**

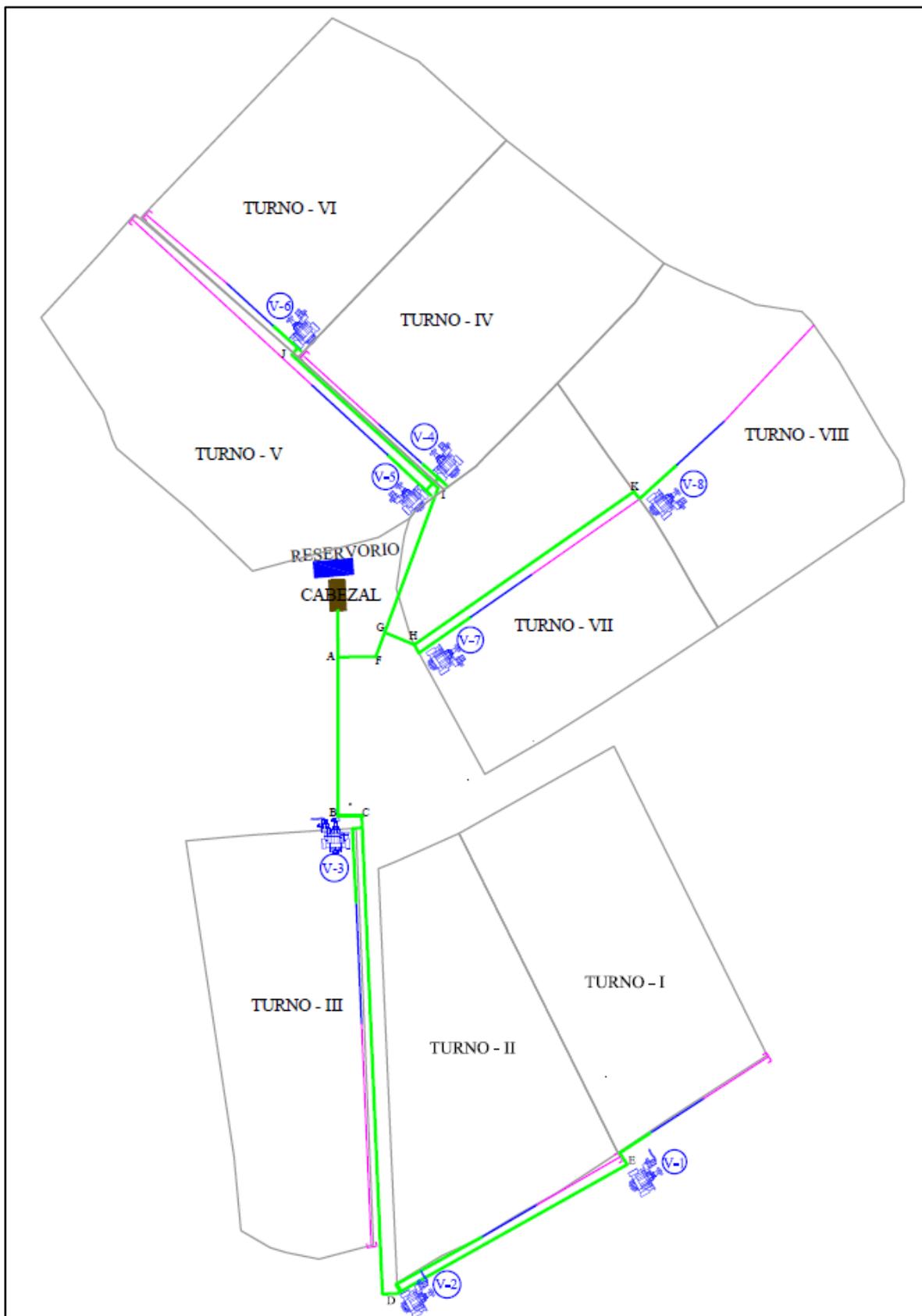
Turno	Válvula #	Longitud de Porta lateral (m)	Tubería de PE (m)		
			75mm	63mm	48mm
I	V-1	92.00	18.60	32.20	40.60
II	V-2	126.00	50.40	32.20	42.50
III	V-3	220.00	37.40	62.80	119.60
IV	V-4	101.00	17.20	30.20	52.90
V	V-5	211.00	29.60	52.40	128.40
VI	V-6	110.00	19.20	31.60	58.70
VII	V-7	134.00	31.60	37.60	63.90
VIII	V-8	124.00	24.40	32.40	66.40

Fuente: Elaboración propia – 2017

#### 4.4.3 Diseño de matriz.

Tomándose el criterio de no superar velocidades de 2 m/seg en la tubería matriz se optimizo el tendido hidráulico correspondiente a la matriz principal a la salida de la caseta. Esta red, se conforma con tuberías de Polietileno de alta densidad, de 75mm C-10

En el (Ver Anexo 4). se puede visualizar los planos de distribución de las tuberías en todo el campo, con las leyendas de los diferentes diámetros utilizados. Así como los cálculos hidráulicos realizados. Así mismo; en la Figura 33 se visualiza el planteamiento hidráulico de todo el tendido matriz, el cual tiene una extensión de 800 metros de longitud distribuyendo agua para todos los turnos.



**Figura 33: Planteamiento hidráulico de tuberías**

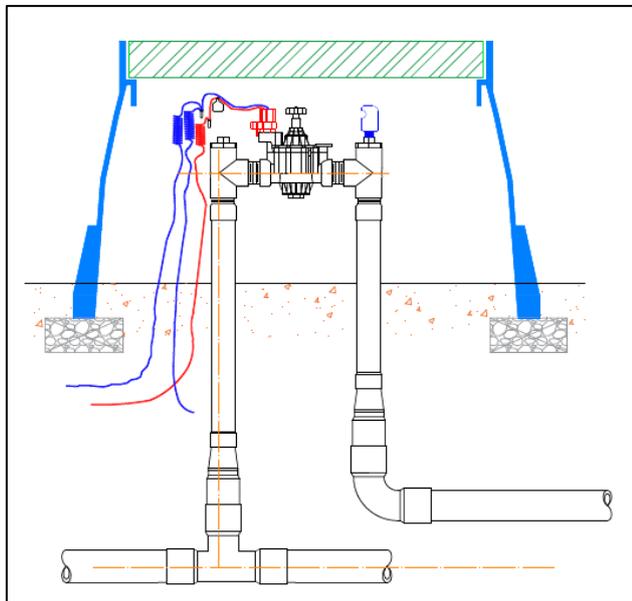
#### 4.4.4 Red de tubería para cableado.

En el Anexo 5; se visualiza la distribución y tendido de tuberías de 1/2" la cual será asignada para conducir el cableado de las electroválvulas. Este tendido de tubería es en paralelo a la red matriz; se tomará esta consideración de entubado los cables, por las altas precipitaciones existentes en la zona donde se desarrolla el proyecto.

#### 4.4.5 Diseño de arco de riego.

El arco de riego propuesto en el diseño es el siguiente (Ver Figura 34), se encuentra por encima de la superficie del terreno está conformado por una electroválvula (*Modelo PGA-Rain Bird*) de 2", una válvula de aire de efecto simple, punto de toma de presión y arqueta de inspección de polietileno.

Este arco de riego es usado en forma modular, para todos los sectores de riego instalados. Los detalles de su conformación y características de accesorios que lo componen se encuentran en el Anexo 7.



**Figura 34: Características de Arco de Riego**

#### 4.4.6 Presión de operación y funcionamiento.

En la Tabla 12 se visualiza las pérdidas de carga para cada componente del sistema (presión de operación, arco de riego, pérdida de carga en lateral, porta lateral, matriz, accesorios, cabezal de riego, y margen de seguridad), correspondiente a cada sector de riego.

Considerándose una presión de operación de goteros de 1.5 bares, una pérdida de carga de 2.5 metros en cada arco de riego y las respectivas perdidas en laterales, porta-laterales, accesorios y matriz.

**Tabla 12: Altura Dinámica Total por Sectores de Riego**

PARÁMETRO	PÉRDIDA (m.c.a.)							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Presión de Trabajo emisor	15	15	15	15	15	15	15	15
hf arco de riego	4.92	5.21	5.28	4.86	4.91	4.25	4.32	4.36
hf en Lateral	1.81	1.81	0.24	1.39	0.31	0.31	0.25	0.38
hf en porta lateral	1.04	1.58	2.59	1.27	3.92	1.39	1.73	1.48
hf en Matriz	16.85	12.82	4.17	4.63	5.35	8.19	2.63	7.48
hf en accesorios (5%)	0.84	0.64	0.21	0.23	0.27	0.41	0.13	0.37
hf en Cabezal De riego	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Margen de Seguridad (5%)	2.15	1.98	1.50	1.49	1.61	1.60	1.33	1.58
<b>TOTAL</b>	<b>45.12</b>	<b>41.54</b>	<b>31.50</b>	<b>31.39</b>	<b>33.88</b>	<b>33.66</b>	<b>27.88</b>	<b>33.15</b>

Fuente: Elaboración propia - 2017

#### 4.4.7 Perfil de presiones en las tuberías.

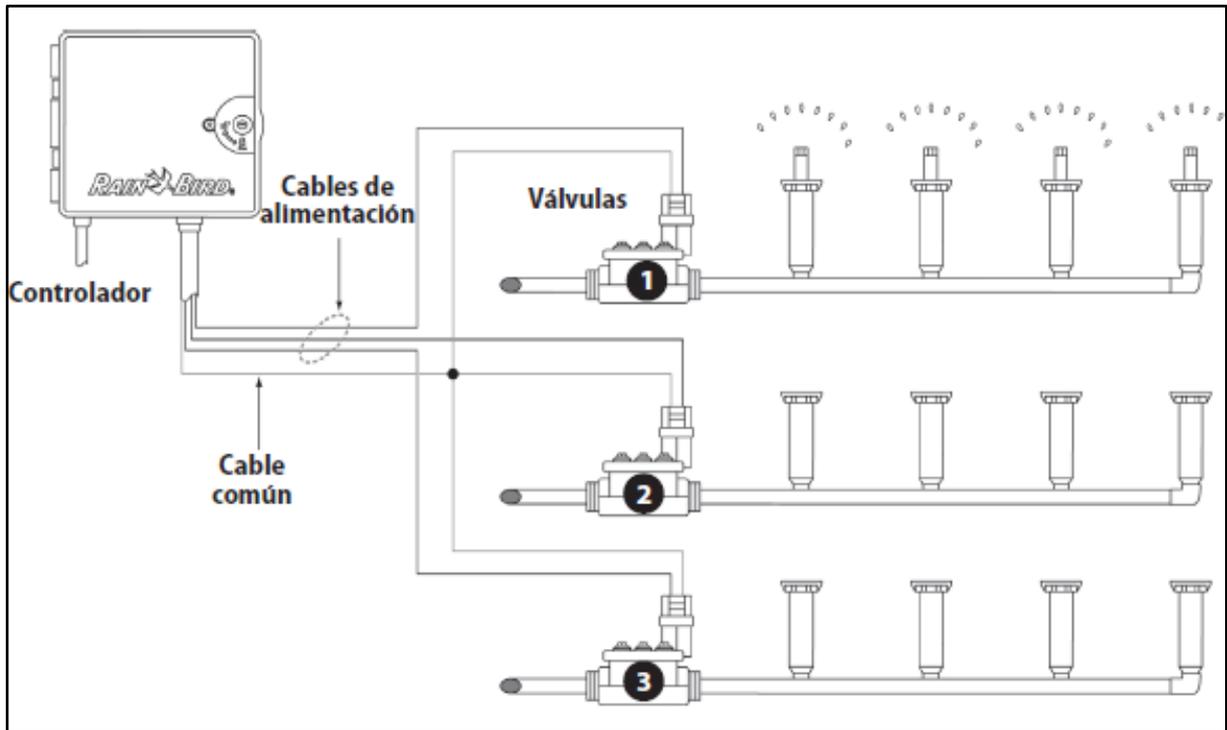
En el Anexo 6, se puede visualizar las gráficas de presiones para cada uno de los turnos, durante su operación. La cual grafica la carga hidráulica a lo largo de las tuberías desde el cabezal de bombeo hasta los arcos de riego.

#### 4.5 Diseño de automatización.

El sistema propuesto de automatización es de tipo: “sistemas de control en bucle abierto”, está compuesto por (i) Electroválvulas serie 200-PGA-2” (ii) Controlador de Riego *Esp-me* (iii) Sensor de Lluvia (iv) Tendido de Cables (Común + Alimentación)

Las electroválvulas se conectan al controlador de riego mediante la conexión de un cable común distribuido a lo largo de todo el tendido, más un cable de alimentación uno para cada válvula.

En la Figura 35, se visualiza la disposición para las conexiones entre las electroválvulas y el programador de riego.



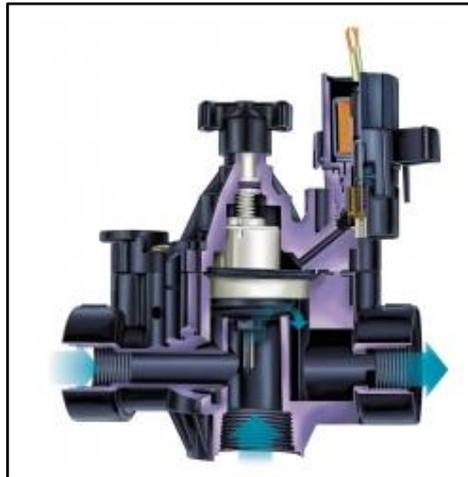
**Figura 35: Diagrama de instalación**

Fuente: Catalogo del Usuario (RainBird, 2015)

A continuación, se describen los componentes de las instalaciones correspondientes al sistema

#### 4.5.1. Electroválvula.

La electroválvula seleccionada es de la serie *200-PGA* de 2" (Ver Figura 36), posee un solenoide de características 24 VAC - 50 Hz, con una corriente de arranque: 0,41 A (9,9 VA) y corriente de régimen: 0,23 A (5,5 VA). El rango de operación de su caudal es de 0,5 a 34,05 m<sup>3</sup>/h, Presión de operación de 1,0 a 10,4 bares.



**Figura 36: Esquema Electroválvula 200-PGA**  
Fuente: Manual del Usuario (RainBird, 2015)

#### 4.5.2. Programador de riego.

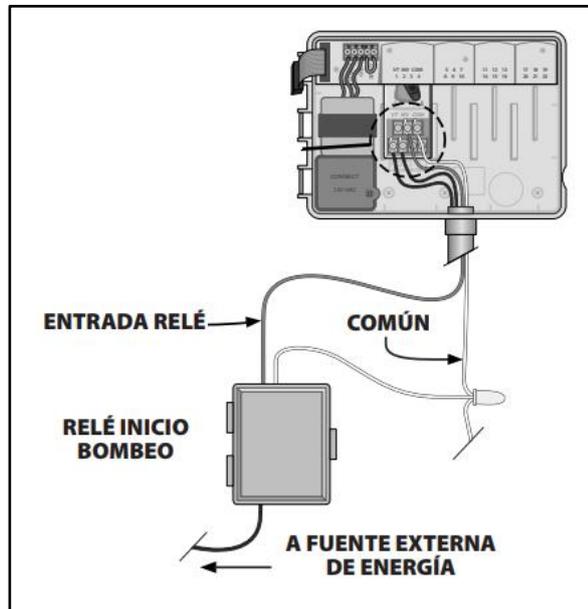
El programador de Riego seleccionado es de la serie *Esp-me* de las siguientes características (RainBird, 2015):

- Entrada requerida: 230/240VCA +/- 10%, 50/60Hz
- Válvula maestra/Relee de arranque de bombas
- Voltaje de operación: 24VCA 50/60Hz
- Corriente de irrupción máximo de bobina: 11VA
- Corriente de mantenimiento máximo de bobina: 5VA
- No requiere respaldo de energía, memoria no volátil, guarda permanentemente la programación actual y una batería de litio con vida útil de 10 años

En el Anexo 8; se ven sus características para su montaje y planos de detalle

### 4.5.3. Conexión programador-tablero.

El programador de riego va conectado al tablero de arranque del motor mediante un relé de inicio, el cual va conectado al programador en los bornes: VM y COM (Cable común)



**Figura 37: Esquema de conexión de Relé**

Fuente: Catalogo del Usuario (RainBird, 2015)

### 4.5.4. Tendido eléctrico.

El tendido eléctrico estará conformado por una red de cableado. Mediante cable de cobre AWG #14, el cual se encuentra recubierto por una capa de PVC. Así mismo, toda esta red se encontrará entubada con la finalidad de proteger el tendido desde la caseta de bombeo hasta cada terminal en los arcos de riego.

## 4.6 Diseño de cabezal de bombeo.

En los Anexos 9-12, se visualiza el plano vista planta, cortes y los detalles del cabezal de bombeo; el cual se conformará con tubería de 3" de diámetro. Así como el material seleccionado para su armado será el fierro Galvanizado. A continuación, se detallan sus componentes:

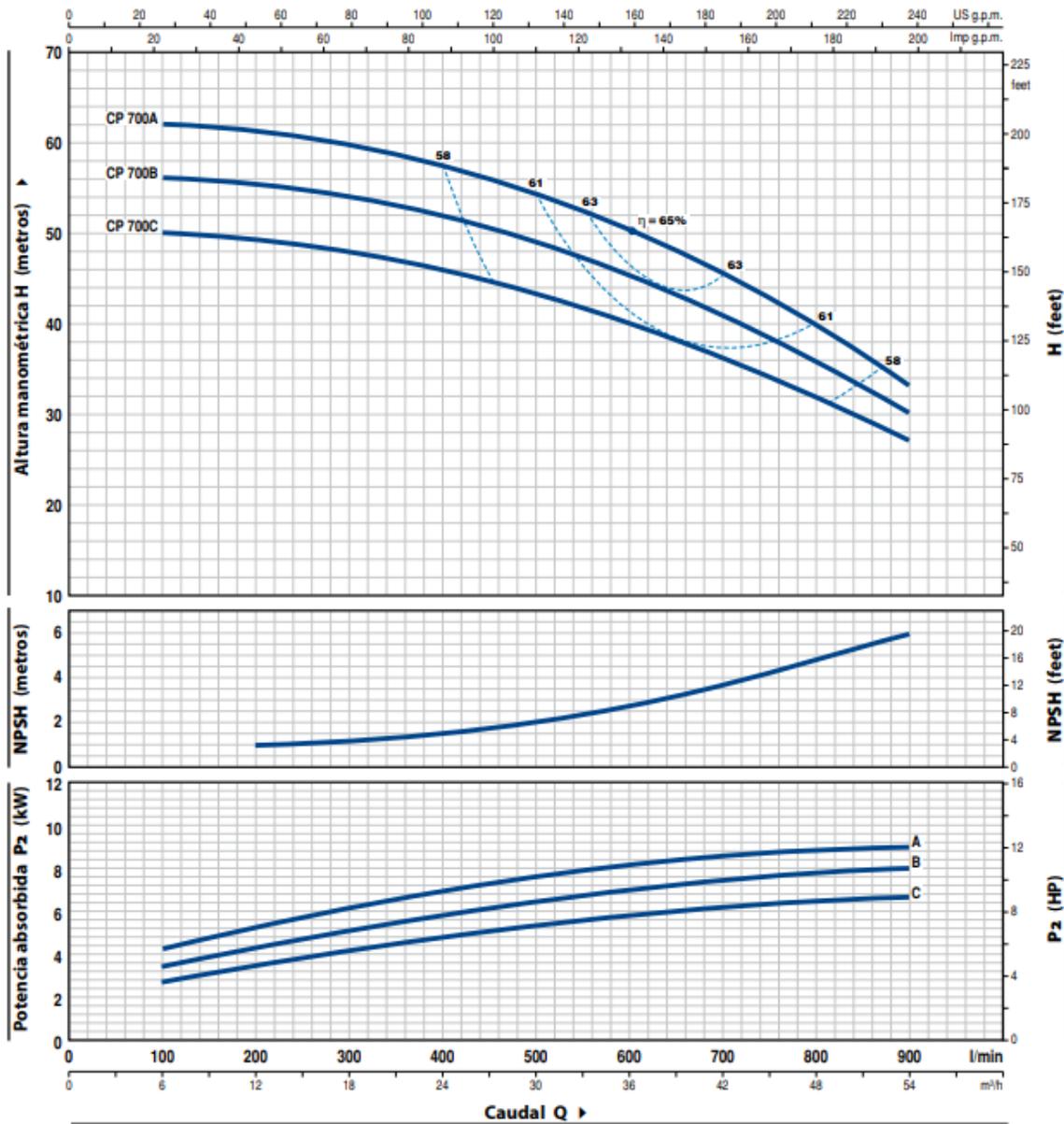
#### 4.6.1 Unidad de bombeo.

La altura dinámica total máxima (ADT) fue de 45.12 m. c. a, con una caudal máximo de 23 m<sup>3</sup>/Hr. Correspondiente al Turno 1(El más alejado y critico). Con el propósito de satisfacer estas prestaciones Se utilizará una electrobomba de la marca *Pedrollo* trifásica de 220/380 V – CP 700-C de 7.5 HP. Las curvas de esta bomba se visualizan en la Figura 38.

**Tabla 13: Requerimiento de potencia por sectores de Riego**

Descripción	Unidad	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Caudal de turno	L/seg	6.22	6.32	6.34	6.21	6.74	6.25	6.30	6.33
	m3/Hr	22.39	22.74	22.83	22.35	24.28	22.51	22.68	22.79
ADT Calculado	m.c.a	45.12	41.54	31.50	31.39	33.88	33.66	27.88	33.15
Potencia	HP	6.65	6.22	4.73	4.62	5.42	4.99	4.16	4.98

Fuente: Elaboración propia – 2017



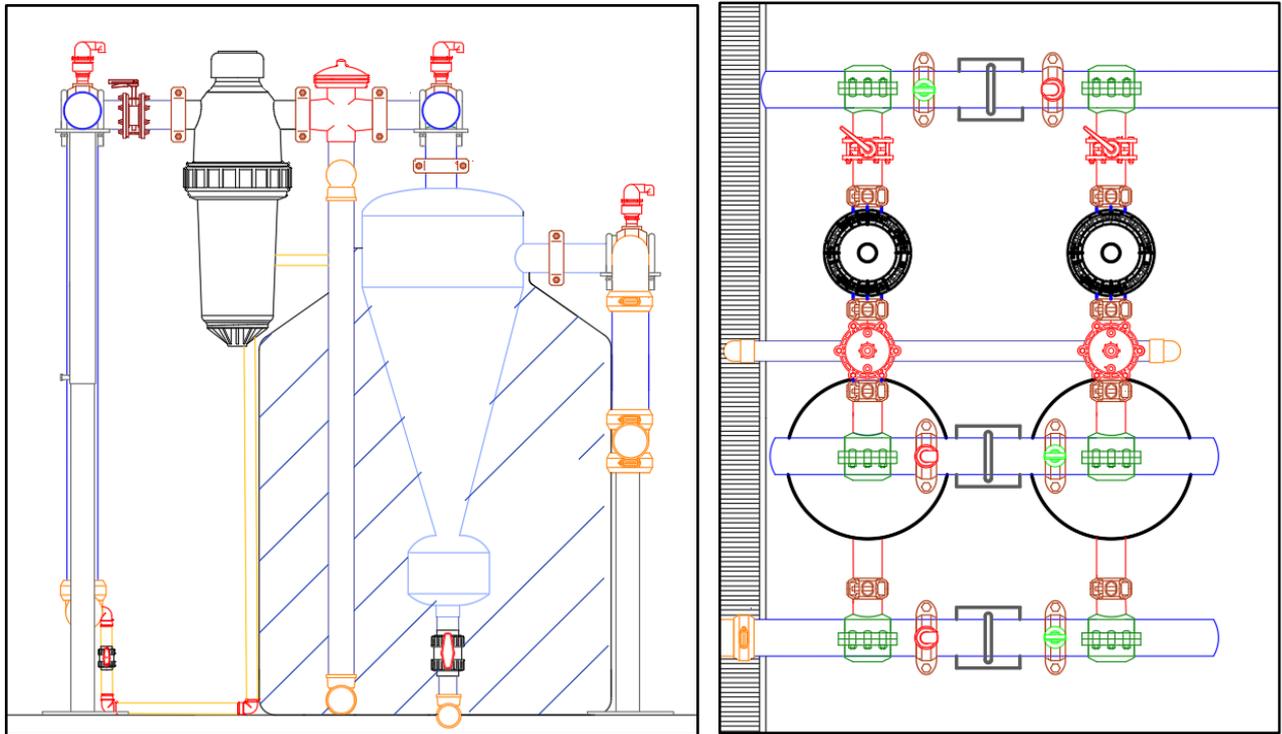
MODELO	POTENCIA (P <sub>2</sub> )		Q	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54
	kW	HP		l/min	0	100	200	300	400	500	600	700	800
CP 700C	5.5	7.5		51	50	49.5	48	46	43.5	40	36.5	32	27

**Figura 38: Curvas de Datos de Prestaciones**

Fuente: Catalogo del Usuario Electrobombas Centrifugas(Pedrollo, 2012)

#### 4.6.2 Unidad de filtrado.

El sistema de filtrado está conformado por dos filtros hidro-ciclónicos y dos filtros de anillos instalados uno a continuación de otro, en serie y en paralelo (Ver Figura 39). Ambos se encuentran interconectados por una válvula de retro lavado.



a) Vista perfil

b) Vista planta

**Figura 39: Vista de equipos de filtrado**

Los filtros hidro-ciclónicos son de marca *Automat* de 2" de ingreso y salida, con una capacidad de 25 m<sup>3</sup>/Hr; los filtros de anillos son de marca *Azud* de 2", de caudal máximo de 50m<sup>3</sup>/Hr. (Ver Figura 40)



**a) Filtro Hidro ciclónico**



**b) Filtro de Anillas**

**Figura 40 : Esquema de Filtros**

Fuente: Catalogo del Usuario(Amiad, 2012; AZUD, 2014)

#### **4.6.3 Válvula de retro lavado.**

Esta válvula es usada para el retro lavado automático de filtros, siendo un modelo de tres vías, su uso es en líneas de filtrado donde existen filtros en paralelo.

En el presente diseño se colocan antes de los filtros de anillos, la válvula considerada será de la marca *Bermad*. su montaje es en serie entre los filtros (Ver Figura 41)



**Figura 41: Válvula de Retro lavado**

Fuente: Catalogo del Usuario (BERMAD, 2014)

#### 4.6.4 Unidad de fertilización.

La Unidad de fertilización (Ver Anexo 9-12) está compuesta por:

1. Bomba de inyección, sus características son las siguientes, bomba auto-cebante de 1.5 HP, modelo JCR 2-A (Pedrollo, n.d.)
2. Tanques de abastecimiento de fertilizante de 750 L
3. Cañería de Ingreso de PVC C-10
4. Cañería de Salida de PVC C-10
5. Válvulas de control de Ingreso y salida

#### 4.6.5 Válvula de control – caudalímetro.

La válvula de control usada será una “*Tipo Woltman*” de la marca *Flow Ram*, la cual será colocada horizontalmente. Esta válvula, es sensible a partir de caudales superiores a 15 m<sup>3</sup>/Hr, siendo conveniente para las lecturas en la línea de bombeo. Su montaje es en serie dentro de la línea de bombeo.



**Figura 42: Válvula Caudalímetro “Woltman”**  
Fuente: Catalogo del Usuario(FlowRam, 2014)

#### 4.6.6 Válvula sostenedora de presión.

Esta válvula mantiene un valor preestablecido de diferencial de presión entre la presión aguas arriba y la presión aguas abajo, este valor es arbitrario y en función de las prestaciones que se busque desarrollar dentro de la línea de bombeo.

Para el presente diseño la válvula considerada será de la marca *Dorot*. Esta válvula es hidráulica de cierre directo por diafragma de 3". Su montaje es en serie dentro de la línea de bombeo.



**Figura 43: Válvula Sostenedora de Presión**

Fuente: Catalogo del Usuario (Dorot, 2010)

#### **4.6.7 Válvula de alivio.**

Esta válvula trabaja como un regulador automático de presión, actuando por la presión estática existente en la entrada de la válvula, se caracteriza por su apertura progresiva al incremento de presión. Así mismo brinda un rango de calibración; entre 6.8-15.8 bares; se calibrará en 10 bares. Para el presente diseño la válvula considerada será de la marca *VyC Industrial*, la cual tendrá entrada y salida de 2" x 2". Su instalación es mediante una abrazadera, que va montada sobre la línea de 3" y reduce a 2".



**Figura 44: Válvula de alivio**

Fuente: Catalogo del Usuario(VYC, 2004)

#### 4.6.8 Válvula de aire.

La Válvula de aire usada será de tipo doble efecto, de la marca *UniRain*. Es de diámetro de ingreso 1”, y va montada sobre una abrazadera en la línea, se encuentra colocada antes y después del módulo de filtrado del cabezal, así como en la línea de salida de este mismo. Su función es extraer el aire de la línea de tuberías, mientras esta se llena.



**Figura 45:Valvula de Aire de Doble efecto**

Fuente: Catalogo del Usuario UniRain; 2016

#### 4.6.9 Válvula anti-retorno horizontal.

La válvula de retorno horizontal empleada será de la marca “Cimberio”, de 3” de diámetro, va montada con niples y Uniones de tipo Universal en línea después de la salida de la bomba de succión antes del módulo de filtrado. Su propósito es evitar contra flujos.



**Figura 46:Valvula anti-retorno**

Fuente: Catalogo del Usuario(Cimberio, 2015)

## 4.7 Operación y mantenimiento del sistema.

### 4.7.1 Cabezal de bombeo.

#### a) Módulo de bombeo

Aun considerando, condiciones óptimas de funcionamiento se recomienda un mantenimiento periódico del equipo de bombeo, para evitar problemas en la hidráulica de su funcionamiento, de acuerdo con las especificaciones de capacidad, carga y eficiencia, ocasionadas por fallas en su propulsor (Kenneth J., 1998).

Adicional a lo mencionado, fenómenos como la cavitación, puede ocasionar el segundo tipo de problemas que son desperfectos mecánicos, pueden ser identificados mediante el siguiente comportamiento (Martínez, 2001):

- **Vibraciones.** Una bomba bien instalada no debe presentar vibraciones, la cual provocara desgaste mecánico y mayores problemas en el futuro. Cuando éstas se presentan, es posible que pequeñas piedras hayan quedado en el rodete de la bomba produciendo desbalance en la rotación. También puede existir un desgaste acentuado de los rodamientos y cojinetes (Martínez, 2001).
- **Filtraciones.** Revisar las empaquetaduras de las bridas, uniones universales y uniones roscadas, reemplazar válvulas que presenten deterioro físico por envejecimiento. Las goteras se reducen bastante cuando se utiliza Teflón y silicona para sellar las uniones (Martínez, 2001).
- **Temperatura del motor.** Los motores eléctricos aumentan su temperatura durante el funcionamiento. Cuando se tocan con la mano, la sensación de calor debe ser tolerable por el sentido del tacto; sin embargo, si la temperatura es intolerable, es un indicador de una falla en el funcionamiento del motor eléctrico. Puede estar ocasionado por: (i) Elevada altura de succión (ii) Desgaste de rodajes y cojinetes (iii) Caída de tensión (iv) Caudal de trabajo y presión.

### **b) Módulo de filtrado**

Para los filtros de anillo se recomienda el retro lavado, el cual se activará cuando la diferencia de carga entre la entrada y la salida de los filtros de anillos se encuentra entre 0.5 - 0.7 Bares. Ante el inicio de un programa de fertilización y/o campaña se recomienda revisar los ciclos de tiempo de duración del retro lavado.

Para el filtro hidrociclónico, la pérdida de carga se mantendrá constante e invariable en el tiempo independientemente del grado de suciedad y es función del caudal y de las dimensiones del dispositivo. Un nivel aceptable de pérdida de carga para un hidrociclón es de 3 m.c.a. Se recomienda realizar la limpieza del cajón decantador cada 3 meses

Adicionalmente, se recomienda seguir las indicaciones presentadas en los manuales del fabricante para cada uno de los componentes y accesorios del sistema de filtrado (filtros de anillos, hidrociclones y válvulas de retro lavado)

### **c) Programador de riego y sistema de electroválvulas**

Se recomienda, reparar cambiar cables y empalmes eléctricos que presenten daño en la aislación o se encuentren sulfatados y/o torcidos. Revisar las conexiones eléctricas y los cables terminales en los solenoides de las electroválvulas para asegurar un óptimo funcionamiento.

### **d) Válvulas, accesorios, y equipos de medición**

Se recomienda verificar el óptimo funcionamiento de válvulas de alivio (calibradas en 10 bares), manómetros calibrados con equipos patrones, válvulas de aire libre de obturaciones.

## **4.7.2 Sistema de tubería.**

### **a) Lavado de tuberías**

El lavado de las tuberías es una práctica recomendable antes del inicio de cada campaña que involucrara fertirrigación. El lavado de laterales permite eliminar residuos

acumulados en las líneas matrices, así como las de la porta lateral, para ello es necesario que los purgadores se encuentren apertura dos.

#### **b) Lavado de línea de goteo**

El lavado de la línea de goteo (Netafim, 2012), es recomendable para minimizar la acumulación de sedimentos y posterior obturación de emisores. El lavado de las líneas laterales de goteo debe continuar hasta que fluya agua limpia de la línea lavada durante al menos dos minutos.

#### **c) Mantenimiento de tuberías y arcos de riego**

Antes de iniciar la puesta en marcha de la operación del sistema, se debe revisar todo el tendido hidráulico de tuberías de polietileno, así como reparar si fuese el caso las fugas y/o roturas identificadas.

Así mismo, todas las electroválvulas y/o accesorios correspondientes a los arcos de riego deben ser examinadas durante la operación, por lo menos cada dos semanas para asegurarse de su funcionamiento óptimo.

#### **d) Inyección de cloro a la red hidráulica**

La aplicación de cloro permite mitigar contaminantes de origen orgánicos. El cloro activo es un oxidante fuerte y como tal, es útil para evitar lo siguiente (Netafim, 2012):

- Obstrucción y sedimentación de sustancias orgánicas.
- Acumulación de bacterias
- Reducción de capacidad del sistema de filtrado y diafragmas de electroválvulas.

#### **e) Inicio y puesta en marcha del sistema**

En la puesta en marcha inicial del sistema, se recomienda:

- Medir la presión en el cabezal y en los arcos de riego versus la presión de diseño.
- Verificar la válvula volumétrica.
- Verificar con amperímetro en las líneas de conexión de tablero y motor eléctrico

#### **4.8 Cronograma y calendario de ejecución.**

En la Figura 45, se presenta el diagrama de *Gantt*, que se deberá tomar como referencia para la posterior instalación.

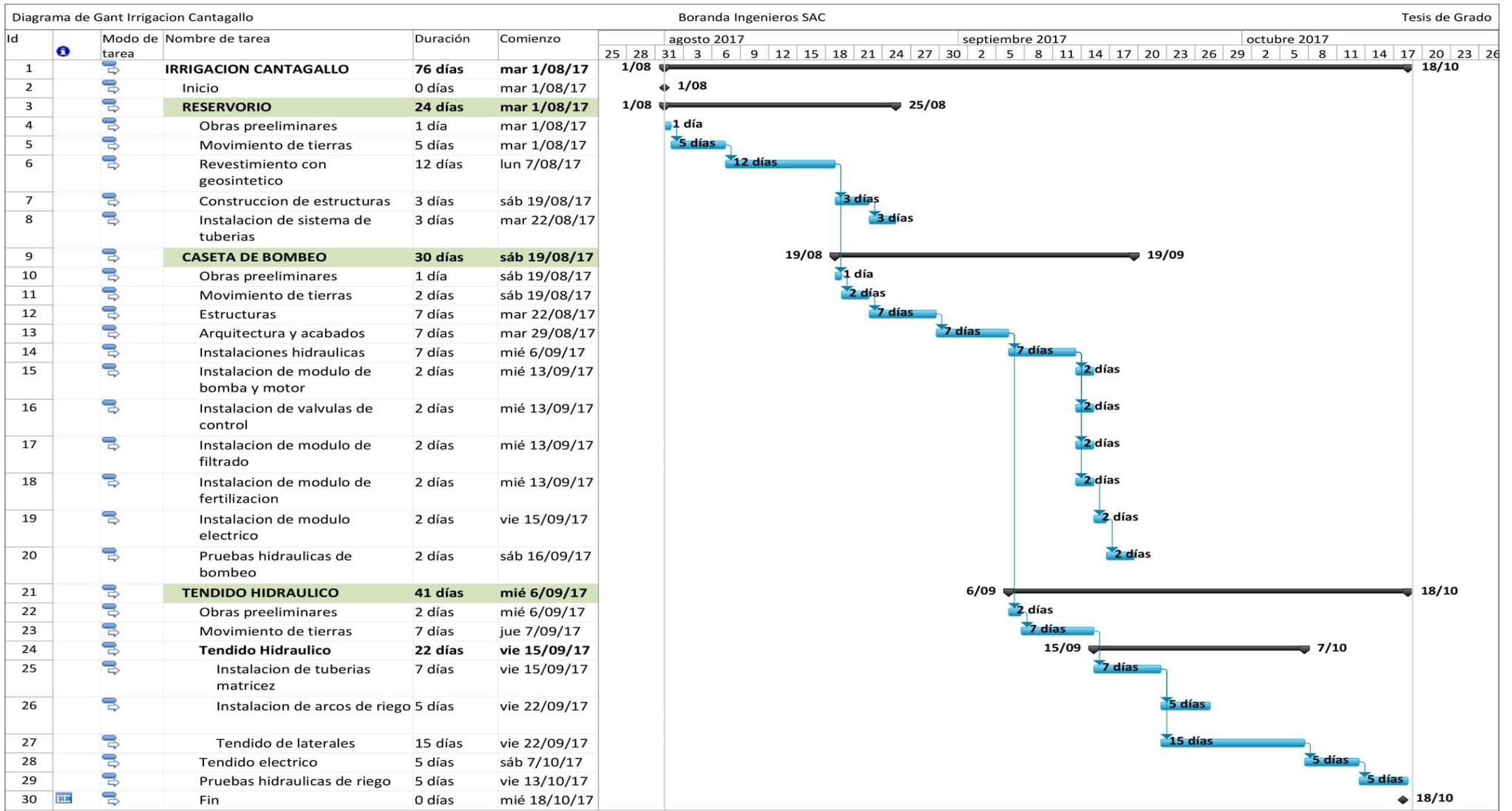


Figura 47: Diagrama de Gantt para la instalación de sistema

#### 4.9 Metrados, costos unitarios y presupuesto de instalación.

El presente proyecto tiene los siguientes componentes: (1) Reservorio (2) Caseta de bombeo (3) Tendido Hidráulico Automatizado. En el Anexo 16, se detalla los metrados para cada uno de estos componentes a nivel de accesorios hidráulicos, equipos utilizados, equipos de riego y mano de obra calificada y no calificada empleada.

En la Tabla 14, se visualiza un resumen de los analíticos de cada componente y su costo parcial; así mismo, en ese cuadro se totaliza todos los parciales, incluyendo gastos generales, utilidades e impuestos. De los cuales el que involucra mayor porcentaje de gasto es el de Tendido Hidráulico Automatizado correspondiéndole, un 50.3 % del total de la inversión.

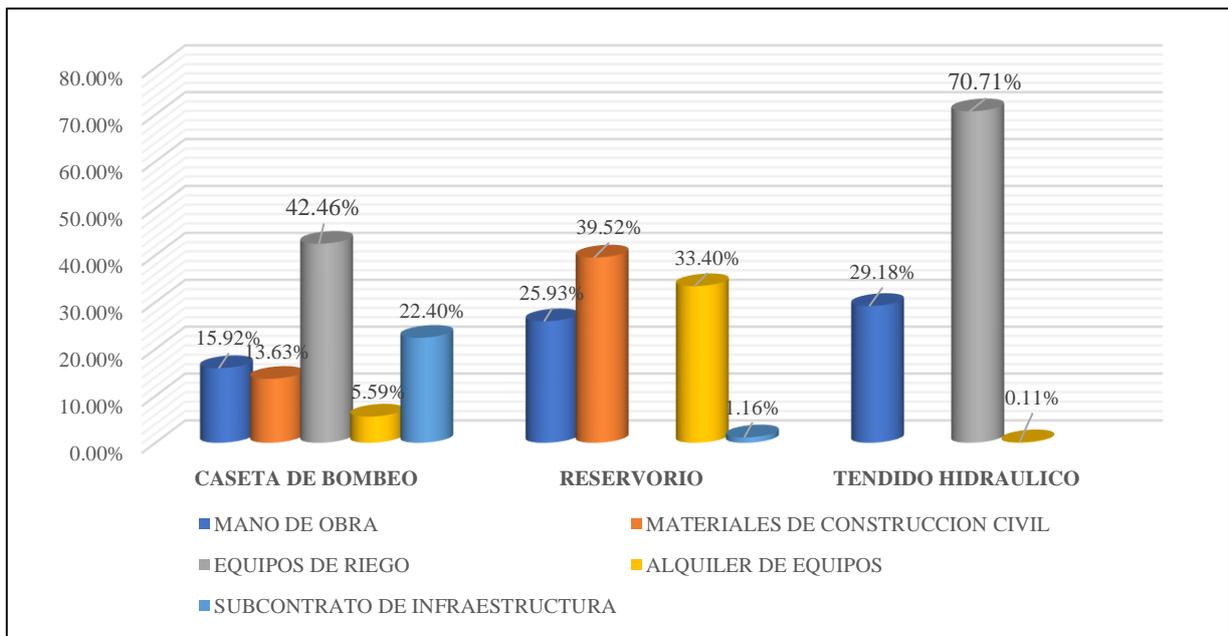
**Tabla 14: Presupuesto de Instalación de Sistema por Componente**

ITEM	COMPONENTE	ANALITICO	PARCIAL	PORCENTAJE	
1.0.0	<b>RESERVORIO</b>	1.1	Obras preliminares	S/2,252.10	27.31%
		1.2	Movimiento de tierras	S/16,604.85	
		1.3	Revestimiento con geo sintético	S/23,657.00	
		1.4	Estructuras	S/541.06	
		1.5	Sistemas de tuberías	S/657.06	
			<b>PARCIAL COMPONENTE =</b>	<b>S/43,712.07</b>	
2.0.0	<b>CASETA DE BOMBEO</b>	2.1	Obras preliminares	S/1,013.10	22.39%
		2.2	Movimiento de tierras	S/425.16	
		2.3	Estructuras	S/3,752.87	
		2.4	Arquitectura y acabados	S/7,681.10	
		2.5	Módulo de bombeo	S/5,662.39	
		2.6	Módulo de válvulas, control y regulación	S/4,473.33	
		2.7	Módulo de filtrado	S/3,562.00	
		2.8	Módulo de fertilización	S/3,792.66	
		2.9	Módulo de electricidad	S/5,000.00	
	2.1	Pruebas hidráulicas de bombeo	S/474.66		
			<b>PARCIAL COMPONENTE =</b>	<b>S/35,837.27</b>	
3.0.0	<b>TENDIDO HIDRAULICO</b>	3.1	Obras preliminares	S/910.88	50.30%
		3.2	Movimiento de tierras	S/2,454.47	
		3.3	Tendido hidráulico	S/69,383.41	
		3.4	Tendido eléctrico	S/7,290.00	
		3.5	Pruebas hidráulicas de bombeo	S/474.66	
			<b>PARCIAL COMPONENTE =</b>	<b>S/80,513.42</b>	
			<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>S/160,062.76</b>	
			GASTOS GENERALES (15% CD)	S/24,009.41	
			UTILIDAD (10% CD)	S/16,006.28	
			SUBTOTAL	S/200,078.45	
			IMPUESTO (18% IGV)	S/36,014.12	
			<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>S/236,092.57</b>	

Fuente: Elaboración propia – 2017

En el Anexo 17; se presenta el Análisis de Precios Unitarios para cada uno de los componentes del proyecto. Así como; en el Anexo 16 se presenta los metrados y costos referentes a cada uno de estos.

En la Figura 48; se visualiza como se distribuye porcentualmente los costos en cada componente; particularmente dentro de: (i) Caseta de bombeo y (ii) Tendido hidráulico, los equipos de riego empleados como tuberías, y accesorios hidráulicos resultan superiores al 40% de la inversión de cada uno de estos. Mientras que en el componente reservorio, el 72.9 % corresponde a los costos de materiales y alquiler de equipos, para la construcción de reservorio, el geotextil está incluido dentro de los materiales y las horas maquina dentro del alquiler de equipos.



**Figura 48: Distribución porcentual de los Costos de cada Componente**

Finalmente, los costos considerados en el presente proyecto no involucran instalación de cultivo, por ser esta ya establecida en los campos del “Fundo Cantagallo”. En la actualidad, las plantas de cacao tienen un tiempo de establecimiento de 6 años, posterior al injerto encontrándose dentro de la máxima capacidad productivas de estas. En este sentido, se espera que la realización de la práctica de riego localizado de alta frecuencia genere una optimización de la producción de los campos.

#### **4.10 Análisis económico del proyecto.**

El horizonte de análisis para el cálculo de los estados financieros será de 10 años.

##### **4.10.1 Costo de inversión.**

La inversión en el presente Proyecto considera la instalación de todos los componentes del sistema de riego presurizado por goteo automatizado los cuales se detallan en la Tabla 15.

No se considera la instalación e injerto de cultivos de Cacao, debido a que ya se cuenta con toda la plantación instalada, las cuales tienen una edad promedio de 6 años de establecidas. En este sentido, el Costo total de inversión corresponde a S./236'092.57 soles.

##### **4.10.2 Proyección de ingresos – producción del cultivo.**

###### **A.) Proyección de ingreso**

La proyección de ingresos se realiza en un horizonte de 10 años. Se tiene que considerar que, debido a la edad de plantación, estas ya alcanzaron su máxima capacidad productiva fisiológica. En este sentido, la práctica de riego permitirá incrementar los rendimientos actuales, debido a que se evitará la caída flores y el estrés hídrico que se genera durante los meses de Junio- Setiembre.

En el Cuadro 15, se presenta las proyecciones de rendimiento a lo largo del horizonte de inversión. La consideración productiva dentro del fundo “Cantagallo”, es que todos los meses se realiza la cosecha de frutos. En la actualidad el rendimiento de los campos manejados al secano es 1800Kg y los campos instalados con riego (Campo piloto-1Ha) es 4000Kg/Ha. La proyección ideal en rendimientos de las 13.5 Ha de campos instalados con riego presurizado por goteo es alcanzar los 4000Kg/Ha; sin embargo, con fines de análisis solo se considera un rendimiento de plantación 3200Kg/Ha.

**Tabla 15: Rendimiento Anual Cacao Seco**

<b>Año</b>	<b>Kg/Ha</b>	<b>Kg - 13.5 Ha</b>
1	3200	43200
2	3200	43200
3	3200	43200
4	3200	43200
5	3200	43200
6	3200	43200
7	3200	43200
8	3200	43200
9	3200	43200
10	3200	43200

Fuente: Elaboración propia – 2017

## **B.) Proyección Egresos**

### **b.1) Costo de producción agrícola**

En la Tabla 16, se presenta los costos de producción que involucra el mantenimiento de las plantaciones establecidas (Programa fitosanitario, fertilidad y manejo agronómico) correspondiente a una hectárea; la proyección tiene que realizarse para las 13.5 Hectáreas instaladas, resultando el costo productivo anual total S./73'974.42

### **b.2) Costo de bombeo**

En la Tabla 17, se presenta los costos por bombeo para cada uno de los turnos de riego calculados a partir de la Ecuación 16. Se debe considerar que el costo del kilowatt-hora, para la zona de estudio (Uchiza) corresponde a S./2.25 s./ Kw -hr.

El riego solo se realiza de forma diaria, correspondiendo al para el periodo (Junio-Setiembre), los meses restantes (Noviembre-Mayo), se utiliza el riego presurizado para la aplicación del programa de fertilización mensual; resultando el costo total anual de bombeo S./16,784.7 soles

$$\text{costo}(s./) = \frac{(s./ Kw-hr) \times (Q \times CDT) \times (horas)}{(102 \times Ef.Bom \times Ef Mot)} \dots\dots\dots \text{Ecu. : 16}$$

**Tabla 16: Costo de Producción de cacao**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>METRADO</b>	<b>VALOR UNITARIO (S./)</b>	<b>COSTO TOTAL (S./)</b>
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>A. GASTOS DE CULTIVO</b>				
1. Mano de Obra:				
1.1 Abonamiento				
- Abonamiento	Jor.	8	40.00	320.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbos de Cuneta	Jor.	10	40.00	400.00
- Poda	Jor.	15	40.00	600.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	8	40.00	320.00
1.6 Cosecha				
- Recolección y acarreo	Jor.	15	40.00	600.00
- Despulpado, fermentado y secado	Jor.	10	40.00	400.00
- Ensacado y carguío	Jor.	3	40.00	120.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA =				S/2,760.00
2. Insumos:				
2.1 Fertilizantes (90-120-60)				
- Urea	Kg.	95	1.80	171.00
- Fosfato Di Amónico	Kg.	260	2.10	546.00
- Sulfato de Potasio	Kg.	100	1.80	180.00
2.2 Pesticidas				
- Benfuracarb	Lt.	0.5	105.00	52.50
- Oxiclورو de cobre	Kg.	10	45.00	450.00
- Lissapol NX	Lt.	1	18.00	18.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS =				S/1,417.50
<b>B. GASTOS GENERALES</b>				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES =				276.00
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES =				S/276.00
<b>COSTOS DIRECTOS =</b>				<b>S/4,453.50</b>
<b>II.- COSTOS INDIRECTOS</b>				
A. Costos Financieros (5% C.D./mes)				
COSTOS INDIRECTOS=				1026.09
COSTOS INDIRECTOS=				<b>S/1,026.09</b>
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCION=</b>				<b>S/5,479.59</b>

Fuente: Elaboración propia - 2017

**Tabla 17: Costos de Riego por Bombeo**

Turno	Caudal Turno L/seg	Tiempo de riego hr	ADT Calculado mca	Costo Riego (S./riego)	Costo Riego (S./riego/mes)
I	6.22	1.4	45.12	18.15	435.57
II	6.32	1.4	41.54	16.97	407.28
III	6.34	1.4	31.50	12.91	309.93
IV	6.21	1.7	31.39	14.54	348.94
V	6.74	1.7	32.50	16.36	392.58
VI	6.25	1.7	33.66	15.71	376.99
VII	6.30	2.2	27.88	17.10	410.38
VIII	6.33	2.2	33.15	20.43	490.26

Fuente: Elaboración propia – 2017

En la Tabla 18, se totaliza para cada mes los costos de bombeo en función a los tiempos de riego establecidos para cada turno.

**Tabla 18: Costo de Bombeo Mensual**

MES	HORAS	
	MENSUALES	COSTO S./MES
BOMBEO		
Ene	13.6	S./132.163
Feb	13.6	S./132.163
Mar	13.6	S./132.163
Abr	13.6	S./132.163
May	13.6	S./132.163
Jun	326.5	S./3171.912
Jul	326.5	S./3171.912
Ago	326.5	S./3171.912
Sep	326.5	S./3171.912
Oct	326.5	S./3171.912
Nov	13.6	S./132.163
Dic	13.6	S./132.163
<b>TOTAL</b>	<b>1727.9</b>	<b>S./ 16784.7</b>

Fuente: Elaboración propia – 2017

### b.3) Costos de mantenimiento de infraestructura de riego

Los costos correspondientes al mantenimiento de infraestructura de riego son globalmente S./ 7500 soles anuales. En la Tabla 19, se detalla cada una de las actividades que involucran estos costos.

**Tabla 19: Costos de mantenimiento anual de infraestructura de riego**

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	METRADO	VALOR UNITARIO (S./)	COSTO TOTAL (S./)
<b>I.- COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>				
Mantenimiento de Reservorio	glb	1	1	2000.0
Mantenimiento de bomba y motor	glb	1	1	2000.0
Mantenimiento de Modulo de filtrado	glb	1	1	1000.0
Mantenimiento de Tendido Eléctrico y Electroválvulas	glb	1	1	500.0
Mantenimiento de Solenoides	glb	1	1	500.0
Mantenimiento y limpieza de Mangueras y Tendido Hidráulico	glb	1	1	1500.0
<b>COSTOS MANTENIMIENTO SISTEMA DE RIEGO ANUAL=</b>				<b>S/7,500.00</b>

Fuente: Elaboración propia – 2017

#### b.4) Costos de planilla y gastos técnicos

En la Tabla 20 se visualiza los costos correspondientes al personal técnico y operativo, para dos condiciones con y sin proyecto, debido a que la implementación del proyecto de riego involucrara disponer de personal técnico en temas de riego y mantenimiento del sistema.

**Tabla 20: Costos técnicos administrativos anuales, con y sin proyecto**

<b>CON PROYECTO</b>				
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	METRADO	VALOR UNITARIO (S./)	COSTO TOTAL (S./)
<b>I.- COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>				
Jefe de Campo Agrícola	glb	12	3000	36000.0
Asistente de Operaciones	glb	12	2000	24000.0
Técnico Hidráulico	glb	12	1500	18000.0
<b>COSTOS ANUAL=</b>				<b>S/78,000.00</b>
<b>SIN PROYECTO</b>				
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	METRADO	VALOR UNITARIO (S./)	COSTO TOTAL (S./)
<b>I.- COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>				
Jefe de Campo Agrícola	glb	12	3000	36000.0
Asistente de Operaciones	glb	12	2000	24000.0
<b>COSTOS ANUAL=</b>				<b>S/60,000.00</b>

Fuente: Elaboración propia – 2017

## **b.5) Costos de depreciación de infraestructura de riego instalada**

**Tabla 21: Depreciación de Infraestructura Instalada**

<b>COMPONENTE</b>	<b>VALOR INICIAL</b>	<b>VIDA UTIL</b>	<b>DEPRECIACION</b>
RESERVORIO	S/88,126.95	10	S/ 8,812.69
CASETA DE BOMBEO	S/51,610.26	20	S/ 2,580.51
TENDIDO HIDRAÚLICO	S/103,707.40	10	S/ 10,370.74
<b>COSTO TOTAL S./</b>	<b>S/243,444.61</b>		<b>S/ 21,763.95</b>

Fuente: Elaboración propia – 2017

### **C.) Flujo de caja**

#### **c.1) Flujo de caja con proyecto de riego**

En la Tabla 22; se visualiza el flujo de caja considerando la implementación del proyecto de riego en la operación agrícola.

#### **c.2) Flujo de caja sin proyecto de riego**

En la Tabla 23; se visualiza el flujo de caja sin considerar la implementación del proyecto.

#### **c.3) Flujos incrementales**

En la Tabla 24; se visualizan la diferencia entre el flujo de caja con proyecto versus el flujo de caja sin proyecto.

**Tabla 22 :Flujo de caja económico con proyecto para 10 años**

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
<b>INGRESOS</b>	<b>S/157,950.00</b>	<b>S/280,800.00</b>	<b>S/280,800.00</b>	<b>S/280,800.00</b>	<b>S/280,800.00</b>	<b>S/280,800.00</b>	<b>S/280,800.00</b>	<b>S/280,800.00</b>	<b>S/280,800.00</b>	<b>S/280,800.00</b>	<b>S/280,800.00</b>
VENTAS	S/157,950.00	S/280,800.00	S/280,800.00	S/280,800.00	S/280,800.00	S/280,800.00	S/280,800.00	S/280,800.00	S/280,800.00	S/280,800.00	S/280,800.00
<b>EGRESOS</b>	<b>S/295,813.60</b>	<b>S/161,820.43</b>	<b>S/161,820.43</b>	<b>S/161,820.43</b>	<b>S/161,820.43</b>	<b>S/161,820.43</b>	<b>S/161,820.43</b>	<b>S/161,820.43</b>	<b>S/161,820.43</b>	<b>S/161,820.43</b>	<b>S/161,820.43</b>
INVERSION											
Tangibles	S/236,092.57										
Mano de Obra directa	S/27,702.00	S/27,702.00	S/27,702.00	S/27,702.00	S/27,702.00	S/27,702.00	S/27,702.00	S/27,702.00	S/27,702.00	S/27,702.00	S/27,702.00
Insumos	S/18,065.70	S/18,065.70	S/18,065.70	S/18,065.70	S/18,065.70	S/18,065.70	S/18,065.70	S/18,065.70	S/18,065.70	S/18,065.70	S/18,065.70
Gastos Generales	S/2,770.20	S/2,770.20	S/2,770.20	S/2,770.20	S/2,770.20	S/2,770.20	S/2,770.20	S/2,770.20	S/2,770.20	S/2,770.20	S/2,770.20
Costos Financieros	S/11,183.13	S/11,183.13	S/11,183.13	S/11,183.13	S/11,183.13	S/11,183.13	S/11,183.13	S/11,183.13	S/11,183.13	S/11,183.13	S/11,183.13
Costos Administrativos y técnicos		S/78,000.00	S/78,000.00	S/78,000.00	S/78,000.00	S/78,000.00	S/78,000.00	S/78,000.00	S/78,000.00	S/78,000.00	S/78,000.00
Costo de Bombeo		S/16,849.40	S/16,849.40	S/16,849.40	S/16,849.40	S/16,849.40	S/16,849.40	S/16,849.40	S/16,849.40	S/16,849.40	S/16,849.40
Mantenimiento		S/7,250.00	S/7,250.00	S/7,250.00	S/7,250.00	S/7,250.00	S/7,250.00	S/7,250.00	S/7,250.00	S/7,250.00	S/7,250.00
(-) DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS FIJOS		S/21,763.95	S/21,763.95	S/21,763.95	S/21,763.95	S/21,763.95	S/21,763.95	S/21,763.95	S/21,763.95	S/21,763.95	S/21,763.95
UTILIDAD	-S/145,215.64	S/118,979.57	S/118,979.57	S/118,979.57	S/118,979.57	S/118,979.57	S/118,979.57	S/118,979.57	S/118,979.57	S/118,979.57	S/118,979.57
(+) DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS FIJOS		S/21,763.95	S/21,763.95	S/21,763.95	S/21,763.95	S/21,763.95	S/21,763.95	S/21,763.95	S/21,763.95	S/21,763.95	S/21,763.95
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>-S/137,863.60</b>	<b>S/140,743.52</b>	<b>S/ 140,743.52</b>	<b>S/140,743.52</b>							

Fuente: Elaboración propia – 2017

**Tabla 23: Flujo de caja económico sin proyecto, para 10 años**

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>INGRESOS</b>	<b>S/157,950.00</b>										
VENTAS	S/157,950.00										
<b>EGRESOS</b>	<b>S/119,721.03</b>										
INVERSION											
Mano de Obra directa	S/27,702.00										
Insumos	S/18,065.70										
Gastos Generales	S/2,770.20										
Costos Financieros	S/11,183.13										
Costos Administrativos y técnicos	S/60,000.00										
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>S/38,228.97</b>										

Fuente: Elaboración propia – 2017

**Tabla 24: Flujos incrementales**

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>1.-Incremento en el valor neto de la producción</b>	<b>S/0.00</b>	<b>S/122,850.00</b>									
Valor neto de la producción con Proyecto	S/157,950.00	S/280,800.00									
Valor neto de la producción sin Proyecto	S/157,950.00	S/157,950.00	S/157,950.00	S/157,950.00	S/157,950.00	S/157,950.00	S/157,950.00	S/157,950.00	S/157,950.00	S/157,950.00	S/157,950.00
<b>2.- Costos incrementales del Proyectos</b>	<b>S/236,092.57</b>	<b>S/42,099.40</b>									
Implementación de sistema de riego	S/236,092.57										
Costo operativo con proyecto		S/161,820.43									
Costo operativo sin proyecto		S/119,721.03									
<b>3.- FLUJO NETO = (1-2)</b>	<b>- S/236,092.57</b>	<b>S/80,750.60</b>									

Fuente: Elaboración propia – 2017

### 4.10.3 Indicadores de rentabilidad.

A continuación, se detallan los indicadores de rentabilidad VAN, TIR, RBC, y PRI, los cuales permiten poder determinar una decisión adecuada para aceptar un proyecto.

#### 4.10.3.1) Valor actual neto (VAN)

Utilizándose una tasa de actualización correspondiente al 10.0%, se obtiene un VAN de s./ 236,092.57 soles; siendo este superior a 0 por tanto, el proyecto será aceptado.

#### 4.10.3.2) Relación beneficio costo (RBC)

La relación beneficio costo con un valor de 1.53.

#### 4.10.3.3) Tasa interna de retorno (TIR)

Considerándose un flujo de caja económico de 10 años; se obtiene un TIR de 32.93 %; el cual supera la tasa de actualización correspondiente a 10 %; este indicador permite aceptar el proyecto.

#### 4.10.3.3) Periodo de recuperación de inversión (PRI)

Este indicador permite identificar el tiempo requerido para que mediante los ingresos netos se pueda recuperar el costo de inversión. En este sentido en la siguiente tabla (Ver Tabla 25), se puede visualizar que el PRI se encuentra en el tercer año posterior a la inversión.

**Tabla 25: Periodo de recuperación de inversión– 10 Años**

PERIODO DE RECUPERACION	
VANE 1	-S/147,893.58
VANE 2	-S/87,224.46
VANE 3	-S/32,070.71
VANE 4	S/18,069.06
VANE 5	S/63,650.67
VANE 6	S/105,088.50
VANE 7	S/142,759.25
VANE 8	S/177,005.38
VANE 9	S/208,138.24
VANE 10	S/236,440.83

Fuente: Elaboración propia – 2017

#### 4.10.4 Análisis de sensibilidad.

Este análisis permite identificar las variaciones a nivel de VAN y TIR; al ser modificado parámetros; para el presente proyecto estos son Rendimiento (Kg/Ha) y Costos de producción

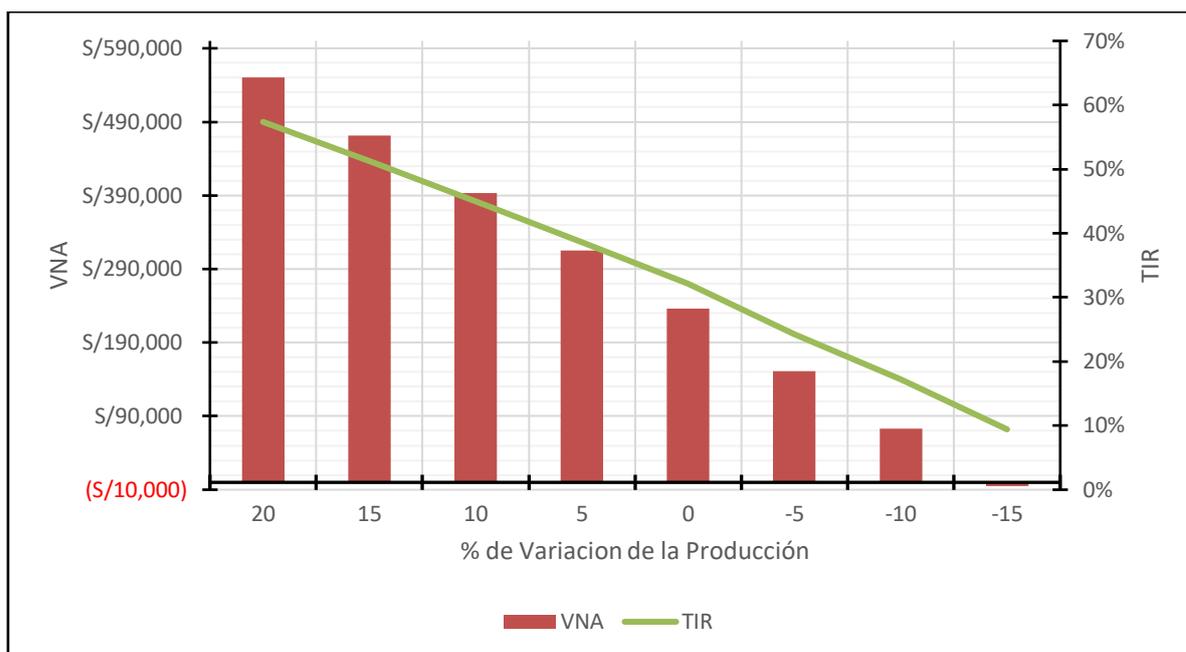
##### 4.10.4.1 Variación de rendimiento de cacao – (Kg/Ha)

Se considera un umbral de variación desde el 5 al 20 por ciento para un incremento del rendimiento y un umbral de variación de -5 al -15 por ciento para la reducción del rendimiento; en este sentido, en la Tabla 26 se visualiza numéricamente que los indicadores se vuelven no aceptables; cuando la producción cae en el orden del -15 por ciento. Así mismo; en la Figura 49 se visualiza gráficamente el comportamiento de estos indicadores.

**Tabla 26: Variación de rendimiento cacao**

VARIACION DE RENDIMIENTO	RENDIMIENTO KG/HA	VNA	TIR
20	3840	S/550,148.91	57.37%
15	3680	S/471,721.89	51.21%
10	3520	S/393,294.87	44.97%
5	3360	S/314,867.85	38.62%
0	3200	S/236,440.83	32.09%
-5	3040	S/151,330.13	24.29%
-10	2880	S/72,903.11	17.22%
-15	2720	<b>-S/5,523.91</b>	9.42%

Fuente: Elaboración propia – 2017



**Figura 49: Análisis de sensibilidad- rendimiento cacao (Kg/Ha)**

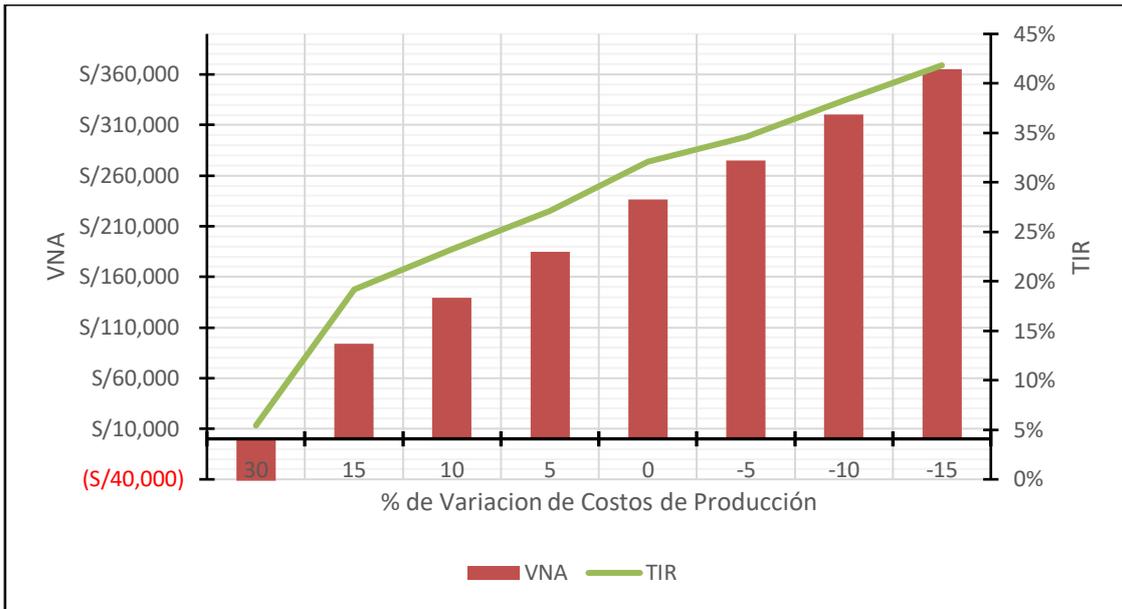
#### 4.10.4.2) Variación de costo de producción

Se considera un umbral de variación desde el 5 al 30 por ciento para un incremento de los costos de producción y un umbral de variación de -5 al -15 por ciento para la reducción de los costos; en este sentido, en la Tabla 27 se visualiza que los indicadores se vuelven no aceptables; cuando los costos se incrementan en el orden del 30 por ciento. Así mismo; en la Figura 49 se visualiza gráficamente el comportamiento de estos indicadores.

**Tabla 27: Variación de costos de producción**

VARIACION COSTOS PRODUCCION	VNA	TIR
30	-S/41,420.07	5.44%
15	S/94,168.54	19.19%
10	S/139,364.75	23.24%
5	S/184,560.95	27.14%
0	S/236,440.83	32.09%
-5	S/274,953.36	34.63%
-10	S/320,149.56	38.26%
-15	S/365,345.77	41.83%

Fuente: Elaboración propia – 2017



**Figura 50: Análisis de sensibilidad- costo producción cacao (s./Ha)**

#### 4.11 Identificación de variables ambientales y valorización de efectos.

En la Tabla 28, se presentan los diferentes medios y cada uno de los componentes involucrados, así como los aspectos ambientales que podrían ser afectados durante el proceso constructivo.

**Tabla 28: Identificación de aspectos ambientales**

<b>MEDIO</b>	<b>COMPONENTE AMBIENTAL</b>	<b>ASPECTOS AMBIENTALES Y SOCIALES</b>
Medio Físico	Aire	Calidad del aire
	Ruido	Nivel de ruido y vibraciones
	Suelo	Calidad del Suelo
	Agua	Calidad del agua
Medio Biológico	Fisiografía	Calidad visual del paisaje
	Vegetación	Perdida de vegetación
	Fauna	Migración de fauna
Medio Socio Económico	Aspectos económicos	Generación de empleo Generación de ingresos locales

Fuente: Elaboración propia – 2017

En la Tabla 29 se presenta la descripción e identificación de los efectos y su valorización; precisando que el área, ya se encuentra intervenida durante 6 años de establecimiento de la plantación, por lo cual todas las operaciones que se realicen no modificarán un ecosistema natural, sino tendrán repercusión directa sobre la plantación ya existente.

**Tabla 29: Valorización de impactos y efectos en la etapa de construcción**

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ASPECTO AMBIENTALES Y SOCIALES	IMPACTOS IDENTIFICADOS	TIPO DE IMPACTO	VALORACIÓN AMBIENTAL	CONTINGENCIA
Movimiento de tierra para reservorio y movimiento de tierra para líneas de conducción	Nivel de Ruido y Vibraciones	Incrementos de Niveles de ruido y vibraciones	-	Leve	Operación de maquinaria en horarios específicos
	Calidad del Suelo	Riesgo de contaminación por derrame de hidrocarburos.	-	Leve	Adquisición de kit antiderrame
	Calidad del Aire	Incremento de material particulado	-	Leve	Aplicación de agua en zonas intervenidas
	Socioeconómico	Generación de empleo Generación de ingresos locales	+ +	Moderado Moderado	
Construcción de caseta de riego y revestimiento de reservorio	Nivel de Ruido y Vibraciones	Incremento de niveles de Ruido	-	Leve	Operación de maquinaria en horarios específicos
	Calidad de aire	Incremento de material particulado	-	Leve	Aplicación de agua en zonas intervenidas
	Calidad del Suelo	Riesgo de contaminación por generación de residuos sólidos (RRSS) comunes.	-	Leve	Colocación de contenedores para RRSS
	Socioeconómico	Generación de empleo Generación de ingresos locales	+ +	Moderado Moderado	
Instalación de líneas matrices, portlaterales y arcos de riego	Calidad de aire	Incremento de material particulado	-	Leve	Aplicación de agua en zonas intervenidas
	Calidad del Suelo	Riesgo de contaminación por generación de residuos.	-	Leve	Colocación de contenedores para RRSS
	Socioeconómico	Generación de empleo	+	Moderado	
		Generación de ingresos locales	+	Moderado	

Fuente: Elaboración propia – 2017

En la Tabla 30, se presenta la descripción e identificación de los efectos y su valorización durante la etapa de mantenimiento del sistema, la cual a nivel del aspecto calidad del suelo es la variable que se encuentra afectada, por acumulación y/o generación de

residuos sólidos (RRSS) producto de cambio de mangueras, limpieza de filtros, cambio de accesorios y mantenimiento en general del sistema.

**Tabla 30: Valorización de impactos y efectos en la etapa de mantenimiento**

<b>ACTIVIDADES DEL PROYECTO</b>	<b>ASPECTO AMBIENTALES Y SOCIALES</b>	<b>IMPACTOS IDENTIFICADOS</b>	<b>VALORACIÓN AMBIENTAL</b>
Operación y mantenimiento del sistema de riego	Calidad del Suelo	Contaminación por RRSS comunes producto de actividades de mantenimiento del sistema	Leve
	Calidad del agua	Proliferación de algas en el reservorio	Leve
	Socioeconómico	Generación de empleo	Moderado
		Generación de ingresos locales	Moderado

Fuente: Elaboración propia – 2017

## V. CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño de riego por goteo automatizado y evaluación técnica económica, para la implementación de 13.5 Ha del Fundo Cacaotero “Cantagallo”, en una plantación de 6 años ya establecida de Cacao Variedad Criollo CCN -51.
- La automatización propuesta para el sistema de riego es de tipo “Bucle abierto”, compuesto por un Programador de riego (Esp-me; Rain Bird), y red de electroválvulas conectadas mediante un cable de señal y cable común entubados, que son accionadas mediante un pulso eléctrico de 24 V -AC accionando primero la electroválvula y posteriormente el tablero estrella triangulo que comanda el motor de la bomba de impulsión del sistema.
- El planteamiento hidráulico del sistema de riego está compuesto por una línea matriz de HDPE de 75 mm de diámetro de Clase 10. La que distribuye el agua a lo largo de 8 turnos de riego, mediante el accionamiento de 8 electroválvulas. Se encuentra diseñada para velocidades menores a 2.0 m/seg.
- El costo total para la implementación de este sistema de riego por goteo automatizado; involucrando el suministro de equipos, infraestructura civil, mano de obra no calificada, mano de obra calificada, supervisión, gastos generales y utilidades, resulta un monto total de s./ 236 092.57 soles incluidos impuestos.
- Se determinó la rentabilidad económica del proyecto, mediante las siguientes ratios financieros: VAN, TIR, RBC y PRI, correspondiente a s./ 236'440.83 soles, 32.09 %, 1.53 y tercer año respectivamente. Resultando económicamente aceptables y positivos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la instalación del sistema de riego por goteo automatizado en el fundo cacaotero Cantagallo, por ser las ratios financieros positivos y viables.
- Se recomienda el sistema de cableado con cable de señal y común conducido dentro de tuberías, versus cualquier otro tipo de transmisión de señal (hidráulico, neumático, wifi).

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen G., R., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo. *FAO :Estudios FAO Riego y Drenaje* 56, 297. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2011.05.042>
- Almeida, A.-A. F., & de Valle, R. R. (2007). Ecophysiology of the cacao tree. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4), 425–448. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400011>
- Alverson, W. S., Whitlock, B. A., Nyffeler, R., Bayer, C., & Baum, D. A. (1999). Phylogeny of the core Malvales: evidence from ndhF sequence data. *American Journal of Botany*, 86(10), 1474–1486. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10523287>
- Alvim, R., & Alvim, P. (1977). Hydroperiodicity of cocoa tree. *5 Th. Cocoa International Conference Research*.
- Amiad. (2012). *Catalogo de Usuario*.
- AZUD. (2014). *Manual de Usuario Filtros Helix System*.
- Baca, G. (2013). *Evaluación de proyectos, 7ma Edición*. Retrieved from [http://iindustrialitp.com.mx/msamuel.lopezr/Evaluacion\\_de\\_Proyectos\\_7ma\\_Ed\\_Gabriel\\_Baca\\_Urbina.pdf](http://iindustrialitp.com.mx/msamuel.lopezr/Evaluacion_de_Proyectos_7ma_Ed_Gabriel_Baca_Urbina.pdf)
- Batista, L. (2009). Guía Técnica El Cultivo de Cacao. *Santo Domingo, Republica Dominicana. Centro Para El Desarrollo Agropecuario y Forestal CEDAF*, 2(1), 250. [https://doi.org/10.1016/S0365-6691\(10\)70034-4](https://doi.org/10.1016/S0365-6691(10)70034-4)

- BERMAD. (2014). *Válvulas de Retrolavado de Filtro - Series 350*.
- Blank, L., & Tarquin, A. (1999). *Ingeniería Económica* (4th ed.). Colombia.
- Carr, M. K. V, & Lockwood, G. (2011). The water relations and irrigation requirements of cocoa (*Theobroma cacao* L.): A review. *Experimental Agriculture*, 47(4), 653–676. <https://doi.org/10.1017/S0014479711000421>
- Cimberio. (2015). *Válvula Antiretorno* (p. 3). p. 3. Retrieved from <http://www.cimberio.com>
- Dorot. (2010). *Catalogo de Productos- Válvulas Serie 100*.
- Estrada William, Romero Xiomara, M. J. (2011). “Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas.” *San Salvador, El Salvador*. Retrieved from [http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/01/Estrada\\_et\\_al\\_Guia\\_Tecnica\\_Cacao.pdf](http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/01/Estrada_et_al_Guia_Tecnica_Cacao.pdf)
- Fernández Gómez, R., Yruela Morillo, M. del C., Mila Mila, M., & García Bernal, J. P. (2010). *Manual de Riego Localizado para Agricultores- Modulo 4*. Andalucía, España: Ediciones Ilustres.
- FlowRam. (2014). *Macromedidores tipo woltman*.
- Garcia, C. I. (2003). *Sistemas de riego por aspersión y goteo*. Mexico D.F.: Editoria Trillas.
- Gomez Aliaga, R., Garcia Blas, R., & Tong, F. (2014). *Paquete Tecnológico del Cultivo del Cacao Fino de Aroma*. Retrieved from [http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/01/Paquete\\_Tecnologico\\_Cultivo\\_Cacao.pdf](http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/01/Paquete_Tecnologico_Cultivo_Cacao.pdf)
- Kenneth J. (1998). *Bombas. Selección , uso y mantenimiento* (McGraw-Hill, Ed.). Retrieved from [https://www.academia.edu/7035366/BOMBAS\\_PDF](https://www.academia.edu/7035366/BOMBAS_PDF)

- Kummerow, J., Kummerow, M., & Souza da Silva, W. (1982). Fine-root growth dynamics in cacao (*Theobroma cacao*). *Plant and Soil*, 65(2), 193–201. <https://doi.org/10.1007/BF02374650>
- Manfred, W. M. (1998). *Ecofisiología do cultivo do cacqueiro*.
- Martínez, L. (2001). *Manual De Operación Y Mantención De Equipos De Riego Presurizado*. Valler, Chile.
- Medina, J. A. (2000). *Riego por Goteo* (4th ed.). Barcelona, España: Ediciones Mundi Prensa.
- Mommer, L. (1999). *The water relations in cacao (Theobroma cacao L.): Modelling root growth and evapotranspiration*. (February), 57. Retrieved from [http://www.worldcocoaoundation.org/wpcontent/uploads/files\\_mf/mommer1999.pdf](http://www.worldcocoaoundation.org/wpcontent/uploads/files_mf/mommer1999.pdf)
- Motamayor, J. C., Risterucci, A. M., Lopez, P. A., Ortiz, C. F., Moreno, A., & Lanaud, C. (2002). Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity*, 89(5), 380–386. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800156>
- Mott, R. L. (2006). *Mecánica de Fluidos* (4th ed.). Mexico D.F.: Pearson.
- Netafim. (2012). *Guías para el mantenimiento de sistemas de riego* (p. 44). p. 44. Retrieved from [http://www.netafim.fr/data/uploads/120430\\_preventive\\_maintenance\\_guide\\_spanish\\_1.pdf](http://www.netafim.fr/data/uploads/120430_preventive_maintenance_guide_spanish_1.pdf)
- Pedrollo. (n.d.). *Electrobomba autocebante tipo “JET.”*
- Pedrollo. (2012). *Electrobomba Centrifuga CP*.
- Pizarro, F. (1996). *Riego Localizados de Alta Frecuencia (RLAF)*. Madrid, España: Ediciones Mundi Prensa.

- Potter, M. C., Wiggert, D. C., & Ramadan, B. H. (2009). *Mechanic of fluids* (3rd ed.). McGraw-Hill Education.
- RainBird. (2015). *Manual del Usuario Rain bird*. USA.
- Rivulis. (2015). *Katif, Gotos en Línea autocompensantes*. Retrieved from [http://rivulis.com/wpcontent/uploads/2014/11/RIV\\_DS\\_Katif\\_R2\\_SP\\_W14\\_0205.pdf](http://rivulis.com/wpcontent/uploads/2014/11/RIV_DS_Katif_R2_SP_W14_0205.pdf)
- Rodriguez, M. A. (2017). *Arranque De Motores Asíncronos*. Retrieved from <http://personales.unican.es/rodrigma/primer/publicaciones.htm>
- Romero, C. (2016). *ESTUDIO DEL CACAO EN EL PERÚ Y EL MUNDO* (Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria, Ed.). Retrieved from [http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/videoconferencias/2017/estudio\\_cacao\\_para\\_iica.pdf](http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/videoconferencias/2017/estudio_cacao_para_iica.pdf)
- Saldarriaga, V. (1998). *Hidráulica de Tuberías*. [https://doi.org/10.1016/0735-6757\(92\)90076-A](https://doi.org/10.1016/0735-6757(92)90076-A)
- Santos, L. (2010). *El Riego Y Sus Tecnologías* (1st ed.). <https://doi.org/10.1093/jxb/erg039>
- Schroth, G., Läderach, P., Martínez-Valle, A. I., Bunn, C., & Jassogne, L. (2016). Vulnerability to climate change of cocoa in West Africa: Patterns, opportunities and limits to adaptation. *Science of The Total Environment*, 556, 231–241. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.024>
- SIAR. (2006). SIAR Castilla-La Mancha N° 13. La Automatización del riego. *Hoja Informativa N°13*, 10. Retrieved from <http://crea.uclm.es/siar/publicaciones/files/HOJA13.pdf>

- VYC. (2004). *Válvula de Seguridad de apertura progresiva*.
- Wood, G. A. R. (George A. R., & Lass, R. A. (1987). *Cocoa*. Longman Scientific & Technical.
- Wu, I.-P., Howell, T. A., & Hiler, E. A. (1979). *Hydraulic Design of Drip Irrigation Systems*. (105), 80. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/19333341.pdf>
- Yzarra, W., & López, F. (2011). *Manual de Observaciones Fenológicas*. Lima; Perú.

## VIII. ANEXOS

**ANEXO 1: Información meteorológica****ESTACION "PALMAWASI"**

Latitud: 8°16'54.41"S

Longitud: 76°20'10.41"O

TEMPERATURA MINIMA °C

<b>Año</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
1985	20.81	20.62	20.73	19.78	20.15	19.30	18.23	18.26	18.72	19.20	20.51	20.83
1986	21.08	20.51	20.45	20.42	19.99	18.61	16.34	17.69	18.25	18.53	19.90	20.99
1987	20.91	21.35	20.65	0.00	18.92	18.84	19.34	18.17	19.98	20.77	21.53	21.54
1988	21.43	21.10	21.07	21.07	20.95	19.07	17.67	18.04	19.29	19.71	20.38	20.83
1989	20.45	20.19	20.38	20.40	19.71	19.28	17.43	18.06	18.52	19.23	20.39	21.26
1990	21.06	20.68	20.98	20.71	20.43	19.97	18.62	17.51	19.01	20.91	20.51	20.73
1991	21.22	20.69	20.97	20.66	20.69	20.08	17.65	17.30	18.35	19.56	20.61	21.46
1992	20.98	20.87	21.07	20.88	20.02	19.47	17.95	18.50	19.57	19.41	20.04	20.64
1993	20.43	20.39	20.24	20.56	20.22	18.93	17.88	17.76	18.87	19.66	20.40	20.87
1994	20.63	20.78	20.23	20.11	19.92	18.34	17.69	17.08	17.93	19.36	19.53	20.47
1995	20.57	20.35	20.26	20.73	19.12	19.16	18.79	18.51	18.42	19.43	20.48	20.02
1996	19.94	19.74	20.09	19.73	19.49	18.59	16.91	17.53	18.27	19.35	19.12	19.85
1997	20.16	19.78	20.09	19.75	19.49	18.65	17.65	17.69	18.46	19.54	20.28	20.71
1998	20.93	22.70	22.42	22.00	20.71	19.86	19.35	20.01	19.35	20.75	21.18	20.52
1999	20.01	21.19	21.05	20.73	20.22	19.70	18.35	18.28	19.69	19.29	20.56	21.12
2000	20.93	20.77	20.22	20.88	20.78	20.45	18.76	18.84	18.44	19.22	20.04	20.48
2001	20.48	20.34	20.56	20.32	20.59	18.81	18.47	18.05	17.42	18.44	19.62	20.82
2002	20.52	19.54	20.99	21.00	20.50	19.00	19.99	18.05	19.89	20.51	20.70	20.47
2003	21.35	20.37	21.06	21.21	20.79	20.93	18.54	19.44	19.50	20.81	21.26	21.08
2004	21.47	20.80	20.86	19.57	19.36	18.04	17.72	15.42	15.52	16.81	18.20	19.59
2005	19.24	18.76	19.18	18.47	20.58	17.09	15.10	16.10	17.70	19.10	19.70	18.50
2006	19.40	18.60	20.30	18.40	17.60	16.90	16.00	17.60	17.90	19.90	18.40	20.30
2007	20.40	20.30	19.40	19.30	18.30	19.20	17.20	17.60	16.50	20.30	21.10	20.55
2008	21.73	21.10	20.93	21.11	20.76	20.26	20.06	20.61	20.27	20.86	20.20	21.45
2009	21.27	21.30	21.52	21.71	21.02	20.29	20.09	20.30	20.37	21.07	21.73	22.14
2010	22.08	22.07	22.31	22.20	21.90	21.05	20.16	19.82	20.56	20.95	21.09	21.48
2011	21.60	21.50	21.46	20.98	21.27	20.59	19.99	19.78	18.20	21.34	21.61	21.25
2012	21.51	21.08	21.08	21.18	20.62	19.86	18.60	19.32	19.23	21.34	21.64	21.56
2013	21.64	21.74	21.99	21.18	21.60	19.30	18.20	18.26	18.72	19.85	20.38	20.78
2014	21.27	21.30	21.52	21.71	21.02	20.29	20.09	20.30	20.37	21.07	21.73	22.14
2015	22.08	22.07	22.31	22.20	21.90	21.05	20.16	19.82	20.56	20.95	21.09	21.48
2016	21.60	21.50	21.46	20.98	21.27	20.59	19.99	19.78	18.20	21.34	21.61	21.25

## ESTACIÓN "PALMAWASI"

Latitud: 8°16'54.41"S

Longitud: 76°20'10.41"O

TEMPERATURA MÁXIMA °C

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1985	30.23	29.69	29.87	29.35	30.16	29.73	29.80	30.58	30.97	28.91	30.07	30.24
1986	29.68	28.40	28.39	29.82	29.67	29.34	27.31	29.64	29.55	29.66	31.22	30.33
1987	29.96	30.89	30.97	0.00	28.46	29.24	29.79	30.94	31.27	31.15	30.72	30.53
1988	30.39	30.90	29.70	30.04	30.24	29.55	29.54	30.62	30.89	29.15	30.98	30.03
1989	29.34	28.86	29.41	29.87	30.03	29.25	29.55	30.00	30.70	29.81	31.38	31.69
1990	29.28	30.21	29.98	30.55	29.60	28.66	28.85	30.59	30.36	29.82	29.64	30.20
1991	30.44	29.90	28.97	30.28	30.57	30.39	29.02	29.68	29.85	29.71	29.85	31.18
1992	31.16	29.88	30.15	30.23	30.94	29.46	29.15	29.62	30.24	30.30	28.79	30.74
1993	30.01	30.08	28.65	29.91	30.74	29.64	29.74	29.66	30.79	30.15	29.45	29.70
1994	29.73	29.50	30.06	29.90	30.48	29.08	29.04	30.09	30.65	30.48	30.93	30.70
1995	31.06	29.64	29.17	30.82	30.12	30.08	30.61	30.62	31.20	30.93	31.21	31.02
1996	29.10	29.39	29.81	30.08	30.39	29.88	29.57	30.13	31.32	31.11	29.97	30.50
1997	30.10	29.53	30.61	30.54	29.93	28.91	30.73	30.04	31.61	32.00	30.63	31.82
1998	31.59	31.74	31.25	31.89	30.81	30.45	31.03	31.49	31.16	31.44	30.89	30.55
1999	28.56	29.83	29.15	29.57	29.31	29.17	29.41	30.12	31.08	30.90	31.13	30.65
2000	29.29	28.92	27.94	29.56	30.03	29.77	29.30	30.47	28.34	30.74	31.39	29.89
2001	29.21	29.24	29.64	30.39	29.92	29.09	29.42	31.23	30.90	32.15	30.51	30.36
2002	30.82	26.45	29.68	29.81	30.12	29.64	28.66	29.35	31.03	30.36	30.18	29.22
2003	30.47	29.55	29.71	30.25	29.74	29.76	29.12	29.38	30.65	31.41	30.76	29.44
2004	30.76	30.18	30.41	30.61	30.38	28.74	29.06	28.81	28.29	30.71	30.45	30.22
2005	31.25	29.61	30.65	30.85	29.12	30.80	31.40	33.80	33.70	33.40	33.30	31.50
2006	33.10	32.30	32.90	32.30	31.80	31.40	32.30	33.10	33.11	33.20	33.40	32.30
2007	33.33	33.70	32.80	32.40	32.60	31.30	32.10	32.80	33.30	30.50	30.20	29.72
2008	29.31	29.11	28.80	30.29	29.18	29.52	30.13	30.77	30.24	30.10	30.60	30.20
2009	29.35	29.60	29.30	30.10	29.91	29.78	30.37	29.80	31.17	31.32	31.21	30.38
2010	30.81	30.22	30.82	30.60	30.20	30.58	30.09	31.30	31.17	29.84	29.87	29.23
2011	28.02	26.40	27.47	29.94	29.71	29.13	29.55	30.47	32.60	29.00	29.76	29.05
2012	29.52	28.32	29.97	30.17	30.52	30.09	29.84	31.24	30.94	29.03	31.25	29.61
2013	30.71	29.13	29.86	31.08	29.97	29.73	29.80	30.58	30.97	30.68	30.73	30.40
2014	33.33	33.70	32.80	32.40	32.60	31.30	32.10	32.80	33.30	30.50	30.20	29.72
2015	29.31	29.11	28.80	30.29	29.18	29.52	30.13	30.77	30.24	30.10	30.60	30.20
2016	29.35	29.60	29.30	30.10	29.91	29.78	30.37	29.80	31.17	31.32	31.21	30.38

## ESTACIÓN "PALMAWASI"

Latitud: 8°16'54.41"S

Longitud: 76°20'10.41"O

TEMPERATURA PROMEDIO °C

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1985	25.52	25.25	25.34	24.65	25.19	24.55	24.08	24.52	24.88	24.06	25.29	25.54
1986	25.38	24.46	24.42	25.12	24.83	23.98	21.82	23.67	23.90	24.10	25.56	25.66
1987	25.44	26.12	25.81	0.00	23.69	24.04	24.56	24.56	25.62	25.96	26.12	26.03
1988	25.91	26.00	25.39	25.56	25.60	24.31	23.60	24.33	25.09	24.43	25.68	25.43
1989	24.90	24.53	24.90	25.13	24.87	24.27	23.49	24.03	24.61	24.52	25.89	26.47
1990	25.17	25.44	25.48	25.63	25.02	24.32	23.74	24.05	24.68	25.36	25.07	25.46
1991	25.83	25.29	24.97	25.47	25.63	25.23	23.33	23.49	24.10	24.63	25.23	26.32
1992	26.07	25.38	25.61	25.55	25.48	24.46	23.55	24.06	24.91	24.85	24.41	25.69
1993	25.22	25.23	24.44	25.24	25.48	24.29	23.81	23.71	24.83	24.91	24.92	25.28
1994	25.18	25.14	25.14	25.01	25.20	23.71	23.37	23.59	24.29	24.92	25.23	25.58
1995	25.81	24.99	24.71	25.78	24.62	24.62	24.70	24.56	24.81	25.18	25.85	25.52
1996	24.52	24.56	24.95	24.91	24.94	24.24	23.24	23.83	24.79	25.23	24.55	25.17
1997	25.13	24.66	25.35	25.15	24.71	23.78	24.19	23.87	25.03	25.77	25.45	26.26
1998	26.26	27.22	26.83	26.95	25.76	25.15	25.19	25.75	25.25	26.09	26.03	25.53
1999	24.29	25.51	25.10	25.15	24.76	24.44	23.88	24.20	25.38	25.10	25.84	25.89
2000	25.11	24.84	24.08	25.22	25.40	25.11	24.03	24.65	23.39	24.98	25.71	25.18
2001	24.85	24.79	25.10	25.36	25.25	23.95	23.95	24.64	24.16	25.30	25.07	25.59
2002	24.85	24.79	25.10	25.36	25.25	23.95	23.95	24.64	24.16	25.30	25.07	25.59
2003	25.91	24.96	25.39	25.73	25.26	25.35	23.83	24.41	25.08	26.11	26.01	25.26
2004	26.11	25.49	25.64	25.09	24.87	23.39	23.39	22.11	21.91	23.76	24.33	24.90
2005	25.24	24.18	24.92	24.66	24.85	23.95	23.25	24.95	25.70	26.25	26.50	25.00
2006	26.25	25.45	26.60	25.35	24.70	24.15	24.15	25.35	25.51	26.55	25.90	26.30
2007	26.87	27.00	26.10	25.85	25.45	25.25	24.65	25.20	24.90	25.40	25.65	25.14
2008	25.52	25.11	24.87	25.70	24.97	24.89	25.10	25.69	25.26	25.48	25.40	25.83
2009	25.31	25.45	25.41	25.91	25.47	25.04	25.23	25.05	25.77	26.20	26.47	26.26
2010	26.45	26.15	26.56	26.40	26.05	25.82	25.13	25.56	25.87	25.40	25.48	25.36
2011	24.81	23.95	24.47	25.46	25.49	24.86	24.77	25.13	25.40	25.17	25.69	25.15
2012	25.52	24.70	25.53	25.68	25.57	24.98	24.22	25.28	25.09	25.19	26.45	25.59
2013	26.18	25.44	25.93	26.13	25.79	24.06	23.40	24.07	24.55	24.64	24.45	25.06
2014	24.80	24.63	24.04	24.26	24.46	25.48	24.72	24.37	25.19	25.16	25.89	25.90
2015	25.20	25.46	25.84	24.65	25.19	25.23	25.04	25.65	26.48	26.33	26.28	25.68
2016	27.10	25.90	26.85	26.78	26.37	24.73	25.21	25.68	25.61	25.86	27.04	25.60

## ESTACIÓN "PALMAWASI"

Latitud: 8°16'54.41"S

Longitud: 76°20'10.41"O

PRECIPITACION ACUMULADA MENSUAL °C

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1985	479.40	273.70	467.50	369.00	101.10	56.90	125.80	176.20	153.10	362.40	367.60	417.70
1986	224.00	450.50	553.50	213.70	251.50	33.40	53.20	186.50	213.90	386.00	246.90	424.30
1987	451.90	122.80	141.70	171.80	219.30	130.40	116.60	105.60	82.10	428.90	439.20	240.30
1988	405.40	325.90	203.00	170.50	197.30	21.70	52.80	48.80	213.20	157.80	421.50	335.60
1989	254.80	391.20	496.80	166.30	106.70	58.00	103.70	104.30	82.90	219.00	165.80	345.00
1990	344.60	344.00	251.30	277.30	115.70	279.40	18.10	61.40	322.90	439.10	225.30	499.10
1991	216.80	293.40	348.30	175.40	161.00	100.20	28.60	44.30	216.70	205.20	601.10	336.70
1992	167.10	386.10	475.40	265.40	103.20	120.50	90.20	145.50	241.30	254.50	516.30	465.60
1993	296.80	339.60	334.60	191.20	133.10	93.80	133.00	132.40	198.30	148.00	340.40	470.70
1994	331.10	451.30	210.20	257.80	207.00	159.60	75.80	47.20	209.80	207.20	366.40	327.90
1995	391.60	309.00	201.20	184.70	80.00	120.70	62.00	65.80	72.90	202.40	422.40	229.80
1996	838.80	303.70	393.50	254.40	153.40	123.70	100.30	54.10	82.10	357.60	316.20	255.80
1997	551.00	355.20	283.50	185.40	190.80	294.50	51.10	110.70	206.20	334.90	476.20	325.90
1998	326.70	511.80	369.10	238.00	133.70	149.30	111.10	263.30	208.70	341.90	304.30	366.30
1999	532.60	438.90	484.20	161.20	168.00	238.00	79.10	138.10	92.20	139.70	313.10	611.10
2000	404.40	501.00	426.70	210.10	220.40	422.20	43.20	48.10	123.70	238.40	158.60	318.60
2001	384.40	295.50	298.40	134.00	298.50	117.80	101.20	49.90	92.70	211.20	271.40	475.30
2002	255.80	342.00	354.20	116.60	159.00	52.80	126.40	52.20	229.80	284.60	432.50	381.90
2003	338.70	374.70	393.00	285.40	217.20	128.40	80.80	101.70	228.30	188.10	241.30	308.00
2004	407.40	361.20	154.20	165.40	124.20	123.00	119.50	119.00	116.60	290.00	250.30	350.60
2005	244.50	267.70	387.40	126.80	115.40	208.00	83.90	56.80	115.60	214.40	164.00	437.30
2006	280.00	193.60	261.40	272.00	130.40	236.60	51.60	104.40	128.30	313.00	327.00	386.60
2007	213.00	290.60	271.50	181.00	111.80	102.40	61.40	77.80	89.20	422.40	288.20	484.40
2008	506.60	359.60	471.20	262.20	195.40	129.60	125.00	213.30	270.00	188.40	392.40	369.40
2009	504.40	460.30	444.20	191.20	362.60	131.80	25.80	166.20	86.00	210.60	269.30	580.40
2010	175.60	385.60	198.20	197.40	431.00	45.20	454.00	81.20	152.90	221.70	219.80	186.80
2011	382.00	573.20	383.20	198.20	223.40	137.90	127.00	91.20	48.20	313.00	159.40	302.50
2012	295.80	360.80	73.40	170.00	100.80	53.40	87.20	38.00	82.80	236.40	177.00	296.90
2013	164.40	253.30	269.20	166.20	224.60	132.84	97.60	154.40	155.73	268.46	316.93	376.09
2014	280.00	193.60	261.40	272.00	130.40	236.60	51.60	104.40	128.30	313.00	327.00	386.60
2015	213.00	290.60	271.50	181.00	111.80	102.40	61.40	77.80	89.20	422.40	288.20	484.40
2016	506.60	359.60	471.20	262.20	195.40	129.60	125.00	213.30	270.00	188.40	392.40	369.40

## ESTACIÓN "PALMAWASI"

Latitud: 8°16'54.41"S

Longitud: 76°20'10.41"O

**HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO %**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1985	86.49	86.62	87.39	84.21	84.75	86.84	84.64	85.11	85.33	75.50	83.73	82.87
1986	85.10	87.81	87.62	86.46	86.85	83.87	81.71	83.29	86.04	79.55	82.37	85.94
1987	87.71	85.74	85.84	0.00	76.59	85.71	94.49	82.46	82.79	82.65	85.74	86.28
1988	86.49	86.62	87.39	84.21	84.75	86.84	84.64	83.25	85.08	80.32	82.50	86.28
1989	64.18	90.38	89.62	85.34	87.11	86.32	83.83	81.94	83.46	88.98	87.96	87.66
1990	90.66	87.81	90.47	88.01	88.81	90.27	97.18	84.12	85.14	90.41	87.83	83.86
1991	82.34	89.41	89.63	88.09	87.27	82.10	84.19	82.29	82.93	85.47	86.89	84.96
1992	84.51	86.57	86.72	87.48	87.58	86.79	81.91	84.44	84.53	83.74	85.57	82.37
1993	86.63	86.63	88.71	86.12	84.02	84.71	83.72	83.56	85.89	87.67	89.74	89.91
1994	88.53	88.82	86.99	88.81	86.74	88.50	85.44	85.66	85.08	85.11	86.69	87.74
1995	86.13	88.57	89.04	84.44	84.70	86.12	84.83	85.70	83.99	85.34	86.83	85.04
1996	89.14	89.14	90.33	88.09	87.20	86.02	85.00	84.77	79.71	83.04	81.39	83.91
1997	86.49	25.13	35.18	84.80	86.83	82.84	83.70	85.25	83.63	84.43	86.12	78.96
1998	50.75	87.58	94.88	86.96	83.53	84.59	84.41	84.68	83.34	85.43	87.39	86.06
1999	84.43	86.83	87.81	86.47	87.96	87.88	84.40	83.42	82.33	82.44	85.59	83.89
2000	89.50	89.18	88.57	92.43	29.44	92.81	46.00	90.05	89.04	91.33	91.61	93.87
2001	92.67	92.20	89.24	93.33	88.44	88.53	85.22	94.32	90.14	91.39	90.59	90.22
2002	88.70	74.52	74.23	72.69	81.30	74.32	79.17	81.87	85.19	93.42	93.27	91.47
2003	94.24	94.69	94.73	94.36	94.63	94.18	93.38	87.00	86.93	76.17	91.84	97.40
2004	97.05	97.77	96.94	90.51	80.87	83.20	82.01	81.48	82.71	82.82	72.94	83.38
2005	85.06	85.03	85.41	85.14	84.78	85.19	84.18	82.80	82.41	87.61	86.91	91.22
2006	93.18	94.22	93.00	90.86	89.64	91.92	88.58	88.49	88.01	89.57	91.21	92.07
2007	91.00	91.83	92.94	92.34	91.22	89.97	89.93	88.51	89.21	90.79	90.18	91.34
2008	92.40	93.36	93.66	91.37	91.64	90.30	90.05	89.45	90.08	91.32	90.61	91.17
2009	92.80	86.62	93.18	91.50	91.28	90.35	89.78	87.83	87.44	88.93	89.72	91.69
2010	88.00	90.01	89.60	83.35	87.85	88.84	86.54	83.35	87.53	85.82	87.41	89.28
2011	90.36	92.23	93.04	89.53	87.90	86.99	86.59	85.16	87.12	89.24	88.52	89.45
2012	87.84	88.80	86.47	85.21	85.60	85.61	84.53	82.70	84.26	85.29	85.34	87.53
2013	85.96	87.78	85.65	79.90	88.54	86.84	84.64	85.11	85.33	85.85	87.02	86.28
2014	91.00	91.83	92.94	92.34	91.22	89.97	89.93	88.51	89.21	90.79	90.18	91.34
2015	92.40	93.36	93.66	91.37	91.64	90.30	90.05	89.45	90.08	91.32	90.61	91.17
2016	92.80	86.62	93.18	91.50	91.28	90.35	89.78	87.83	87.44	88.93	89.72	91.69

## ESTACIÓN "PALMAWASI"

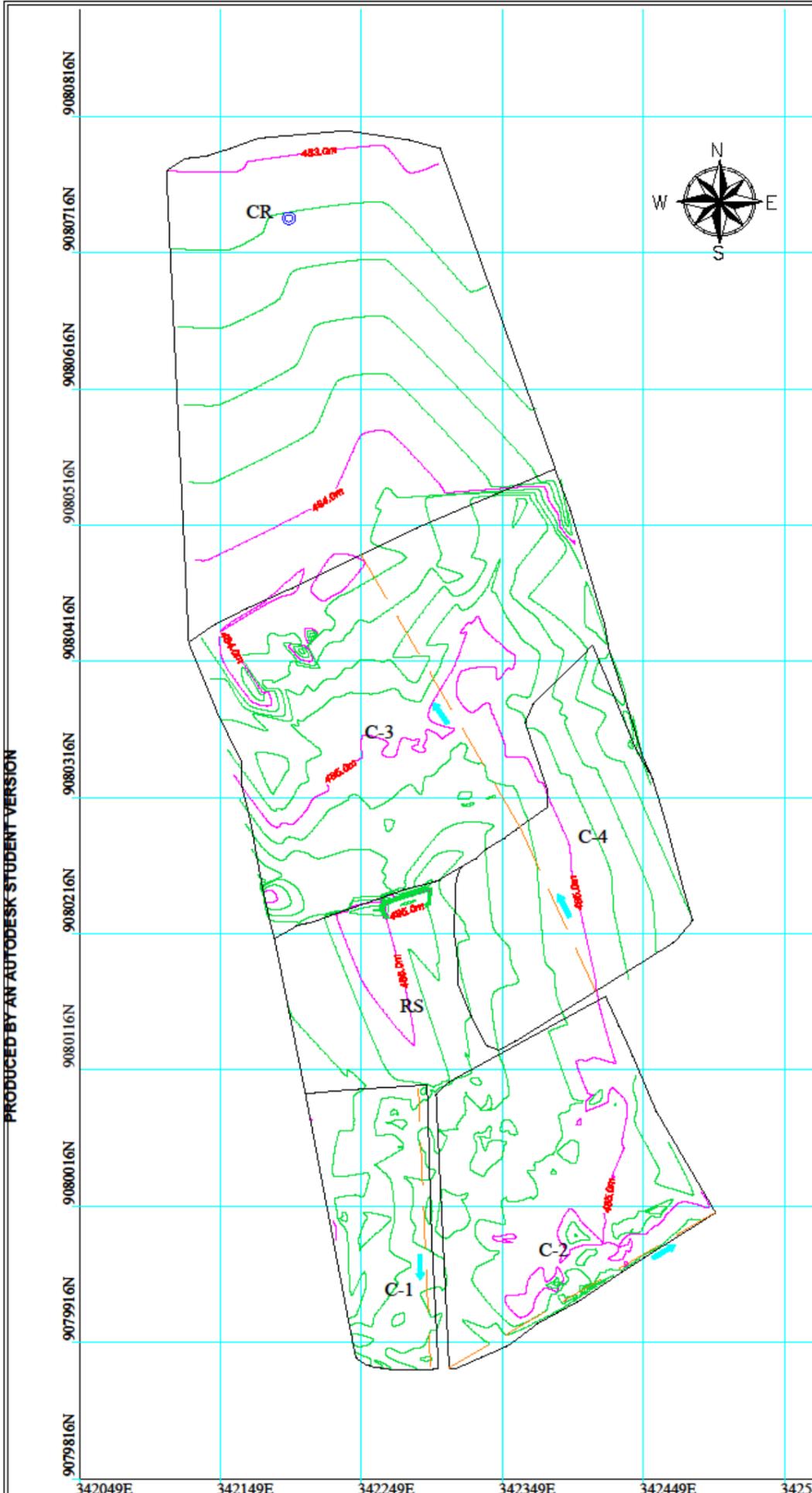
Latitud: 8°16'54.41"S

Longitud: 76°20'10.41"O

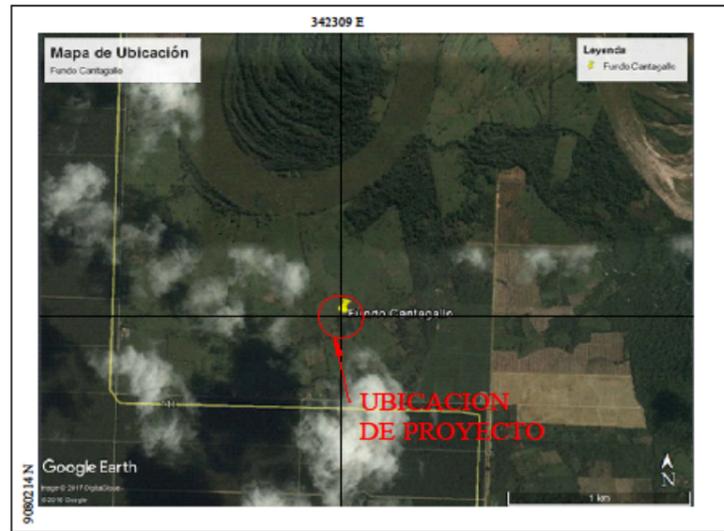
### HORAS DE SOL

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1985	122.95	97.07	101.63	121.56	155.61	156.64	177.34	183.46	154.61	194.30	150.50	152.20
1986	130.80	83.40	87.70	148.80	163.00	196.90	158.70	169.80	136.80	165.90	182.00	126.70
1987	132.60	130.40	143.70	0.00	173.00	186.80	198.00	230.90	174.10	185.30	141.70	147.60
1988	122.70	146.50	110.60	125.60	173.40	174.00	201.90	183.80	88.80	143.10	136.40	109.50
1989	93.20	84.20	74.20	132.90	147.90	134.50	189.90	180.70	143.50	130.20	154.50	146.80
1990	103.60	110.80	115.60	146.80	151.90	133.60	164.90	211.40	160.60	110.80	110.60	114.40
1991	119.40	98.60	86.40	156.20	170.20	185.60	197.30	131.80	92.10	122.70	110.30	156.60
1992	164.50	112.80	97.80	131.90	182.50	162.90	180.30	166.30	146.60	171.00	150.60	180.40
1993	131.40	118.20	66.50	129.30	180.80	191.70	220.90	208.40	191.00	167.00	113.40	129.40
1994	120.40	106.70	109.90	110.70	168.70	151.20	168.70	175.90	146.20	170.80	137.50	131.80
1995	165.80	94.10	116.20	176.40	176.40	177.90	209.70	197.40	172.10	142.60	139.20	140.00
1996	104.60	99.80	127.10	141.30	163.70	162.60	183.30	156.90	149.80	128.00	121.90	140.90
1997	82.00	79.80	86.20	145.70	155.50	150.20	191.10	167.80	149.00	167.20	128.80	136.20
1998	132.20	110.40	125.20	158.40	194.10	189.90	209.70	200.70	188.50	161.90	142.30	130.30
1999	98.90	86.70	99.10	114.30	122.50	148.80	183.90	186.90	153.50	156.50	154.50	136.00
2000	93.20	98.20	94.50	106.40	172.00	174.60	172.80	197.80	156.80	177.70	182.10	139.90
2001	120.80	84.10	105.30	123.00	135.60	131.00	147.20	182.80	157.20	157.90	120.00	133.80
2002	109.70	61.00	109.10	118.20	159.10	154.90	126.90	179.50	190.20	138.30	144.60	104.30
2003	106.50	95.80	120.70	144.90	153.40	166.60	182.70	195.10	179.20	190.40	172.30	126.40
2004	152.90	94.50	96.20	170.70	188.90	145.60	156.70	130.60	113.60	156.20	135.40	102.50
2005	150.08	106.50	109.00	132.50	165.30	156.50	167.00	197.50	180.00	172.00	156.00	121.00
2006	122.00	96.00	115.50	120.00	143.50	134.50	151.50	185.00	168.50	167.50	164.50	139.00
2007	153.50	114.00	104.08	111.50	142.50	157.50	173.50	170.50	151.00	152.00	166.00	145.00
2008	120.50	99.00	83.00	107.00	114.00	142.00	179.50	190.00	161.00	154.50	157.00	138.50
2009	118.00	91.00	100.50	93.00	133.00	146.00	160.50	197.50	157.50	177.50	131.50	134.00
2010	122.50	108.50	105.00	89.00	112.50	136.00	168.00	178.00	150.27	118.50	129.00	97.00
2011	122.95	24.00	39.30	93.50	117.00	88.50	175.50	199.00	156.50	129.00	144.50	114.00
2012	125.00	86.00	115.70	54.00	141.00	149.00	168.00	181.50	160.16	156.57	146.90	127.43
2013	122.95	97.07	101.63	121.56	155.61	156.64	177.34	183.46	154.40	154.40	143.33	131.62
2014	122.00	96.00	115.50	120.00	143.50	134.50	151.50	185.00	168.50	167.50	164.50	139.00
2015	153.50	114.00	104.08	111.50	142.50	157.50	173.50	170.50	151.00	152.00	166.00	145.00
2016	120.50	99.00	83.00	107.00	114.00	142.00	179.50	190.00	161.00	154.50	157.00	138.50

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



ESC.:1/2500  
DATUM : WGS84 - ZONA 18S



MAPA DE UBICACION  
ESC.:1/25'000

CODIGO	DESCRIPCION	AREA (ha)	PERIMETRO (m)	VOLUMEN (m3)
C-1	Sector 1	1.500	552	-
C-2	Sector 2	3.200	740	-
C-3	Sector 3	6.700	877	-
C-4	Sector 4	2.700	756	-
CR	Captacion	-	-	-
RS	Reservorio			460.890

	SENTIDO DE FLUJO DE DREN
	DRENES COLECTORES

ID	COTA	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
1	485.95	9080106.04	342299.95	ESTA
4	485.25	9080042.17	342349.41	ESTD
355	485.42	9080098.98	342322.05	ESTB
356	485.22	9080066.64	342336.88	ESTC
357	485.12	9080018.11	342361.90	ESTE
358	485.15	9079968.10	342385.20	ESTF
359	485.92	9079954.90	342412.29	ESTG
360	485.89	9080100.14	342292.49	ESTI
361	485.76	9080076.72	342276.77	ESTJ
362	485.88	9080008.82	342235.82	ESTK
363	485.68	9079935.37	342276.85	ESTL
364	486.18	9080231.73	342238.70	ESTN
365	485.24	9080306.00	342309.14	ESTO
366	485.22	9080321.31	342282.76	ESTP
367	485.08	9080358.15	342296.59	ESTQ
368	484.69	9080389.71	342213.30	ESTR
369	484.33	9080433.08	342229.54	ESTS
370	484.29	9080408.00	342192.99	ESTT
371	483.94	9080466.85	342192.54	ESTU
372	483.49	9080561.89	342387.78	ESTV
373	484.20	9080483.64	342303.42	ESTX
374	484.35	9080387.10	342439.00	ESTY

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA</b> <b>DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS</b></p>			
<p>TÍTULO: DISEÑO, AUTOMATIZACIÓN Y EVALUACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA CACAO (<i>THEOBROMA CACAO L.</i>) EN EL FUNDO "CANTAGALLO"</p>			
PLANO: TOPOGRAFÍA		Codigo de Plano:	
DEPARTAMENTO: SAN MARTÍN	PROVINCIA: TOCACHE	ESCALA: INDICADA	T-1
FUENTE: E. PROPIA	FECHA: NOV.2017	ELABORADO: DANIEL A. ARIAS HIDALGO	

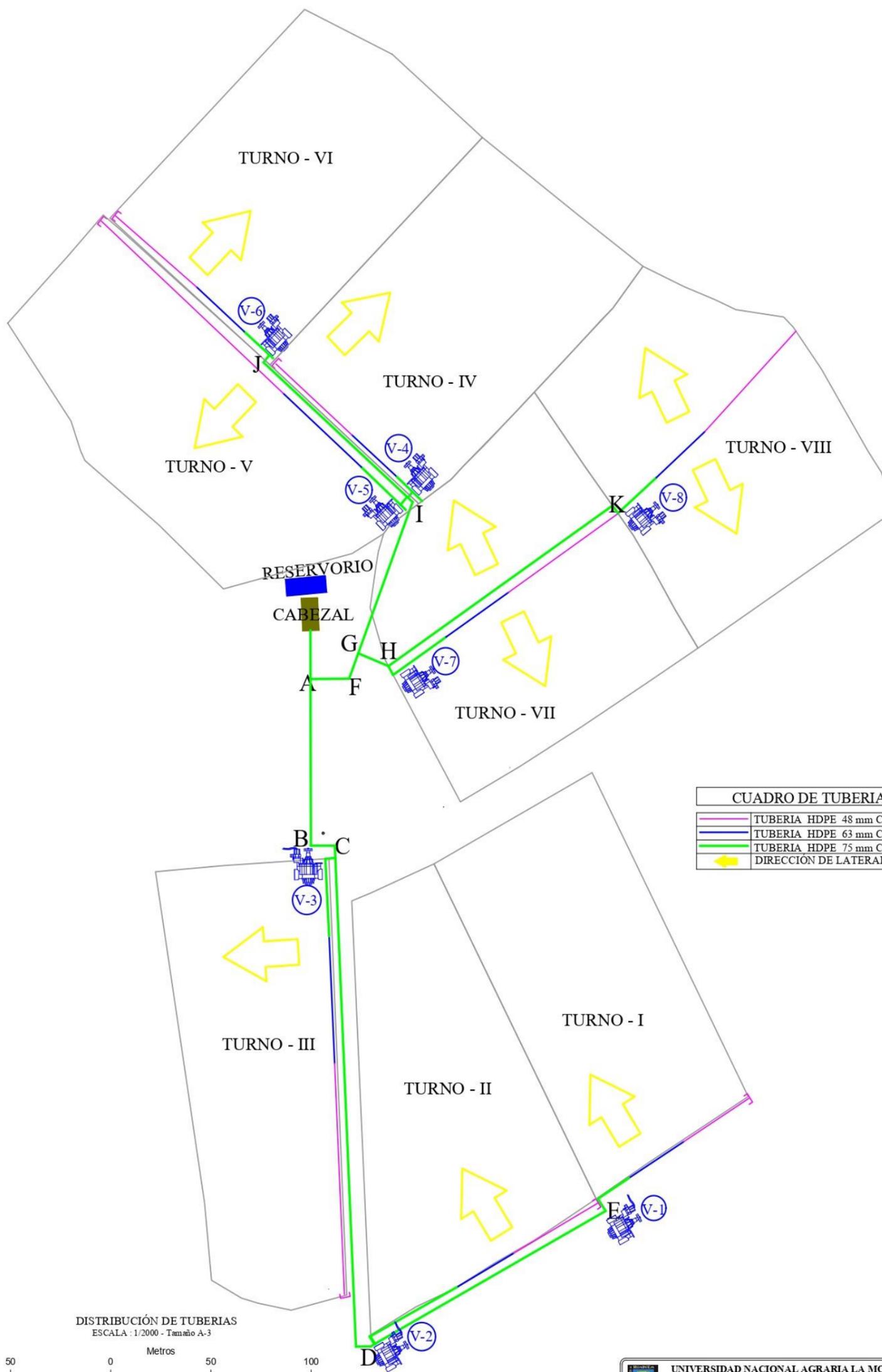
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

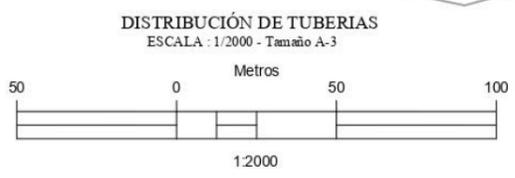
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

ANEXO 3: Plano de distribución de tuberías

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



CUADRO DE TUBERIAS	
	TUBERIA HDPE 48 mm C- 10
	TUBERIA HDPE 63 mm C- 10
	TUBERIA HDPE 75 mm C- 10
	DIRECCION DE LATERALES



<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS</p>			
<p>TÍTULO: DISEÑO, AUTOMATIZACIÓN Y EVALUACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA CACAO (<i>THEOBROMA CACAO L.</i>) EN EL FUNDO "CANTAGALLO"</p>			
PLANO:	PLANTEAMIENTO DE TUBERIAS	Codigo de Plano:	
DEPARTAMENTO:	SAN MARTIN	PROVINCIA:	TOCACHE
FUENTE:	E. PROPIA	FECHA:	NOV. 2017
		ESCALA:	INDICADA
		ELABORADO:	DANIEL A. ARIAS HIDALGO
			<b>T - 2</b>

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

ANEXO 4: Planteamiento hidráulico de tuberías

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

CUADRO DE TURNOS Y AREAS DE RIEGO

Turno	Valvula #	Area Regada por Valvula (Ha)	Marco	Caudal Valvula L/seg	Caudal Turno L/seg	Precipitación horaria mm/hr	Tiempo de riego hr
I	V-1	1.60	2.6 x 2.6 x 2.6	6.22	6.22		
II	V-2	1.60	2.6 x 2.6 x 2.6	6.32	6.32	1.71	1.4
III	V-3	1.60	2.6 x 2.6 x 2.6	6.34	6.34		
IV	V-4	1.70	2.6 x 3.0	6.21	6.21		
V	V-5	1.75	2.6 x 3.0	6.74	6.74	1.48	1.7
VI	V-6	1.70	2.6 x 3.0	6.25	6.25		
VII	V-7	1.84	3.0 x 3.0	6.30	6.30		
VIII	V-8	1.82	3.0 x 3.0	6.33	6.33	1.14	2.2

PARAMETROS DE DISEÑO

Eto	mm/día	3.48
Pe	mm/día	1.27
Kc		1.00
Etc	mm/día	2.21
Eficiencia	%	0.90
Lamina Bruta reponer	mm/día	2.76
Marco de Plántación		Tres Bolillo Rectángulo Cuadrado
Plantas por Hectárea.	Uad.	1284.00 1280 1111
Separación de Hileras	m	
		2.3 2.3 3
Separación de Plantas	m	2.60 3 3
Área de Marco de Plántación	m <sup>2</sup>	5.382 6.21 8.1
Caudal de Gotero	l/h	2.3
Goteros por planta	Uad.	2
Separación de Goteros	m	0.75
Diámetro Bulbo Húmedo	m	0.83
Área de goteros	m	2.18
Porcentaje de Área mojada	%	40.6% 35.2% 27.0%
Tiempo riego	horas	1.4 1.7 2.2
# Turnos	Uad.	8
Frecuencia de Riego	días	1
Dosificación de riego/planta	l/pl.	13.22 13.25 19.89
Precipitación Horaria	mm/hora	1.71 1.48 1.14
Área de Turno Máxima	Ha	1.60 1.94 1.80
Tiempo de Riego Total	hr	15.00
Capacidad del Sistema-Máxima	m <sup>3</sup> /hr	9.44 11.42 9.20
Coefficiente de descarga de gotero	k	1.79
Exponente del emisor (autocompensante)	e	0.009
Presión nominal de operación	mca	15.00
Laterales por planta	#	2.00
Diámetro de Manguera	mm	PE-16.0

LEYENDA

	DIVISIÓN DE TURNOS
	VÁLVULA DE RIEGO
	DIRECCIÓN DE LATERALES
	TAPON DE DESFOGUE
	CABEZAL DE RIEGO
	RESERVORIO

CUADRO DE TUBERIAS

	TUBERIA HDPE 48 mm C- 10
	TUBERIA HDPE 63 mm C- 10
	TUBERIA HDPE 75 mm C- 10

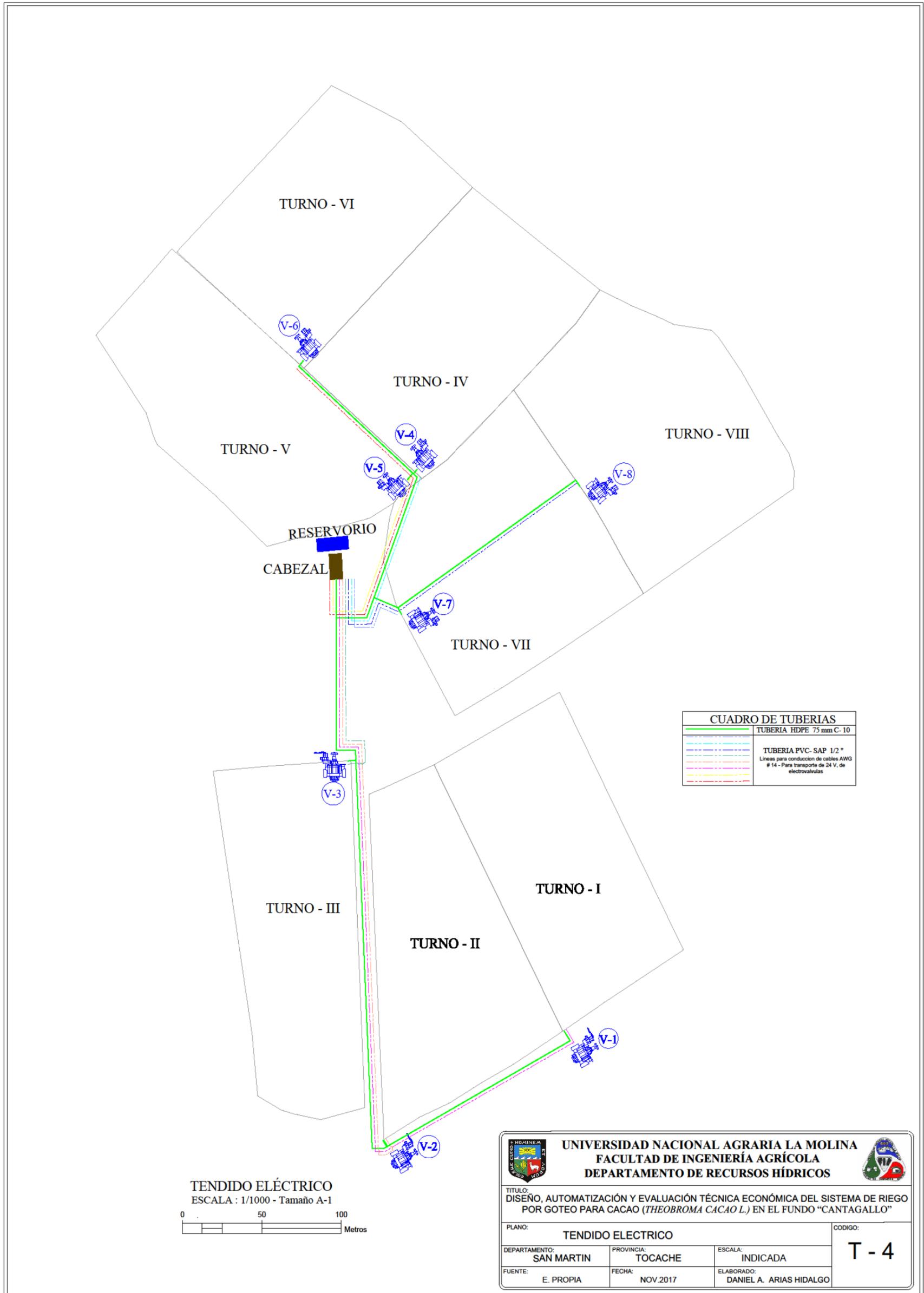
PLANTEAMIENTO HIDRAULICO Y TENDIDO

Escala: 1/1250-Tamaño A-1

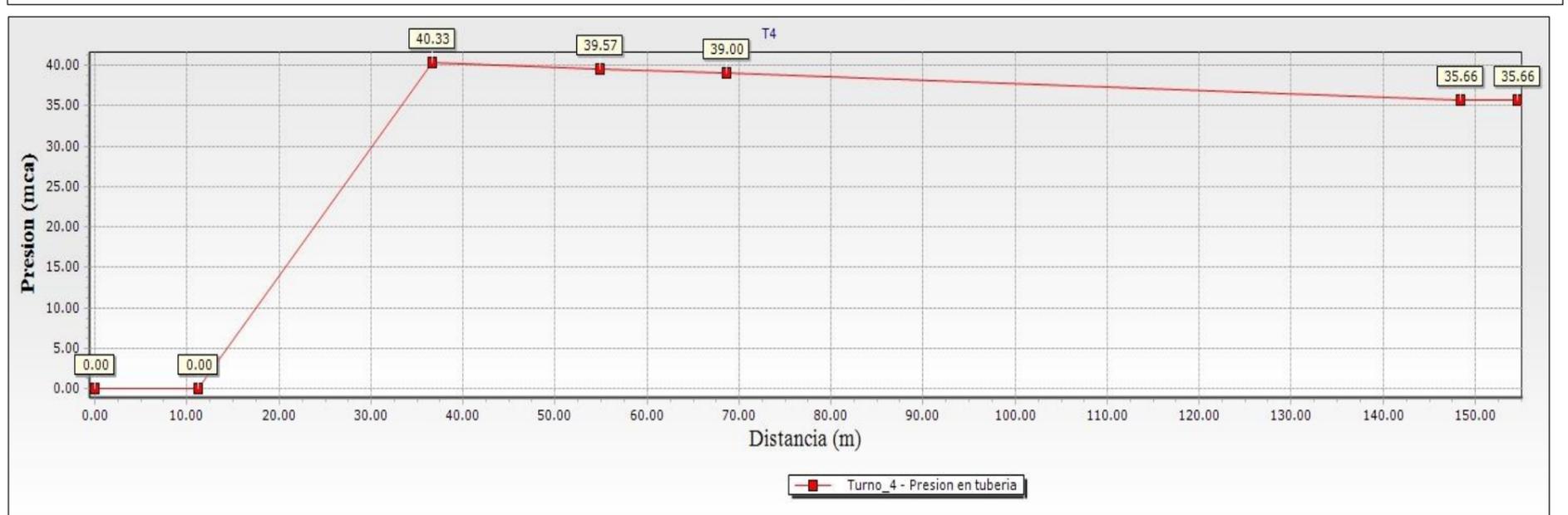
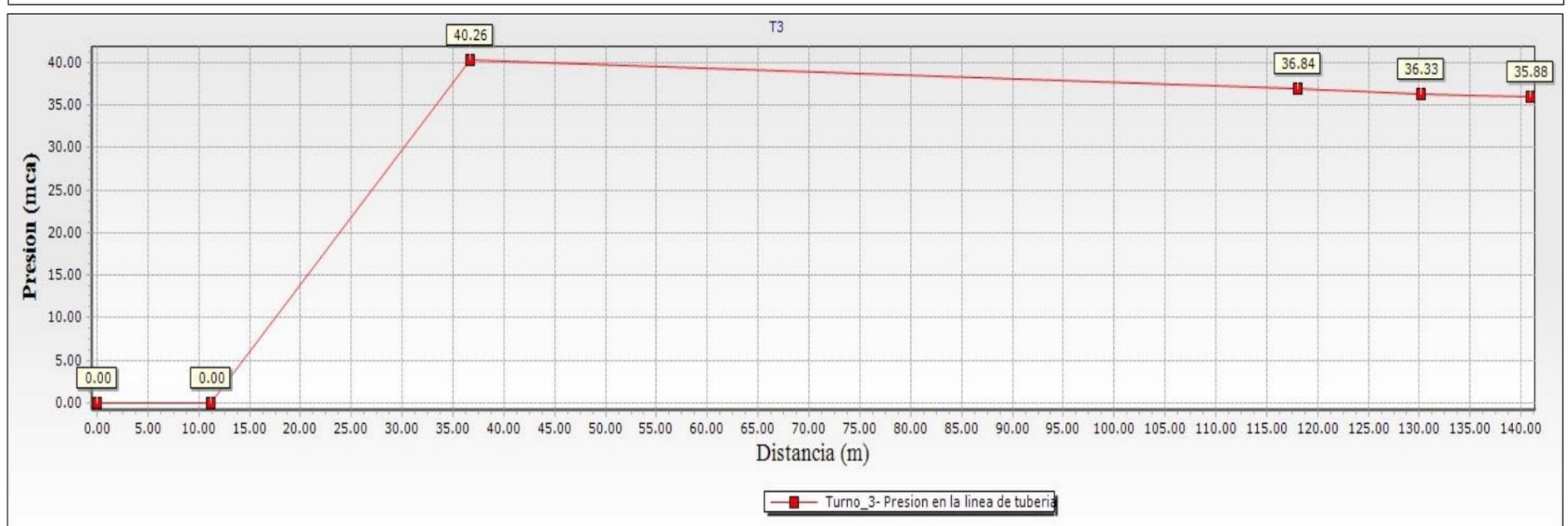
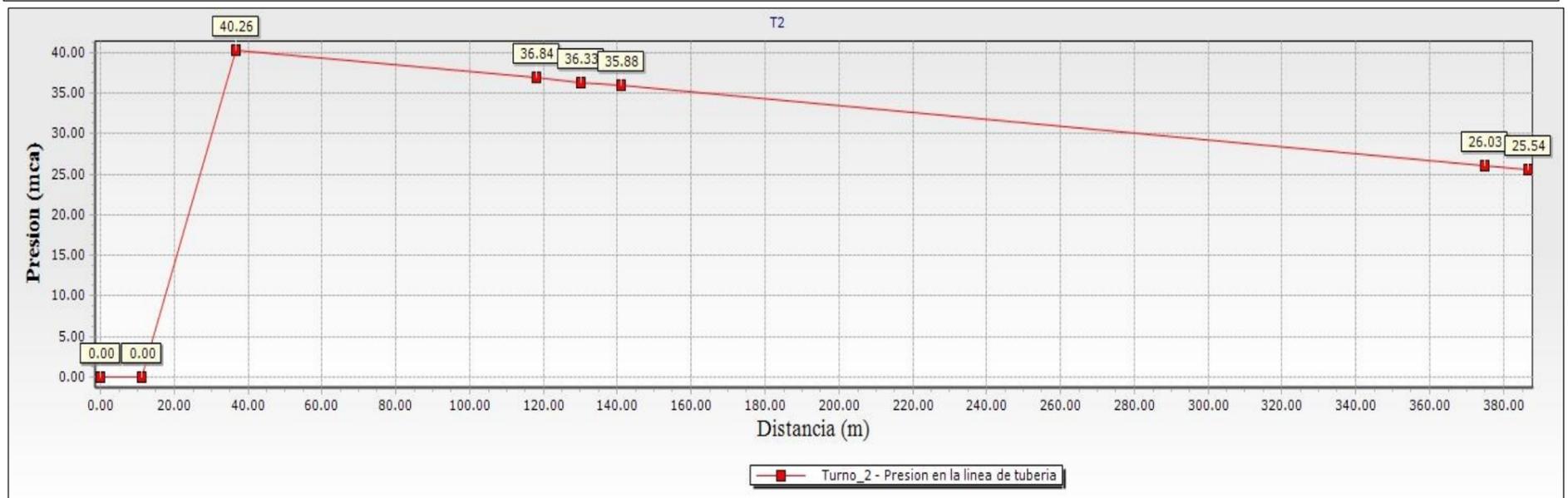
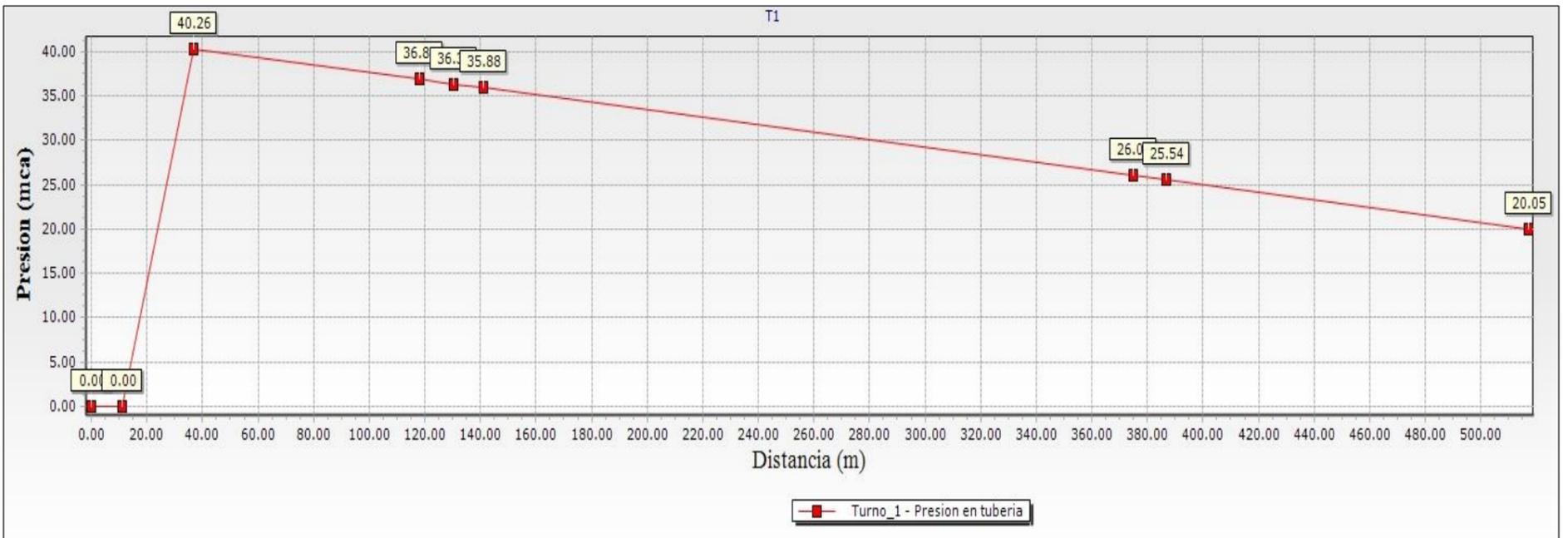
DATUM: WGS84-ZONA 18S

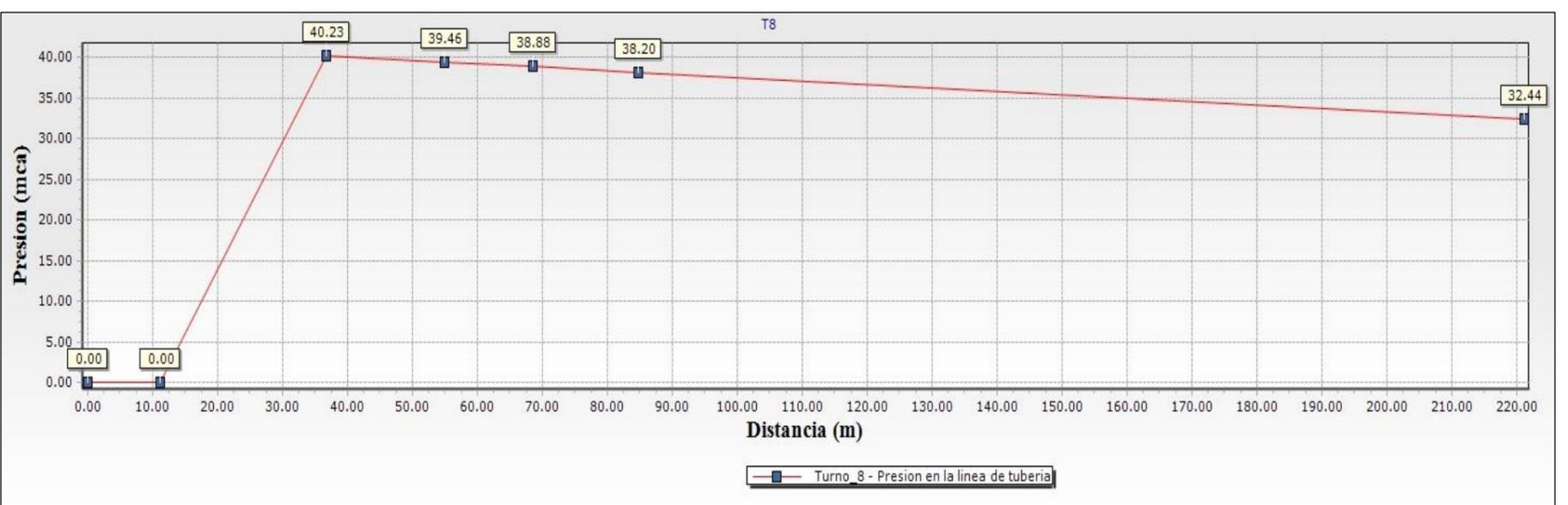
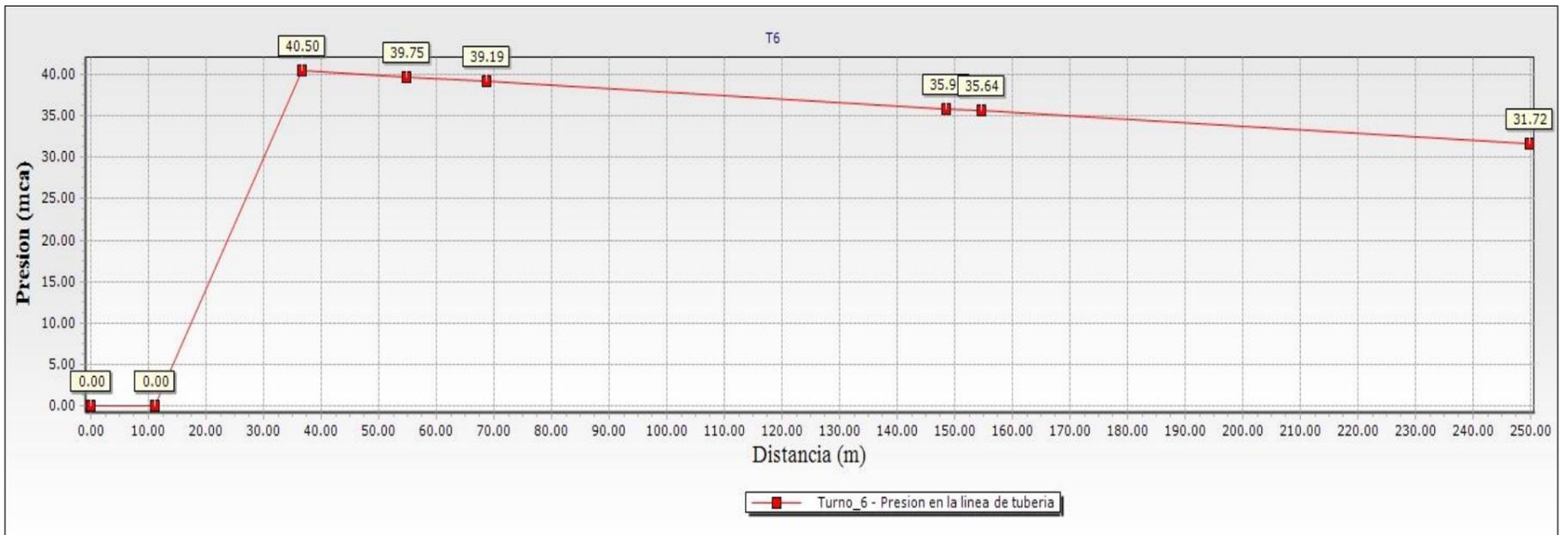
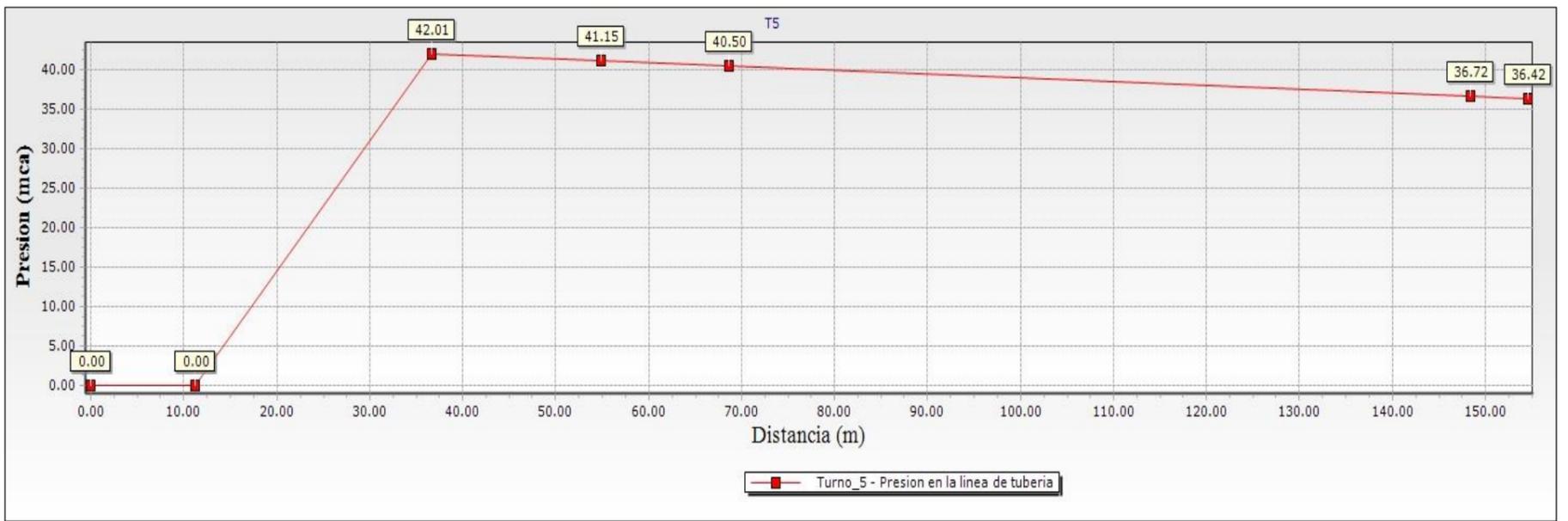
<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS</p>		
<p>TÍTULO: DISEÑO, AUTOMATIZACIÓN Y EVALUACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA CACAO (<i>THEOBROMA CACAO L.</i>) EN EL FUNDO "CANTAGALLO"</p>		
PLANO:	DISEÑO HIDRAULICO Y TENDIDO	N° :
DEPARTAMENTO:	SAN MARTIN	PROVINCIA:
		TOCACHE
ESCALA:	INDICADA	
FUENTE:	E. PROPIA	FECHA:
		NOV.2017
ELABORADO:	DANIEL A. ARIAS HIDALGO	
		T- 3

**ANEXO 5: Tendido Eléctrico**

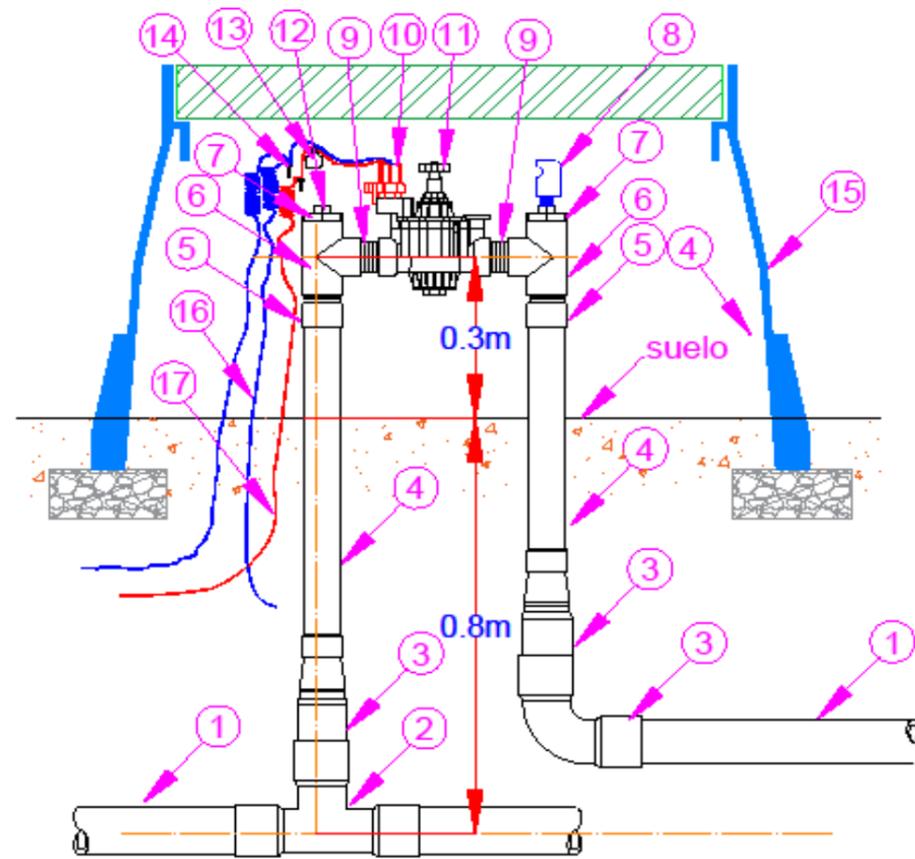


**ANEXO 6: Línea de presión desde el cabezal a la válvula de cada turno**





ANEXO 7: Plano de detalle de electroválvulas

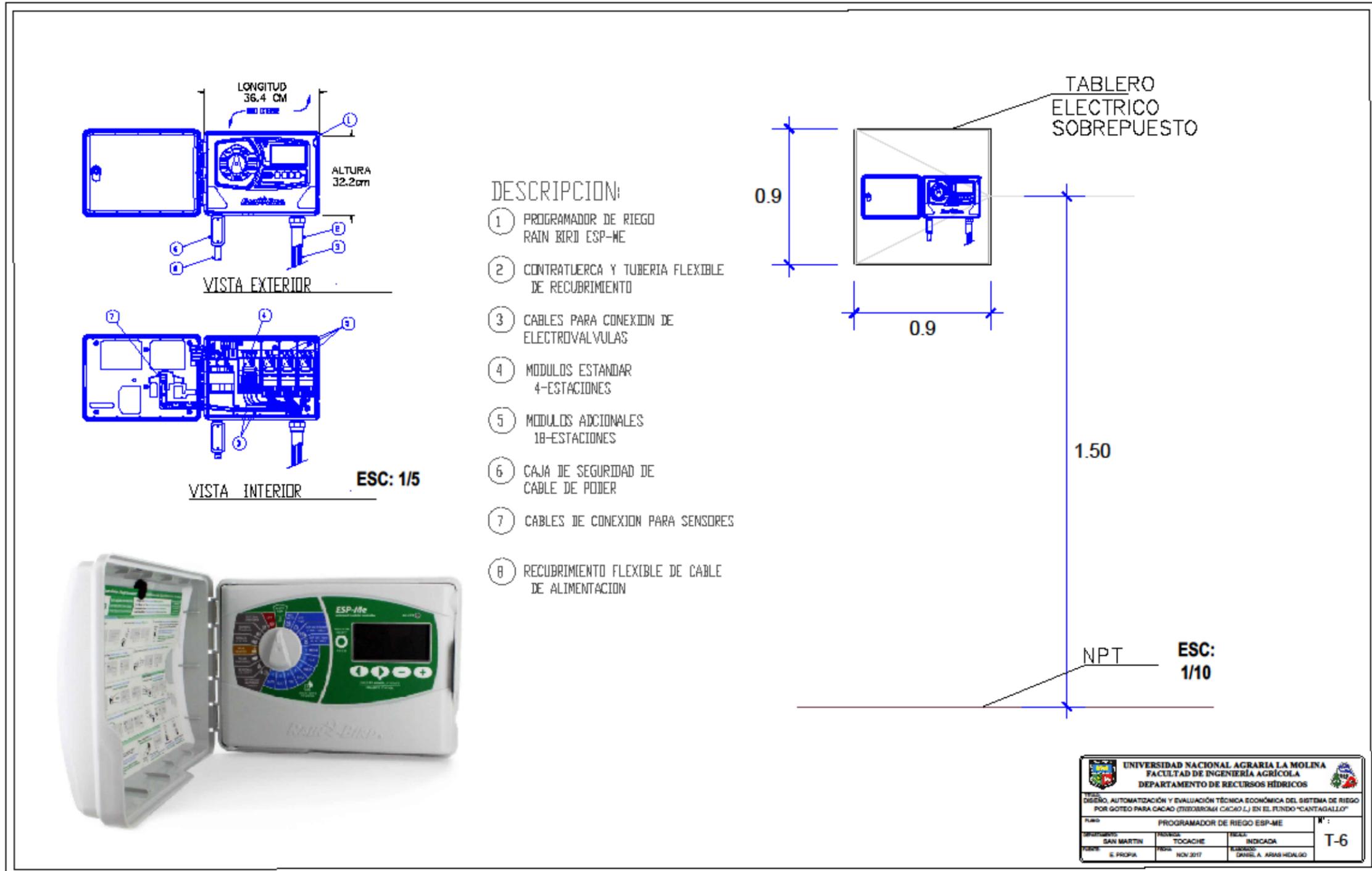


DETALLE DE ARCO DE RIEGO-VÁLVULA PGA  
ESCALA : 1/10 - Tamaño A-3

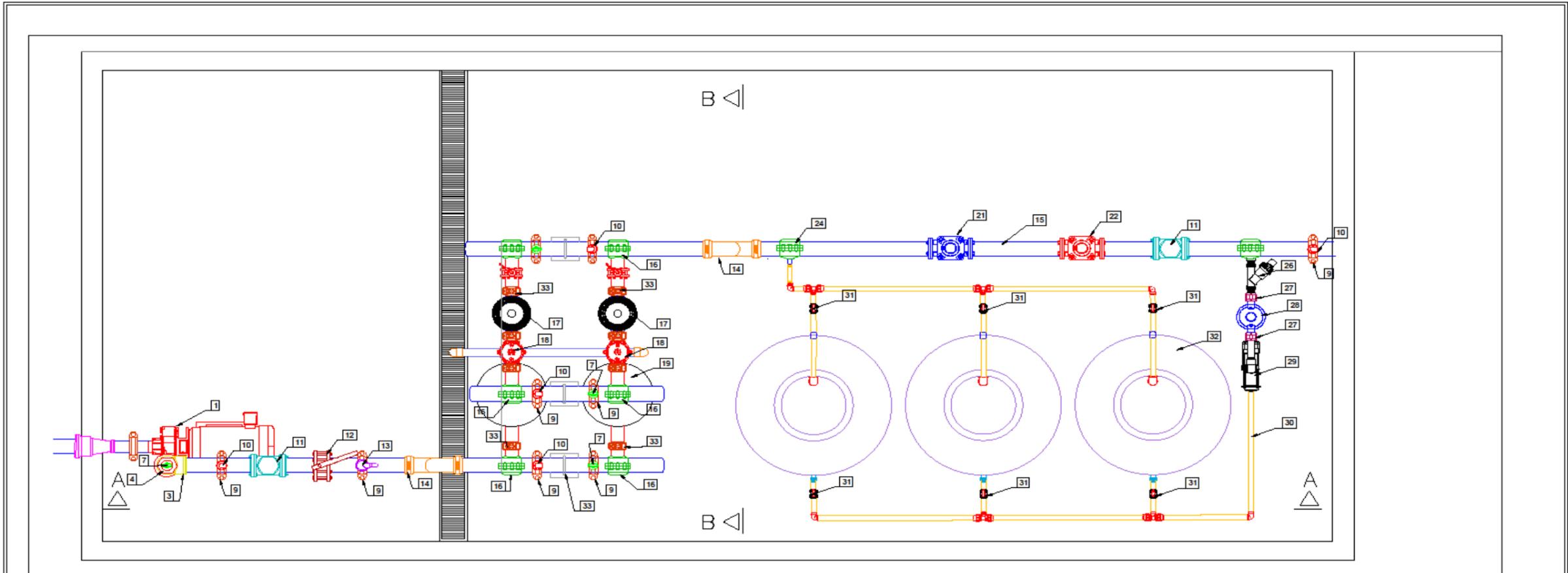
CONFORMACIÓN DE ARCO DE RIEGO	
Nº	ACCESORIOS
1	Tubería de PE-C-7.5 de 75mm
2	Teé de PVC-inyectado de Unión corrediza
3	Reducción de PVC-C-10 de 90mm-75mm
4	Tubería de PVC - C-10 de 75mm
5	UPR de PVC - C-15 de 75mm
6	Teé de PVC-inyectada de 63mm roscada
7	Busshing PVC-C-10 de 2 1/2"-1"
8	Válvula de aire de efeco simple
9	Niple de 75mm x 100mm
10	Solenoide
11	Electro válvula RainBird-Serie PGA-2 1/2"
12	Punto de toma de presión
13	ID-TAG de Válvula
14	Conector de protección de agua
15	Caja de Valvula -Arkal
16	Cable común-AWG-14
17	Cable señal-AWG-14
18	Codo de PVC-inyectado de 75mm Unión corrediza

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS			
TÍTULO: DISEÑO, AUTOMATIZACIÓN Y EVALUACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA CACAO (THEOBROMA CACAO L.) EN EL FONDO "CANTAGALLO"			
PLANTEAMIENTO DE TUBERÍAS		Nº:	
INSTITUCIÓN: SAN MARTÍN	PROVINCIA: TUCUMÁN	ESCALA: INDICADA	T-5
FECHA: 8. PROPIA	FECHA: NOV 2017	ELABORADO: DANIEL A. ARAS HEDLGO	

**ANEXO 8: Plano de detalle de programador de riego**



**ANEXO 9: Plano de cabezal de riego- vista planta**

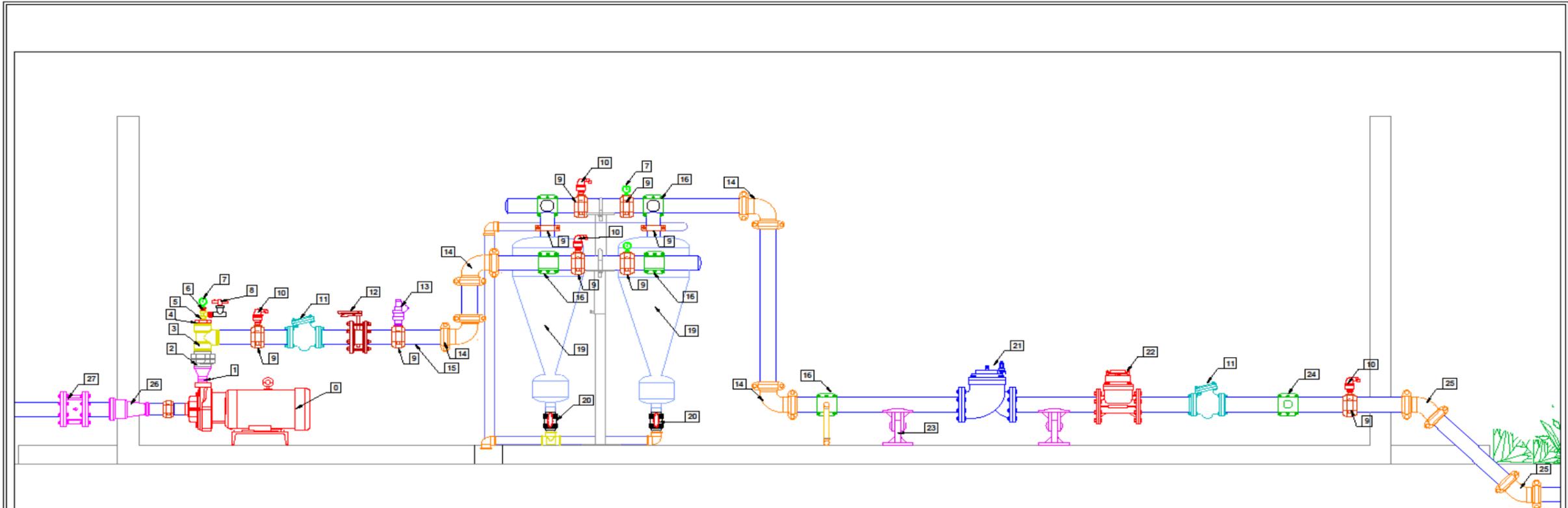


**COMPONENTES**

- |   |   |
|---|---|
| 0. Bomba de Eje Horizontal                      | 17. Filtro de anillo 1"                                     |
| 1. Reducción de F.G. de 2" - 3"                 | 18. Válvula de Retrolavado de 2"                            |
| 2. Unión Universal de F.G.                      | 19. Filtro Hidro-ciclónico                                  |
| 3. Tee de F.G. roscada                          | 20. Válvula esferica de 2"                                  |
| 4. Bushing F.G. 3"-1"                           | 21. Válvula sostenedora de presión                          |
| 5. Tee de F.G. de 1" roscada                    | 22. Válvula volumetrica                                     |
| 6. Bushing de 1" -1/16"                         | 23. Soporte   |
| 7. Manómetro de Glicerina de 0-10 bares         | 24. Abrazadera 3"-1"  |
| 8. Valvula esferica Roscada de 1"               | 25. Codo 45° F.G. de 3" con abrazadera VitaulicTapon 3" PVC |
| 9. Abrazadera 3"-1"                             | 26. Valvula Checka 1" oblicua                               |
| 10. Valvula de aire 1" - Doble Efecto           | 27. Union Universal de 1"                                   |
| 11. Válvula Check Horizontal 3"                 | 28. Filtro de Anillos de 1"                                 |
| 12. Válvula de compuerta bridada de 3"          | 29. Bomba Autocebante                                       |
| 13. Válvula de Alivio de 2"                     | 30. Tuberia de PVC 1"                                       |
| 14. Codo 90° F.G. de 3" con abrazadera Vitaulic | 31. Válvula esférica 1"                                     |
| 15. Tuberia de F.G. DE 3"                       | 32. Tanque 750 L  |
| 16. Abrazadera de 3"-2"                         | 33. Unión Dresser   |
|   | 34. Válvula Check de Bronce 3"                              |

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS		
TÍTULO: DISEÑO, AUTOMATIZACIÓN Y EVALUACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA CACAO ( <i>THEOBROMA CACAO L.</i> ) EN EL FUNDO "CANTAGALLO"		
PLANO:	CABEZAL - CORTE	Código:
DEPARTAMENTO:	SAN MARTIN	T-7
FUENTE:	E. PROPIA	
PROVINCIA:	TOCACHE	
FECHA:	NOV.2017	
ESCALA:	1/20	
ELABORADO:	DANIEL A. ARIAS HIDALGO	

**ANEXO 10: Plano de cabezal - corte A-A**

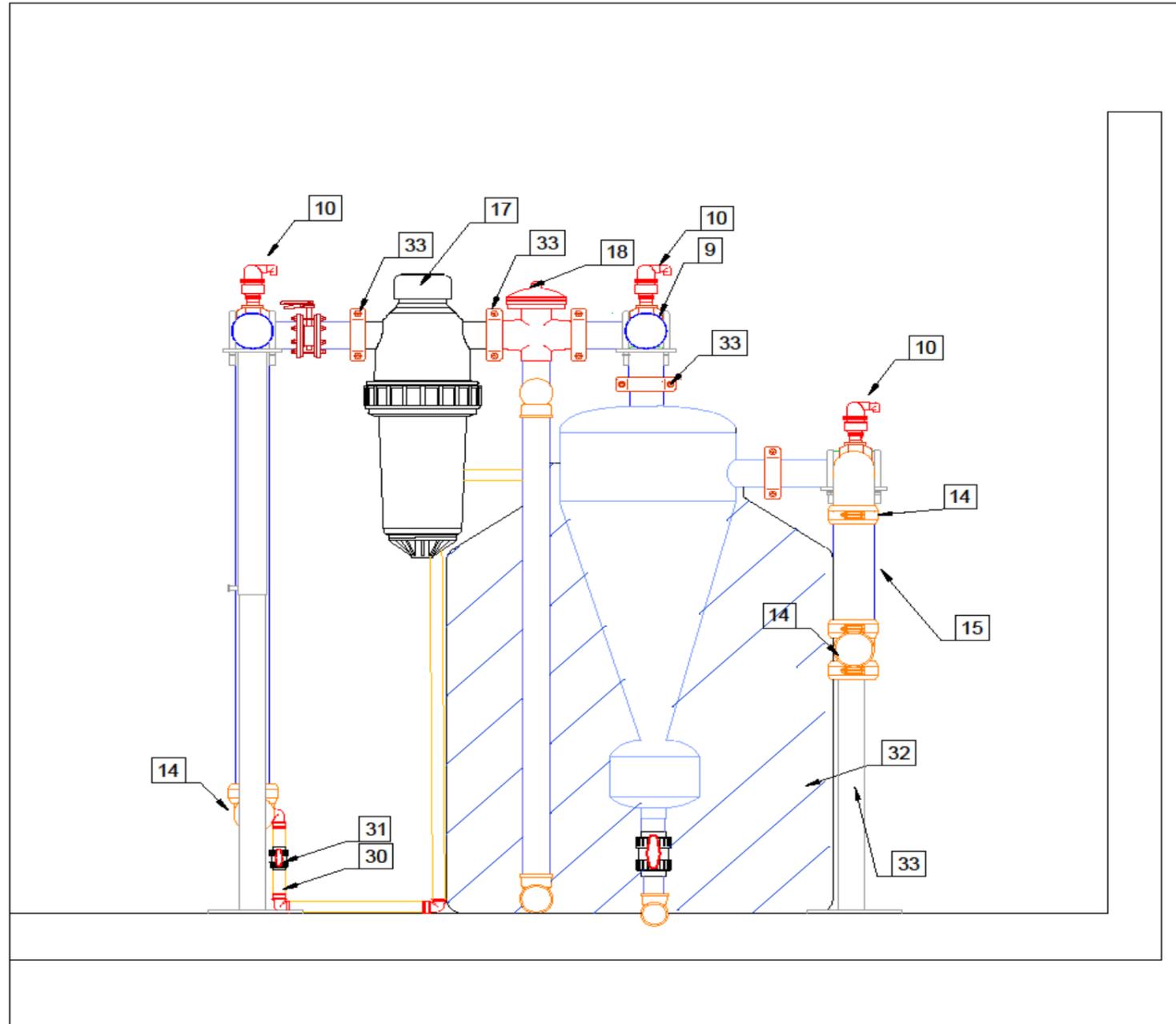


**COMPONENTES**

- |   |  |
|---|--|
| 0. Bomba de Eje Horizontal                      | 22. Válvula volumetrica                                      |
| 1. Reducción de F.G. de 2" - 3"                 | 23. Soporte  |
| 2. Unión Universal de F.G.                      | 24. Abrazadera 3"-1"   |
| 3. Tee de F.G. roscada                          | 25. Codo 45° F.G. de 3" con abrazadera Vitaulic Tapon 3" PVC |
| 4. Bushing F.G. 3"-1"                           | 26. Valvula Checka 1" oblicua                                |
| 5. Tee de F.G. de 1" roscada                    | 27. Union Universal de 1"                                    |
| 6. Bushing de 1" -1/16"                         | 28. Filtro de Anillos de 1"                                  |
| 7. Manómetro de Glicerina de 0-10 bares         | 29. Bomba Autocebante  |
| 8. Valvula esferica Roscada de 1"               | 30. Tuberia de PVC 1"  |
| 9. Abrazadera 3"-1"                             | 31. Válvula esférica 1"                                      |
| 10. Valvula de aire 1" - Doble Efecto           | 32. Tanque 750 L   |
| 11. Válvula Check Horizontal 3"                 | 33. Unión Dresser  |
| 12. Válvula de compuerta bridada de 3"          | 34. Válvula Check de Bronce 3"                               |
| 13. Válvula de Alivio de 2"                     |  |
| 14. Codo 90° F.G. de 3" con abrazadera Vitaulic |  |
| 15. Tuberia de F.G. DE 3"                       |  |
| 16. Abrazadera de 3"-2"                         |  |
| 17. Filtro de anillo 1"                         |  |
| 18. Válvula de Retrolavado de 2"                |  |
| 19. Filtro Hidro-ciclónico                      |  |
| 20. Válvula esferica de 2"                      |  |
| 21. Válvula sostenedora de presión              |  |

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS			
TÍTULO: DISEÑO, AUTOMATIZACIÓN Y EVALUACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA CACAO ( <i>THEOBROMA CACAO L.</i> ) EN EL FUNDO "CANTAGALLO"			
PLANO:	CABEZAL - CORTE A-A'		Código:
DEPARTAMENTO:	SAN MARTIN	PROVINCIA:	TOCACHE
FUENTE:	E. PROPIA	FECHA:	NOV.2017
		ESCALA:	1/20
		ELABORADO:	DANIEL A. ARIAS HIDALGO
			<b>T-8</b>

ANEXO 11: Plano de cabezal - corte B-B

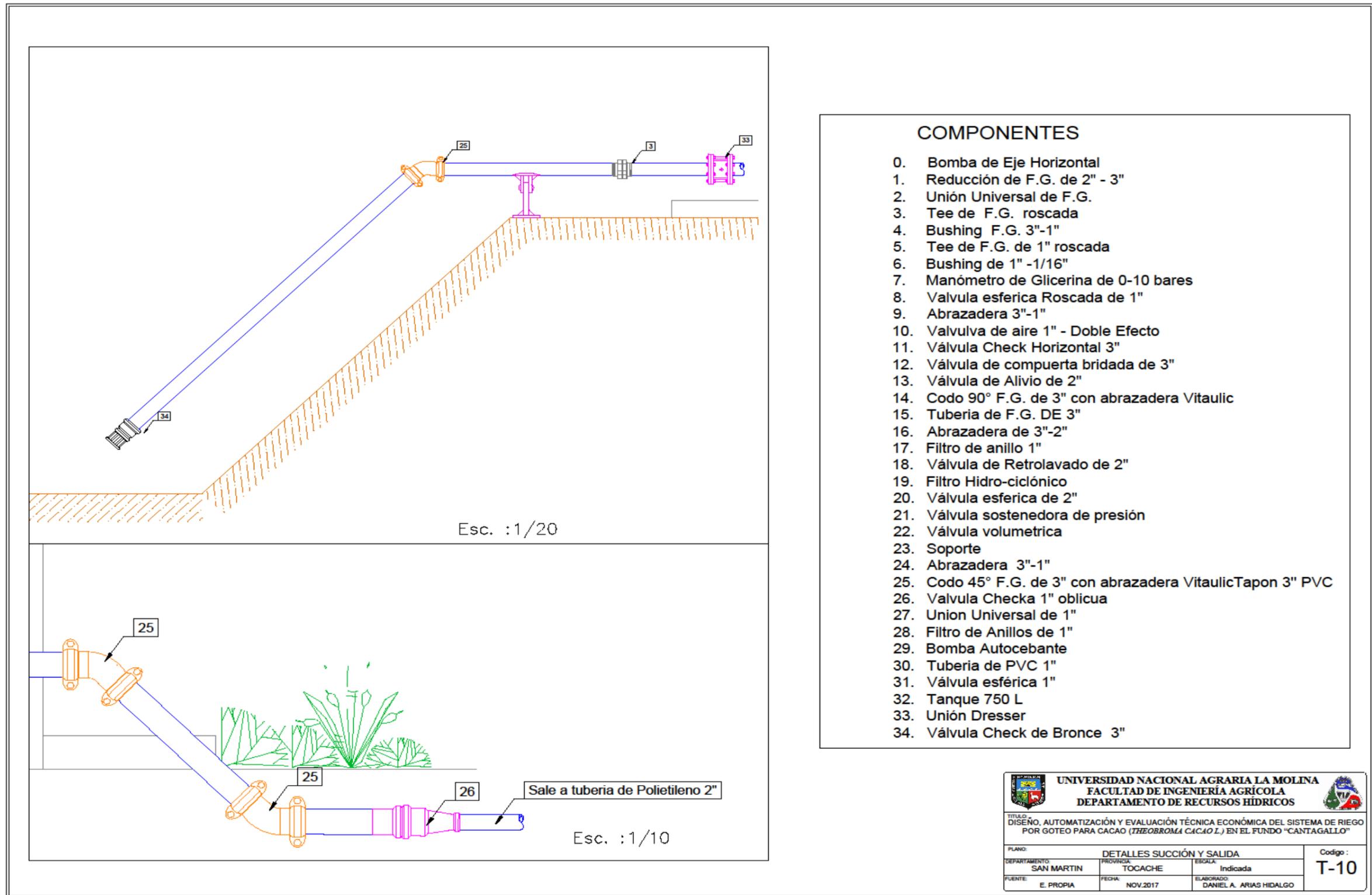


COMPONENTES

0. Bomba de Eje Horizontal
1. Reducción de F.G. de 2" - 3"
2. Unión Universal de F.G.
3. Tee de F.G. roscada
4. Bushing F.G. 3"-1"
5. Tee de F.G. de 1" roscada
6. Bushing de 1" -1/16"
7. Manómetro de Glicerina de 0-10 bares
8. Válvula esferica Roscada de 1"
9. Abrazadera 3"-1"
10. Valvula de aire 1" - Doble Efecto
11. Válvula Check Horizontal 3"
12. Válvula de compuerta bridada de 3"
13. Válvula de Alivio de 2"
14. Codo 90° F.G. de 3" con abrazadera Vitaulic
15. Tuberia de F.G. DE 3"
16. Abrazadera de 3"-2"
17. Filtro de anillo 1"
18. Válvula de Retrolavado de 2"
19. Filtro Hidro-ciclónico
20. Válvula esferica de 2"
21. Válvula sostenedora de presión
22. Válvula volumetrica
23. Soporte
24. Abrazadera 3"-1"
25. Codo 45° F.G. de 3" con abrazadera Vitaulic Tapon 3" PVC
26. Valvula Checka 1" oblicua
27. Union Universal de 1"
28. Filtro de Anillos de 1"
29. Bomba Autocebante
30. Tuberia de PVC 1"
31. Válvula esférica 1"
32. Tanque 750 L
33. Unión Dresser
34. Válvula Check de Bronce 3"

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS		
TÍTULO: DISEÑO, AUTOMATIZACIÓN Y EVALUACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA CACAO ( <i>THEOBROMA CACAO L.</i> ) EN EL FUNDO "CANTAGALLO"		
PLANO:	CABEZAL - CORTE B-B'	
DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	ESCALA:
SAN MARTIN	TOCACHE	1/10
FUENTE:	FECHA:	ELABORADO:
E. PROPIA	NOV.2017	DANIEL A. ARIAS HIDALGO
		Codigo : <b>T-9</b>

**ANEXO 12: Plano de succión y descarga**



**COMPONENTES**

0. Bomba de Eje Horizontal
1. Reducción de F.G. de 2" - 3"
2. Unión Universal de F.G.
3. Tee de F.G. roscada
4. Bushing F.G. 3"-1"
5. Tee de F.G. de 1" roscada
6. Bushing de 1" -1/16"
7. Manómetro de Glicerina de 0-10 bares
8. Válvula esferica Roscada de 1"
9. Abrazadera 3"-1"
10. Valvula de aire 1" - Doble Efecto
11. Válvula Check Horizontal 3"
12. Válvula de compuerta bridada de 3"
13. Válvula de Alivio de 2"
14. Codo 90° F.G. de 3" con abrazadera Vitaulic
15. Tubería de F.G. DE 3"
16. Abrazadera de 3"-2"
17. Filtro de anillo 1"
18. Válvula de Retrolavado de 2"
19. Filtro Hidro-ciclónico
20. Válvula esferica de 2"
21. Válvula sostenedora de presión
22. Válvula volumetrica
23. Soporte
24. Abrazadera 3"-1"
25. Codo 45° F.G. de 3" con abrazadera Vitaulic Tapon 3" PVC
26. Valvula Checka 1" oblicua
27. Union Universal de 1"
28. Filtro de Anillos de 1"
29. Bomba Autocebante
30. Tubería de PVC 1"
31. Válvula esférica 1"
32. Tanque 750 L
33. Unión Dresser
34. Válvula Check de Bronce 3"

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS			
TÍTULO: DISEÑO, AUTOMATIZACIÓN Y EVALUACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEJO PARA CACAO ( <i>THEOBROMA CACAO L.</i> ) EN EL FUNDO "CANTAGALLO"			
PLANO:	DETALLES SUCCIÓN Y SALIDA		Código:
DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	ESCALA:	<b>T-10</b>
SAN MARTIN	TOCACHE	Indicada	
FUENTE:	FECHA:	ELABORADO:	
E. PROPIA	NOV.2017	DANIEL A. ARIAS HIDALGO	

## ANEXO 13: Cálculos Hidráulicos en laterales

Diseño de Laterales											
Sector		Pérdida de carga unitaria ---> J (m / 100m)									
Turno	Válvula	Área (Ha)	Longitud lateral (m)	Esp. goteros (m)	Cantidad goteros	Caudal total (l/s)	J (m/100m)	J' (m/100m)	Velocidad Crítica (m/s)	hf (m)	Comprobación
1	1.60	1.60	183.00	0.75	140.00	0.09	4.42	5.30	0.62	3.49	CUMPLE
2	1.60	1.60	185.00	0.75	142.00	0.09	4.53	5.44	0.62	3.62	CUMPLE
3	1.60	1.60	86.00	0.75	66.00	0.04	1.10	1.32	0.29	0.41	CUMPLE
4	1.70	1.70	220.00	0.75	168.00	0.11	6.19	7.43	0.74	5.88	CUMPLE
5	1.75	1.75	151.00	0.75	116.00	0.07	3.12	3.74	0.51	2.03	CUMPLE
6	1.70	1.70	240.00	0.75	184.00	0.12	7.32	8.79	0.81	7.59	CUMPLE
7	1.84	1.84	122.00	0.75	92.00	0.06	2.03	2.43	0.40	1.07	CUMPLE
8	1.82	1.82	89.00	0.75	68.00	0.04	1.16	1.39	0.30	0.45	CUMPLE

### Donde:

J	(m/100m)	perdida de carga unitaria
J'	(m/100m)	perdida por efecto de conexiones
hf	(m)	perdida por rozamiento

Caudal de Gotero	2.3	l/h
Diámetro interno del Lateral	16	mm
Diámetro externo del Lateral	13.6	mm
C (lateral)	140	
presión inicial	15	m
Fn	0.36	
Velocidad Crítica Permisible	2	m/s
# Goteros/ planta/lateral	2	unid

## ANEXO 14: Cálculos Hidráulicos en Porta laterales

### a) Porta lateral- T\_1

	Longitud	Longitud acumulada	Número	Caudal	Caudal Acumulado	D int.	J	hf	hf acumulada	Δh	Velocidad Crítica	Comprobación
	dist. (m)	dist. (m)	laterales	dist. (l/s)	dist. (l/s)	(mm)	(m/100m)	(m)	(m)	sub. (m)	(m/s)	
1	0.30	0.30	1	0.087	0.09	45.70	0.01	0.000	0.000	1.81	0.05	CUMPLE
2	0.60	0.90	1	0.087	0.17	45.70	0.04	0.000	0.000	1.81	0.11	CUMPLE
3	2.00	2.90	1	0.087	0.261	45.70	0.08	0.001	0.001	1.81	0.16	CUMPLE
4	0.60	3.50	1	0.087	0.348	45.70	0.13	0.000	0.001	1.81	0.21	CUMPLE
5	2.00	5.50	1	0.088	0.436	45.70	0.20	0.001	0.002	1.82	0.27	CUMPLE
6	0.60	6.10	1	0.088	0.524	45.70	0.28	0.001	0.003	1.81	0.32	CUMPLE
7	2.00	8.10	1	0.088	0.612	45.70	0.38	0.003	0.006	1.82	0.37	CUMPLE
8	0.60	8.70	1	0.088	0.700	45.70	0.49	0.001	0.007	1.82	0.43	CUMPLE
9	2.00	10.70	1	0.088	0.788	45.70	0.61	0.004	0.011	1.82	0.48	CUMPLE
10	0.60	11.30	1	0.088	0.877	45.70	0.74	0.002	0.013	1.82	0.53	CUMPLE
11	2.00	13.30	1	0.088	0.965	45.70	0.88	0.006	0.019	1.82	0.59	CUMPLE
12	0.60	13.90	1	0.088	1.053	45.70	1.03	0.002	0.021	1.82	0.64	CUMPLE
13	2.00	15.90	1	0.088	1.141	45.70	1.20	0.009	0.030	1.82	0.70	CUMPLE
14	0.60	16.50	1	0.088	1.229	45.70	1.38	0.003	0.033	1.82	0.75	CUMPLE
15	2.00	18.50	1	0.088	1.317	45.70	1.57	0.011	0.044	1.83	0.80	CUMPLE
16	0.60	19.10	1	0.088	1.406	45.70	1.76	0.004	0.048	1.82	0.86	CUMPLE
17	2.00	21.10	1	0.088	1.494	45.70	1.98	0.014	0.062	1.83	0.91	CUMPLE
18	0.60	21.70	1	0.088	1.582	45.70	2.20	0.005	0.067	1.82	0.96	CUMPLE
19	2.00	23.70	1	0.088	1.670	45.70	2.43	0.017	0.084	1.83	1.02	CUMPLE
20	0.60	24.30	1	0.088	1.758	45.70	2.67	0.006	0.090	1.82	1.07	CUMPLE
21	2.00	26.30	1	0.088	1.846	45.70	2.92	0.021	0.111	1.84	1.13	CUMPLE
22	0.60	26.90	1	0.088	1.935	45.70	3.19	0.007	0.118	1.82	1.18	CUMPLE
23	2.00	28.90	1	0.088	2.023	45.70	3.46	0.025	0.143	1.84	1.23	CUMPLE
24	0.60	29.50	1	0.088	2.111	45.70	3.75	0.008	0.151	1.82	1.29	CUMPLE
25	2.00	31.50	1	0.088	2.199	45.70	4.04	0.029	0.180	1.84	1.34	CUMPLE
26	0.60	32.10	1	0.088	2.287	45.70	4.34	0.009	0.190	1.82	1.39	CUMPLE
27	2.00	34.10	1	0.088	2.375	45.70	4.66	0.034	0.223	1.85	1.45	CUMPLE
28	0.60	34.70	1	0.088	2.464	45.70	4.98	0.011	0.234	1.82	1.50	CUMPLE
29	2.00	36.70	1	0.088	2.552	45.70	5.32	0.038	0.272	1.85	1.56	CUMPLE
30	0.60	37.30	1	0.088	2.640	45.70	5.66	0.012	0.284	1.83	1.61	CUMPLE
31	2.00	39.30	1	0.088	2.728	45.70	6.02	0.043	0.328	1.86	1.66	CUMPLE
32	0.60	39.90	1	0.088	2.816	45.70	6.38	0.014	0.342	1.83	1.72	CUMPLE
33	2.00	41.90	1	0.088	2.904	57.10	2.28	0.016	0.358	1.83	1.13	CUMPLE
34	0.60	42.50	1	0.088	2.993	57.10	2.41	0.005	0.363	1.82	1.17	CUMPLE
35	2.00	44.50	1	0.088	3.081	57.10	2.55	0.018	0.382	1.83	1.20	CUMPLE
36	0.60	45.10	1	0.088	3.169	57.10	2.68	0.006	0.387	1.82	1.24	CUMPLE
37	2.00	47.10	1	0.089	3.258	57.10	2.83	0.020	0.408	1.83	1.27	CUMPLE
38	0.60	47.70	1	0.089	3.348	57.10	2.97	0.006	0.414	1.82	1.31	CUMPLE
39	2.00	49.70	1	0.089	3.437	57.10	3.12	0.022	0.437	1.84	1.34	CUMPLE
40	0.60	50.30	1	0.089	3.527	57.10	3.27	0.007	0.444	1.82	1.38	CUMPLE
41	2.00	52.30	1	0.089	3.616	57.10	3.43	0.025	0.468	1.84	1.41	CUMPLE
42	0.60	52.90	1	0.089	3.706	57.10	3.59	0.008	0.476	1.82	1.45	CUMPLE
43	2.00	54.90	1	0.089	3.795	57.10	3.75	0.027	0.503	1.84	1.48	CUMPLE
44	0.60	55.50	1	0.089	3.884	57.10	3.91	0.008	0.512	1.82	1.52	CUMPLE
45	2.00	57.50	1	0.089	3.974	57.10	4.08	0.029	0.541	1.84	1.55	CUMPLE
46	0.60	58.10	1	0.089	4.063	57.10	4.25	0.009	0.550	1.82	1.59	CUMPLE
47	2.00	60.10	1	0.089	4.153	57.10	4.43	0.032	0.582	1.85	1.62	CUMPLE
48	0.60	60.70	1	0.089	4.242	57.10	4.61	0.010	0.592	1.82	1.66	CUMPLE
49	2.00	62.70	1	0.089	4.332	57.10	4.79	0.034	0.626	1.85	1.69	CUMPLE
50	0.60	63.30	1	0.089	4.421	57.10	4.97	0.011	0.637	1.82	1.73	CUMPLE
51	2.00	65.30	1	0.089	4.511	57.10	5.16	0.037	0.674	1.85	1.76	CUMPLE
52	0.60	65.90	1	0.089	4.600	57.10	5.35	0.012	0.686	1.83	1.80	CUMPLE
53	2.00	67.90	1	0.089	4.689	57.10	5.54	0.040	0.726	1.85	1.83	CUMPLE
54	0.60	68.50	1	0.089	4.779	57.10	5.74	0.012	0.738	1.83	1.87	CUMPLE
55	2.00	70.50	1	0.089	4.868	57.10	5.94	0.043	0.781	1.86	1.90	CUMPLE

56	0.60	71.10	1	0.089	4.958	57.10	6.14	0.013	0.794	1.83	<b>1.94</b>	CUMPLE
57	2.00	73.10	1	0.089	5.047	57.10	6.35	0.046	0.840	1.86	<b>1.97</b>	CUMPLE
58	0.60	73.70	1	0.089	5.137	69.50	2.52	0.005	0.845	1.82	<b>1.35</b>	CUMPLE
59	2.00	75.70	1	0.089	5.226	69.50	2.60	0.019	0.864	1.83	<b>1.38</b>	CUMPLE
60	0.60	76.30	1	0.089	5.316	69.50	2.68	0.006	0.870	1.82	<b>1.40</b>	CUMPLE
61	2.00	78.30	1	0.089	5.405	69.50	2.77	0.020	0.890	1.83	<b>1.42</b>	CUMPLE
62	0.60	78.90	1	0.089	5.494	69.50	2.85	0.006	0.896	1.82	<b>1.45</b>	CUMPLE
63	2.00	80.90	1	0.091	5.585	69.50	2.94	0.021	0.917	1.84	<b>1.47</b>	CUMPLE
64	0.60	81.50	1	0.091	5.676	69.50	3.03	0.007	0.924	1.82	<b>1.50</b>	CUMPLE
65	2.00	83.50	1	0.091	5.767	69.50	3.12	0.022	0.946	1.84	<b>1.52</b>	CUMPLE
66	0.60	84.10	1	0.091	5.857	69.50	3.21	0.007	0.953	1.82	<b>1.54</b>	CUMPLE
67	2.00	86.10	1	0.091	5.948	69.50	3.30	0.024	0.977	1.84	<b>1.57</b>	CUMPLE
68	0.60	86.70	1	0.091	6.039	69.50	3.40	0.007	0.984	1.82	<b>1.59</b>	CUMPLE
69	2.00	88.70	1	0.091	6.129	69.50	3.49	0.025	1.009	1.84	<b>1.62</b>	CUMPLE
70	0.60	89.30	1	0.091	6.220	69.50	3.59	0.008	1.017	1.82	<b>1.64</b>	CUMPLE
71	2.00	91.30	1	0.091	6.311	69.50	3.69	0.027	1.044	1.84	<b>1.66</b>	CUMPLE

**b) Porta lateral- T\_2**

	Longitud	Longitud acumulada	Número	Caudal	Caudal acumulado	D int.	J	hf	hf acumulada	Ah	Velocidad Crítica	Comprobación
	dist. (m)	dist. (m)	laterales	dist. (l/s)	dist. (l/s)	(mm)	(m/100m)	(m)	(m)	sub. (m)	(m/s)	
1	0.30	0.30	1	0.091	0.09	45.70	0.01	0.000	0.000	1.81	0.06	CUMPLE
2	0.60	0.90	1	0.091	0.18	45.70	0.04	0.000	0.000	1.81	0.11	CUMPLE
3	2.00	2.90	1	0.091	0.27	45.70	0.08	0.001	0.001	1.81	0.17	CUMPLE
4	0.60	3.50	1	0.091	0.36	45.70	0.14	0.000	0.001	1.81	0.22	CUMPLE
5	2.00	5.50	1	0.091	0.45	45.70	0.22	0.002	0.003	1.82	0.28	CUMPLE
6	0.60	6.10	1	0.091	0.54	45.70	0.31	0.001	0.003	1.81	0.33	CUMPLE
7	2.00	8.10	1	0.091	0.64	45.70	0.41	0.003	0.006	1.82	0.39	CUMPLE
8	0.60	8.70	1	0.091	0.73	45.70	0.52	0.001	0.007	1.82	0.44	CUMPLE
9	2.00	10.70	1	0.091	0.82	45.70	0.65	0.005	0.012	1.82	0.50	CUMPLE
10	0.60	11.30	1	0.091	0.91	45.70	0.79	0.002	0.014	1.82	0.55	CUMPLE
11	2.00	13.30	1	0.092	1.00	45.70	0.94	0.007	0.020	1.82	0.61	CUMPLE
12	0.60	13.90	1	0.092	1.09	45.70	1.11	0.002	0.023	1.82	0.67	CUMPLE
13	2.00	15.90	1	0.092	1.18	45.70	1.28	0.009	0.032	1.82	0.72	CUMPLE
14	0.60	16.50	1	0.092	1.28	45.70	1.47	0.003	0.035	1.82	0.78	CUMPLE
15	2.00	18.50	1	0.092	1.37	45.70	1.68	0.012	0.047	1.83	0.83	CUMPLE
16	0.60	19.10	1	0.092	1.46	45.70	1.89	0.004	0.051	1.82	0.89	CUMPLE
17	2.00	21.10	1	0.092	1.55	45.70	2.12	0.015	0.067	1.83	0.95	CUMPLE
18	0.60	21.70	1	0.092	1.64	45.70	2.36	0.005	0.072	1.82	1.00	CUMPLE
19	2.00	23.70	1	0.092	1.74	45.70	2.61	0.019	0.090	1.83	1.06	CUMPLE
20	0.60	24.30	1	0.092	1.83	45.70	2.87	0.006	0.097	1.82	1.11	CUMPLE
21	2.00	26.30	1	0.092	1.92	45.70	3.14	0.023	0.119	1.84	1.17	CUMPLE
22	0.60	26.90	1	0.092	2.01	45.70	3.42	0.007	0.127	1.82	1.23	CUMPLE
23	2.00	28.90	1	0.093	2.10	45.70	3.72	0.027	0.153	1.84	1.28	CUMPLE
24	0.60	29.50	1	0.093	2.20	45.70	4.04	0.009	0.162	1.82	1.34	CUMPLE
25	2.00	31.50	1	0.093	2.29	45.70	4.36	0.031	0.194	1.85	1.40	CUMPLE
26	0.60	32.10	1	0.093	2.38	45.70	4.69	0.010	0.204	1.82	1.45	CUMPLE
27	2.00	34.10	1	0.093	2.48	45.70	5.04	0.036	0.240	1.85	1.51	CUMPLE
28	0.60	34.70	1	0.093	2.57	45.70	5.39	0.012	0.252	1.83	1.57	CUMPLE
29	2.00	36.70	1	0.093	2.66	45.70	5.76	0.041	0.293	1.86	1.62	CUMPLE
30	0.60	37.30	1	0.093	2.76	45.70	6.14	0.013	0.306	1.83	1.68	CUMPLE
31	2.00	39.30	1	0.093	2.85	45.70	6.53	0.047	0.353	1.86	1.74	CUMPLE
32	0.60	39.90	1	0.093	2.94	45.70	6.93	0.015	0.368	1.83	1.79	CUMPLE
33	2.00	41.90	1	0.093	3.04	45.70	7.34	0.053	0.421	1.87	1.85	CUMPLE
34	0.60	42.50	1	0.093	3.13	45.70	7.76	0.017	0.438	1.83	1.91	CUMPLE
35	2.00	44.50	1	0.093	3.22	57.10	2.77	0.020	0.458	1.83	1.26	CUMPLE
36	0.60	45.10	1	0.093	3.32	57.10	2.92	0.006	0.464	1.82	1.30	CUMPLE
37	2.00	47.10	1	0.091	3.41	57.10	3.07	0.022	0.486	1.84	1.33	CUMPLE
38	0.60	47.70	1	0.091	3.50	57.10	3.22	0.007	0.493	1.82	1.37	CUMPLE
39	2.00	49.70	1	0.088	3.59	57.10	3.38	0.024	0.518	1.84	1.40	CUMPLE
40	0.60	50.30	1	0.088	3.67	57.10	3.53	0.008	0.525	1.82	1.44	CUMPLE
41	2.00	52.30	1	0.086	3.76	57.10	3.68	0.027	0.552	1.84	1.47	CUMPLE
42	0.60	52.90	1	0.086	3.85	57.10	3.84	0.008	0.560	1.82	1.50	CUMPLE
43	2.00	54.90	1	0.083	3.93	57.10	4.00	0.029	0.589	1.84	1.53	CUMPLE
44	0.60	55.50	1	0.083	4.01	57.10	4.15	0.009	0.598	1.82	1.57	CUMPLE
45	2.00	57.50	1	0.079	4.09	57.10	4.31	0.031	0.629	1.84	1.60	CUMPLE
46	0.60	58.10	1	0.079	4.17	57.10	4.46	0.010	0.639	1.82	1.63	CUMPLE
47	2.00	60.10	1	0.077	4.25	57.10	4.62	0.033	0.672	1.85	1.66	CUMPLE
48	0.60	60.70	1	0.077	4.32	57.10	4.77	0.010	0.682	1.82	1.69	CUMPLE
49	2.00	62.70	1	0.074	4.40	57.10	4.92	0.035	0.717	1.85	1.72	CUMPLE
50	0.60	63.30	1	0.074	4.47	57.10	5.08	0.011	0.728	1.82	1.75	CUMPLE
51	2.00	65.30	1	0.072	4.54	57.10	5.23	0.038	0.766	1.85	1.77	CUMPLE
52	0.60	65.90	1	0.072	4.62	57.10	5.38	0.012	0.778	1.83	1.80	CUMPLE
53	2.00	67.90	1	0.069	4.68	57.10	5.53	0.040	0.818	1.85	1.83	CUMPLE
54	0.60	68.50	1	0.069	4.75	57.10	5.68	0.012	0.830	1.83	1.86	CUMPLE
55	2.00	70.50	1	0.065	4.82	57.10	5.83	0.042	0.872	1.86	1.88	CUMPLE
56	0.60	71.10	1	0.065	4.88	57.10	5.98	0.013	0.885	1.83	1.91	CUMPLE
57	2.00	73.10	1	0.063	4.95	57.10	6.12	0.044	0.929	1.86	1.93	CUMPLE
58	0.60	73.70	1	0.063	5.01	57.10	6.26	0.014	0.942	1.83	1.96	CUMPLE
59	2.00	75.70	1	0.060	5.07	57.10	6.40	0.046	0.988	1.86	1.98	CUMPLE
60	0.60	76.30	1	0.060	5.13	69.40	2.53	0.005	0.994	1.82	1.36	CUMPLE
61	2.00	78.30	1	0.058	5.19	69.40	2.58	0.019	1.012	1.83	1.37	CUMPLE
62	0.60	78.90	1	0.058	5.24	69.40	2.64	0.006	1.018	1.82	1.39	CUMPLE
63	2.00	80.90	1	0.055	5.30	69.40	2.69	0.019	1.037	1.83	1.40	CUMPLE
64	0.60	81.50	1	0.055	5.35	69.40	2.74	0.006	1.043	1.82	1.42	CUMPLE
65	2.00	83.50	1	0.051	5.41	69.40	2.79	0.020	1.063	1.83	1.43	CUMPLE

66	0.60	84.10	1	0.051	5.46	69.40	2.84	0.006	1.070	1.82	1.44	CUMPLE
67	2.00	86.10	1	0.049	5.50	69.40	2.88	0.021	1.090	1.83	1.46	CUMPLE
68	0.60	86.70	1	0.049	5.55	69.40	2.93	0.006	1.097	1.82	1.47	CUMPLE
69	2.00	88.70	1	0.046	5.60	69.40	2.98	0.021	1.118	1.84	1.48	CUMPLE
70	0.60	89.30	1	0.046	5.65	69.40	3.02	0.007	1.125	1.82	1.49	CUMPLE
71	2.00	91.30	1	0.042	5.69	69.40	3.06	0.022	1.147	1.84	1.50	CUMPLE
72	0.60	91.90	1	0.042	5.73	69.40	3.11	0.007	1.153	1.82	1.51	CUMPLE
73	2.00	93.90	1	0.040	5.77	69.40	3.15	0.023	1.176	1.84	1.53	CUMPLE
74	0.60	94.50	1	0.040	5.81	69.40	3.19	0.007	1.183	1.82	1.54	CUMPLE
75	2.00	96.50	1	0.037	5.85	69.40	3.22	0.023	1.206	1.84	1.55	CUMPLE
76	0.60	97.10	1	0.037	5.88	69.40	3.26	0.007	1.213	1.82	1.56	CUMPLE
77	2.00	99.10	1	0.035	5.92	69.40	3.30	0.024	1.237	1.84	1.56	CUMPLE
78	0.60	99.70	1	0.035	5.95	69.40	3.33	0.007	1.244	1.82	1.57	CUMPLE
79	2.00	101.70	1	0.031	5.98	69.40	3.36	0.024	1.268	1.84	1.58	CUMPLE
80	0.60	102.30	1	0.031	6.01	69.40	3.40	0.007	1.276	1.82	1.59	CUMPLE
81	2.00	104.30	1	0.028	6.04	69.40	3.43	0.025	1.300	1.84	1.60	CUMPLE
82	0.60	104.90	1	0.028	6.07	69.40	3.45	0.007	1.308	1.82	1.60	CUMPLE
83	2.00	106.90	1	0.026	6.10	69.40	3.48	0.025	1.333	1.84	1.61	CUMPLE
84	0.60	107.50	1	0.026	6.12	69.40	3.51	0.008	1.340	1.82	1.62	CUMPLE
85	2.00	109.50	1	0.023	6.14	69.40	3.53	0.025	1.366	1.84	1.62	CUMPLE
86	0.60	110.10	1	0.023	6.17	69.40	3.56	0.008	1.374	1.82	1.63	CUMPLE
87	2.00	112.10	1	0.019	6.19	69.40	3.58	0.026	1.399	1.84	1.64	CUMPLE
88	0.60	112.70	1	0.019	6.20	69.40	3.60	0.008	1.407	1.82	1.64	CUMPLE
89	2.00	114.70	1	0.017	6.22	69.40	3.62	0.026	1.433	1.84	1.64	CUMPLE
90	0.60	115.30	1	0.017	6.24	69.40	3.63	0.008	1.441	1.82	1.65	CUMPLE
91	2.00	117.30	1	0.014	6.25	69.40	3.65	0.026	1.467	1.84	1.65	CUMPLE
92	0.60	117.90	1	0.014	6.27	69.40	3.66	0.008	1.475	1.82	1.66	CUMPLE
93	2.00	119.90	1	0.012	6.28	69.40	3.68	0.026	1.502	1.84	1.66	CUMPLE
94	0.60	120.50	1	0.012	6.29	69.40	3.69	0.008	1.510	1.82	1.66	CUMPLE
95	2.00	122.50	1	0.009	6.30	69.40	3.70	0.027	1.536	1.84	1.66	CUMPLE
96	0.60	123.10	1	0.009	6.31	69.40	3.71	0.008	1.544	1.82	1.67	CUMPLE
97	2.00	125.10	1	0.005	6.31	69.40	3.71	0.027	1.571	1.84	1.67	CUMPLE
98	0.60	125.70	1	0.005	6.32	69.40	3.72	0.008	1.579	1.82	1.67	CUMPLE

c) Porta lateral- T\_3

	Longitud	Longitud acumulada	Número	Caudal	Caudal acumulado	D int.	J	hf	hf acumulada	Ah	Velocidad Crítica	Comprobación
	dist. (m)	dist. (m)	laterales	dist. (l/s)	dist. (l/s)	(mm)	(m/100m)	(m)	(m)	sub. (m)	(m/s)	
1	0.30	0.00	1	0.015	0.02	45.70	0.00	0.000	0.000	0.24	0.01	CUMPLE
2	0.60	0.60	1	0.015	0.031	45.70	0.00	0.000	0.000	0.24	0.02	CUMPLE
3	2.00	2.60	1	0.020	0.051	45.70	0.00	0.000	0.000	0.24	0.03	CUMPLE
4	0.60	3.20	1	0.020	0.072	45.70	0.01	0.000	0.000	0.24	0.04	CUMPLE
5	2.00	5.20	1	0.024	0.096	45.70	0.01	0.000	0.000	0.24	0.06	CUMPLE
6	0.60	5.80	1	0.024	0.120	45.70	0.02	0.000	0.000	0.24	0.07	CUMPLE
7	2.00	7.80	1	0.027	0.147	45.70	0.03	0.000	0.000	0.24	0.09	CUMPLE
8	0.60	8.40	1	0.027	0.174	45.70	0.04	0.000	0.000	0.24	0.11	CUMPLE
9	2.00	10.40	1	0.029	0.203	45.70	0.05	0.000	0.001	0.24	0.12	CUMPLE
10	0.60	11.00	1	0.029	0.233	45.70	0.06	0.000	0.001	0.24	0.14	CUMPLE
11	2.00	13.00	1	0.031	0.263	45.70	0.08	0.001	0.002	0.24	0.16	CUMPLE
12	0.60	13.60	1	0.031	0.294	45.70	0.10	0.000	0.002	0.24	0.18	CUMPLE
13	2.00	15.60	1	0.033	0.327	45.70	0.12	0.001	0.003	0.24	0.20	CUMPLE
14	0.60	16.20	1	0.033	0.360	45.70	0.14	0.000	0.003	0.24	0.22	CUMPLE
15	2.00	18.20	1	0.035	0.395	45.70	0.17	0.001	0.004	0.24	0.24	CUMPLE
16	0.60	18.80	1	0.035	0.429	45.70	0.20	0.000	0.005	0.24	0.26	CUMPLE
17	2.00	20.80	1	0.035	0.464	45.70	0.23	0.002	0.006	0.24	0.28	CUMPLE
18	0.60	21.40	1	0.035	0.498	45.70	0.26	0.001	0.007	0.24	0.30	CUMPLE
19	2.00	23.40	1	0.035	0.533	45.70	0.29	0.002	0.009	0.24	0.32	CUMPLE
20	0.60	24.00	1	0.035	0.567	45.70	0.33	0.001	0.010	0.24	0.35	CUMPLE
21	2.00	26.00	1	0.035	0.602	45.70	0.37	0.003	0.012	0.24	0.37	CUMPLE
22	0.60	26.60	1	0.035	0.636	45.70	0.41	0.001	0.013	0.24	0.39	CUMPLE
23	2.00	28.60	1	0.035	0.671	45.70	0.45	0.003	0.016	0.24	0.41	CUMPLE
24	0.60	29.20	1	0.035	0.705	45.70	0.49	0.001	0.017	0.24	0.43	CUMPLE
25	2.00	31.20	1	0.035	0.740	45.70	0.54	0.004	0.021	0.24	0.45	CUMPLE
26	0.60	31.80	1	0.035	0.774	45.70	0.59	0.001	0.023	0.24	0.47	CUMPLE
27	2.00	33.80	1	0.035	0.809	45.70	0.63	0.005	0.027	0.24	0.49	CUMPLE
28	0.60	34.40	1	0.035	0.843	45.70	0.69	0.001	0.029	0.24	0.51	CUMPLE
29	2.00	36.40	1	0.035	0.878	45.70	0.74	0.005	0.034	0.24	0.54	CUMPLE
30	0.60	37.00	1	0.035	0.912	45.70	0.79	0.002	0.036	0.24	0.56	CUMPLE
31	2.00	39.00	1	0.035	0.947	45.70	0.85	0.006	0.042	0.24	0.58	CUMPLE
32	0.60	39.60	1	0.035	0.981	45.70	0.91	0.002	0.044	0.24	0.60	CUMPLE
33	2.00	41.60	1	0.035	1.016	45.70	0.97	0.007	0.051	0.25	0.62	CUMPLE
34	0.60	42.20	1	0.035	1.050	45.70	1.03	0.002	0.053	0.24	0.64	CUMPLE
35	2.00	44.20	1	0.035	1.085	45.70	1.09	0.008	0.061	0.25	0.66	CUMPLE
36	0.60	44.80	1	0.035	1.119	45.70	1.16	0.003	0.063	0.24	0.68	CUMPLE
37	2.00	46.80	1	0.035	1.154	45.70	1.23	0.009	0.072	0.25	0.70	CUMPLE
38	0.60	47.40	1	0.035	1.188	45.70	1.29	0.003	0.075	0.24	0.72	CUMPLE
39	2.00	49.40	1	0.035	1.223	45.70	1.36	0.010	0.085	0.25	0.75	CUMPLE
40	0.60	50.00	1	0.035	1.257	45.70	1.44	0.003	0.088	0.24	0.77	CUMPLE
41	2.00	52.00	1	0.035	1.292	45.70	1.51	0.011	0.099	0.25	0.79	CUMPLE
42	0.60	52.60	1	0.035	1.326	45.70	1.59	0.003	0.102	0.24	0.81	CUMPLE
43	2.00	54.60	1	0.035	1.361	45.70	1.66	0.012	0.114	0.25	0.83	CUMPLE
44	0.60	55.20	1	0.035	1.395	45.70	1.74	0.004	0.118	0.24	0.85	CUMPLE
45	2.00	57.20	1	0.035	1.430	45.70	1.82	0.013	0.131	0.25	0.87	CUMPLE
46	0.60	57.80	1	0.035	1.464	45.70	1.90	0.004	0.135	0.24	0.89	CUMPLE
47	2.00	59.80	1	0.035	1.499	45.70	1.99	0.014	0.149	0.25	0.91	CUMPLE
48	0.60	60.40	1	0.035	1.533	45.70	2.07	0.004	0.154	0.24	0.93	CUMPLE
49	2.00	62.40	1	0.035	1.568	45.70	2.16	0.016	0.169	0.25	0.96	CUMPLE
50	0.60	63.00	1	0.035	1.602	45.70	2.25	0.005	0.174	0.24	0.98	CUMPLE
51	2.00	65.00	1	0.036	1.638	45.70	2.34	0.017	0.191	0.26	1.00	CUMPLE
52	0.60	65.60	1	0.036	1.674	45.70	2.44	0.005	0.196	0.24	1.02	CUMPLE
53	2.00	67.60	1	0.036	1.710	45.70	2.54	0.018	0.215	0.26	1.04	CUMPLE
54	0.60	68.20	1	0.036	1.745	45.70	2.63	0.006	0.220	0.24	1.06	CUMPLE
55	2.00	70.20	1	0.036	1.781	45.70	2.74	0.020	0.240	0.26	1.09	CUMPLE
56	0.60	70.80	1	0.036	1.817	45.70	2.84	0.006	0.246	0.24	1.11	CUMPLE
57	2.00	72.80	1	0.036	1.853	45.70	2.94	0.021	0.267	0.26	1.13	CUMPLE
58	0.60	73.40	1	0.036	1.889	45.70	3.05	0.007	0.274	0.25	1.15	CUMPLE
59	2.00	75.40	1	0.036	1.924	45.70	3.16	0.023	0.297	0.26	1.17	CUMPLE
60	0.60	76.00	1	0.036	1.960	45.70	3.27	0.007	0.304	0.25	1.19	CUMPLE
61	2.00	78.00	1	0.036	1.996	45.70	3.38	0.024	0.328	0.26	1.22	CUMPLE
62	0.60	78.60	1	0.036	2.032	45.70	3.49	0.008	0.336	0.25	1.24	CUMPLE
63	2.00	80.60	1	0.036	2.067	45.70	3.60	0.026	0.361	0.26	1.26	CUMPLE

64	0.60	81.20	1	0.036	2.103	45.70	3.72	0.008	0.370	0.25	1.28	CUMPLE
65	2.00	83.20	1	0.036	2.139	45.70	3.84	0.028	0.397	0.27	1.30	CUMPLE
66	0.60	83.80	1	0.036	2.175	45.70	3.96	0.009	0.406	0.25	1.33	CUMPLE
67	2.00	85.80	1	0.036	2.211	45.70	4.08	0.029	0.435	0.27	1.35	CUMPLE
68	0.60	86.40	1	0.036	2.246	45.70	4.20	0.009	0.444	0.25	1.37	CUMPLE
69	2.00	88.40	1	0.037	2.283	45.70	4.33	0.031	0.475	0.27	1.39	CUMPLE
70	0.60	89.00	1	0.037	2.320	45.70	4.46	0.010	0.485	0.25	1.41	CUMPLE
71	2.00	91.00	1	0.037	2.358	45.70	4.59	0.033	0.518	0.27	1.44	CUMPLE
72	0.60	91.60	1	0.037	2.395	45.70	4.73	0.010	0.528	0.25	1.46	CUMPLE
73	2.00	93.60	1	0.037	2.432	45.70	4.87	0.035	0.563	0.27	1.48	CUMPLE
74	0.60	94.20	1	0.037	2.469	45.70	5.00	0.011	0.574	0.25	1.51	CUMPLE
75	2.00	96.20	1	0.037	2.506	45.70	5.14	0.037	0.611	0.28	1.53	CUMPLE
76	0.60	96.80	1	0.037	2.543	45.70	5.29	0.011	0.623	0.25	1.55	CUMPLE
77	2.00	98.80	1	0.037	2.580	45.70	5.43	0.039	0.662	0.28	1.57	CUMPLE
78	0.60	99.40	1	0.037	2.617	45.70	5.57	0.012	0.674	0.25	1.60	CUMPLE
79	2.00	101.40	1	0.037	2.654	45.70	5.72	0.041	0.715	0.28	1.62	CUMPLE
80	0.60	102.00	1	0.037	2.691	45.70	5.87	0.013	0.728	0.25	1.64	CUMPLE
81	2.00	104.00	1	0.037	2.728	45.70	6.02	0.043	0.771	0.28	1.66	CUMPLE
82	0.60	104.60	1	0.037	2.765	45.70	6.17	0.013	0.784	0.25	1.69	CUMPLE
83	2.00	106.60	1	0.037	2.802	45.70	6.33	0.046	0.830	0.28	1.71	CUMPLE
84	0.60	107.20	1	0.037	2.839	45.70	6.48	0.014	0.844	0.25	1.73	CUMPLE
85	2.00	109.20	1	0.037	2.876	45.70	6.64	0.048	0.892	0.29	1.75	CUMPLE
86	0.60	109.80	1	0.037	2.913	45.70	6.80	0.015	0.906	0.25	1.78	CUMPLE
87	2.00	111.80	1	0.037	2.950	45.70	6.96	0.050	0.956	0.29	1.80	CUMPLE
88	0.60	112.40	1	0.037	2.987	45.70	7.12	0.015	0.972	0.25	1.82	CUMPLE
89	2.00	114.40	1	0.038	3.026	45.70	7.29	0.052	1.024	0.29	1.84	CUMPLE
90	0.60	115.00	1	0.038	3.064	45.70	7.46	0.016	1.040	0.25	1.87	CUMPLE
91	2.00	117.00	1	0.038	3.102	45.70	7.64	0.055	1.095	0.29	1.89	CUMPLE
92	0.60	117.60	1	0.038	3.141	45.70	7.81	0.017	1.112	0.26	1.91	CUMPLE
93	2.00	119.60	1	0.038	3.179	45.70	7.99	0.058	1.170	0.30	1.94	CUMPLE
94	0.60	120.20	1	0.038	3.217	57.10	2.76	0.006	1.176	0.24	1.26	CUMPLE
95	2.00	122.20	1	0.038	3.256	57.10	2.82	0.020	1.196	0.26	1.27	CUMPLE
96	0.60	122.80	1	0.038	3.294	57.10	2.88	0.006	1.202	0.25	1.29	CUMPLE
97	2.00	124.80	1	0.038	3.332	57.10	2.95	0.021	1.223	0.26	1.30	CUMPLE
98	0.60	125.40	1	0.038	3.371	57.10	3.01	0.007	1.230	0.25	1.32	CUMPLE
99	2.00	127.40	1	0.038	3.409	57.10	3.07	0.022	1.252	0.26	1.33	CUMPLE
100	0.60	128.00	1	0.038	3.447	57.10	3.14	0.007	1.259	0.25	1.35	CUMPLE
101	2.00	130.00	1	0.038	3.486	57.10	3.20	0.023	1.282	0.26	1.36	CUMPLE
102	0.60	130.60	1	0.038	3.524	57.10	3.27	0.007	1.289	0.25	1.38	CUMPLE
103	2.00	132.60	1	0.038	3.562	57.10	3.33	0.024	1.313	0.26	1.39	CUMPLE
104	0.60	133.20	1	0.038	3.601	57.10	3.40	0.007	1.320	0.25	1.41	CUMPLE
105	2.00	135.20	1	0.040	3.640	57.10	3.47	0.025	1.345	0.26	1.42	CUMPLE
106	0.60	135.80	1	0.040	3.680	57.10	3.54	0.008	1.353	0.25	1.44	CUMPLE
107	2.00	137.80	1	0.040	3.720	57.10	3.61	0.026	1.379	0.26	1.45	CUMPLE
108	0.60	138.40	1	0.040	3.759	57.10	3.68	0.008	1.387	0.25	1.47	CUMPLE
109	2.00	140.40	1	0.040	3.799	57.10	3.75	0.027	1.414	0.27	1.48	CUMPLE
110	0.60	141.00	1	0.040	3.838	57.10	3.83	0.008	1.422	0.25	1.50	CUMPLE
111	2.00	143.00	1	0.040	3.878	57.10	3.90	0.028	1.450	0.27	1.51	CUMPLE
112	0.60	143.60	1	0.040	3.918	57.10	3.97	0.009	1.459	0.25	1.53	CUMPLE
113	2.00	145.60	1	0.040	3.957	57.10	4.05	0.029	1.488	0.27	1.55	CUMPLE
114	0.60	146.20	1	0.040	3.997	57.10	4.12	0.009	1.497	0.25	1.56	CUMPLE
115	2.00	148.20	1	0.040	4.036	57.10	4.20	0.030	1.527	0.27	1.58	CUMPLE
116	0.60	148.80	1	0.040	4.076	57.10	4.28	0.009	1.536	0.25	1.59	CUMPLE
117	2.00	150.80	1	0.040	4.116	57.10	4.35	0.031	1.568	0.27	1.61	CUMPLE
118	0.60	151.40	1	0.040	4.155	57.10	4.43	0.010	1.577	0.25	1.62	CUMPLE
119	2.00	153.40	1	0.040	4.195	57.10	4.51	0.032	1.610	0.27	1.64	CUMPLE
120	0.60	154.00	1	0.040	4.235	57.10	4.59	0.010	1.620	0.25	1.65	CUMPLE
121	2.00	156.00	1	0.041	4.275	57.10	4.67	0.034	1.653	0.27	1.67	CUMPLE
122	0.60	156.60	1	0.041	4.316	57.10	4.76	0.010	1.664	0.25	1.69	CUMPLE
123	2.00	158.60	1	0.041	4.357	57.10	4.84	0.035	1.698	0.27	1.70	CUMPLE
124	0.60	159.20	1	0.041	4.398	57.10	4.92	0.011	1.709	0.25	1.72	CUMPLE
125	2.00	161.20	1	0.041	4.439	57.10	5.01	0.036	1.745	0.27	1.73	CUMPLE
126	0.60	161.80	1	0.041	4.480	57.10	5.09	0.011	1.756	0.25	1.75	CUMPLE
127	2.00	163.80	1	0.041	4.521	57.10	5.18	0.037	1.793	0.28	1.77	CUMPLE
128	0.60	164.40	1	0.041	4.562	57.10	5.27	0.011	1.805	0.25	1.78	CUMPLE
129	2.00	166.40	1	0.041	4.603	57.10	5.35	0.039	1.843	0.28	1.80	CUMPLE
130	0.60	167.00	1	0.041	4.643	57.10	5.44	0.012	1.855	0.25	1.81	CUMPLE
131	2.00	169.00	1	0.041	4.684	57.10	5.53	0.040	1.895	0.28	1.83	CUMPLE
132	0.60	169.60	1	0.041	4.725	57.10	5.62	0.012	1.907	0.25	1.85	CUMPLE
133	2.00	171.60	1	0.041	4.766	57.10	5.71	0.041	1.948	0.28	1.86	CUMPLE

134	0.60	172.20	1	0.041	4.807	57.10	5.80	0.013	1.961	0.25	1.88	CUMPLE
135	2.00	174.20	1	0.041	4.848	57.10	5.89	0.042	2.003	0.28	1.89	CUMPLE
136	0.60	174.80	1	0.041	4.889	57.10	5.99	0.013	2.016	0.25	1.91	CUMPLE
137	2.00	176.80	1	0.041	4.930	57.10	6.08	0.044	2.060	0.28	1.93	CUMPLE
138	0.60	177.40	1	0.041	4.971	57.10	6.17	0.013	2.073	0.25	1.94	CUMPLE
139	2.00	179.40	1	0.041	5.011	57.10	6.27	0.045	2.118	0.28	1.96	CUMPLE
140	0.60	180.00	1	0.041	5.052	57.10	6.36	0.014	2.132	0.25	1.97	CUMPLE
141	2.00	182.00	1	0.042	5.094	57.10	6.46	0.047	2.179	0.29	1.99	CUMPLE
142	0.60	182.60	1	0.042	5.137	69.40	2.54	0.005	2.184	0.24	1.36	CUMPLE
143	2.00	184.60	1	0.042	5.179	69.40	2.58	0.019	2.203	0.26	1.37	CUMPLE
144	0.60	185.20	1	0.042	5.221	69.40	2.61	0.006	2.208	0.24	1.38	CUMPLE
145	2.00	187.20	1	0.042	5.263	69.40	2.65	0.019	2.227	0.26	1.39	CUMPLE
146	0.60	187.80	1	0.042	5.305	69.40	2.69	0.006	2.233	0.24	1.40	CUMPLE
147	2.00	189.80	1	0.042	5.347	69.40	2.73	0.020	2.253	0.26	1.41	CUMPLE
148	0.60	190.40	1	0.042	5.390	69.40	2.77	0.006	2.259	0.24	1.42	CUMPLE
149	2.00	192.40	1	0.042	5.432	69.40	2.81	0.020	2.279	0.26	1.44	CUMPLE
150	0.60	193.00	1	0.042	5.474	69.40	2.85	0.006	2.285	0.24	1.45	CUMPLE
151	2.00	195.00	1	0.042	5.516	69.40	2.89	0.021	2.306	0.26	1.46	CUMPLE
152	0.60	195.60	1	0.042	5.558	69.40	2.94	0.006	2.313	0.25	1.47	CUMPLE
153	2.00	197.60	1	0.043	5.602	69.40	2.98	0.021	2.334	0.26	1.48	CUMPLE
154	0.60	198.20	1	0.043	5.645	69.40	3.02	0.007	2.341	0.25	1.49	CUMPLE
155	2.00	200.20	1	0.043	5.689	69.40	3.06	0.022	2.363	0.26	1.50	CUMPLE
156	0.60	200.80	1	0.043	5.732	69.40	3.11	0.007	2.369	0.25	1.52	CUMPLE
157	2.00	202.80	1	0.043	5.776	69.40	3.15	0.023	2.392	0.26	1.53	CUMPLE
158	0.60	203.40	1	0.043	5.819	69.40	3.20	0.007	2.399	0.25	1.54	CUMPLE
159	2.00	205.40	1	0.043	5.862	69.40	3.24	0.023	2.422	0.26	1.55	CUMPLE
160	0.60	206.00	1	0.043	5.906	69.40	3.28	0.007	2.429	0.25	1.56	CUMPLE
161	2.00	208.00	1	0.043	5.949	69.40	3.33	0.024	2.453	0.26	1.57	CUMPLE
162	0.60	208.60	1	0.043	5.993	69.40	3.37	0.007	2.461	0.25	1.58	CUMPLE
163	2.00	210.60	1	0.043	6.036	69.40	3.42	0.025	2.485	0.26	1.60	CUMPLE
164	0.60	211.20	1	0.043	6.080	69.40	3.47	0.007	2.493	0.25	1.61	CUMPLE
165	2.00	213.20	1	0.043	6.123	69.40	3.51	0.025	2.518	0.26	1.62	CUMPLE
166	0.60	213.80	1	0.043	6.167	69.40	3.56	0.008	2.526	0.25	1.63	CUMPLE
167	2.00	215.80	1	0.043	6.210	69.40	3.60	0.026	2.552	0.26	1.64	CUMPLE
168	0.60	216.40	1	0.043	6.253	69.40	3.65	0.008	2.559	0.25	1.65	CUMPLE
169	2.00	218.40	1	0.043	6.297	69.40	3.70	0.027	2.586	0.27	1.66	CUMPLE
170	0.60	219.00	1	0.043	6.340	69.40	3.75	0.008	2.594	0.25	1.68	CUMPLE

d) Porta lateral- T\_4

	Longitud	Longitud acumulada	Número	Caudal	Caudal acumulado	D int.	J	hf	hf acumulada	Ah	Velocidad Crítica	Comprobación
	dist. (m)	dist. (m)	laterales	dist. (l/s)	dist. (l/s)	(mm)	(m/100m)	(m)	(m)	sub. (m)	(m/s)	
1	0.30	0.30	1	0.08	0.08	45.70	0.01	0.000	0.000	1.39	0.05	CUMPLE
2	0.60	0.90	1	0.08	0.15	45.70	0.03	0.000	0.000	1.39	0.09	CUMPLE
3	2.00	2.90	1	0.08	0.23	45.70	0.06	0.000	0.001	1.40	0.14	CUMPLE
4	0.60	3.50	1	0.08	0.30	45.70	0.10	0.000	0.001	1.39	0.18	CUMPLE
5	2.00	5.50	1	0.08	0.38	45.70	0.15	0.001	0.002	1.40	0.23	CUMPLE
6	0.60	6.10	1	0.08	0.45	45.70	0.22	0.000	0.002	1.40	0.28	CUMPLE
7	2.00	8.10	1	0.08	0.53	45.70	0.29	0.002	0.004	1.40	0.32	CUMPLE
8	0.60	8.70	1	0.08	0.60	45.70	0.37	0.001	0.005	1.40	0.37	CUMPLE
9	2.00	10.70	1	0.08	0.68	45.70	0.46	0.003	0.008	1.40	0.41	CUMPLE
10	0.60	11.30	1	0.08	0.75	45.70	0.56	0.001	0.010	1.40	0.46	CUMPLE
11	2.00	13.30	1	0.08	0.83	45.70	0.66	0.005	0.014	1.40	0.51	CUMPLE
12	0.60	13.90	1	0.08	0.90	45.70	0.78	0.002	0.016	1.40	0.55	CUMPLE
13	2.00	15.90	1	0.08	0.98	45.70	0.91	0.007	0.023	1.40	0.60	CUMPLE
14	0.60	16.50	1	0.08	1.06	45.70	1.04	0.002	0.025	1.40	0.65	CUMPLE
15	2.00	18.50	1	0.08	1.13	45.70	1.19	0.009	0.034	1.40	0.69	CUMPLE
16	0.60	19.10	1	0.08	1.21	45.70	1.34	0.003	0.036	1.40	0.74	CUMPLE
17	2.00	21.10	1	0.08	1.29	45.70	1.50	0.011	0.047	1.41	0.79	CUMPLE
18	0.60	21.70	1	0.08	1.36	45.70	1.67	0.004	0.051	1.40	0.83	CUMPLE
19	2.00	23.70	1	0.08	1.44	45.70	1.85	0.013	0.064	1.41	0.88	CUMPLE
20	0.60	24.30	1	0.08	1.52	45.70	2.04	0.004	0.069	1.40	0.93	CUMPLE
21	2.00	26.30	1	0.08	1.59	45.70	2.23	0.016	0.085	1.41	0.97	CUMPLE
22	0.60	26.90	1	0.08	1.67	45.70	2.43	0.005	0.090	1.40	1.02	CUMPLE
23	2.00	28.90	1	0.08	1.75	45.70	2.64	0.019	0.109	1.41	1.07	CUMPLE
24	0.60	29.50	1	0.08	1.82	45.70	2.86	0.006	0.115	1.40	1.11	CUMPLE
25	2.00	31.50	1	0.08	1.90	45.70	3.09	0.022	0.137	1.42	1.16	CUMPLE
26	0.60	32.10	1	0.08	1.98	45.70	3.32	0.007	0.144	1.40	1.21	CUMPLE
27	2.00	34.10	1	0.08	2.05	45.70	3.56	0.026	0.170	1.42	1.25	CUMPLE
28	0.60	34.70	1	0.08	2.13	45.70	3.81	0.008	0.178	1.40	1.30	CUMPLE
29	2.00	36.70	1	0.08	2.21	45.70	4.07	0.029	0.208	1.42	1.35	CUMPLE
30	0.60	37.30	1	0.08	2.28	45.70	4.34	0.009	0.217	1.40	1.39	CUMPLE
31	2.00	39.30	1	0.08	2.36	45.70	4.61	0.033	0.250	1.43	1.44	CUMPLE
32	0.60	39.90	1	0.08	2.44	45.70	4.89	0.011	0.261	1.41	1.49	CUMPLE
33	2.00	41.90	1	0.08	2.51	45.70	5.18	0.037	0.298	1.43	1.53	CUMPLE
34	0.60	42.50	1	0.08	2.59	45.70	5.47	0.012	0.310	1.41	1.58	CUMPLE
35	2.00	44.50	1	0.08	2.67	45.70	5.78	0.042	0.351	1.44	1.63	CUMPLE
36	0.60	45.10	1	0.08	2.74	45.70	6.09	0.013	0.365	1.41	1.67	CUMPLE
37	2.00	47.10	1	0.08	2.82	45.70	6.41	0.046	0.411	1.44	1.72	CUMPLE
38	0.60	47.70	1	0.08	2.90	45.70	6.74	0.015	0.425	1.41	1.77	CUMPLE
39	2.00	49.70	1	0.08	2.98	45.70	7.08	0.051	0.476	1.45	1.82	CUMPLE
40	0.60	50.30	1	0.08	3.06	45.70	7.43	0.016	0.492	1.41	1.86	CUMPLE
41	2.00	52.30	1	0.08	3.13	45.70	7.78	0.056	0.548	1.45	1.91	CUMPLE
42	0.60	52.90	1	0.08	3.21	45.70	8.14	0.018	0.566	1.41	1.96	CUMPLE
43	2.00	54.90	1	0.08	3.29	57.10	2.88	0.021	0.587	1.42	1.28	CUMPLE
44	0.60	55.50	1	0.08	3.37	57.10	3.01	0.006	0.593	1.40	1.32	CUMPLE
45	2.00	57.50	1	0.08	3.45	57.10	3.14	0.023	0.616	1.42	1.35	CUMPLE
46	0.60	58.10	1	0.08	3.52	57.10	3.27	0.007	0.623	1.40	1.38	CUMPLE
47	2.00	60.10	1	0.08	3.60	57.10	3.40	0.024	0.647	1.42	1.41	CUMPLE
48	0.60	60.70	1	0.08	3.68	57.10	3.54	0.008	0.655	1.40	1.44	CUMPLE
49	2.00	62.70	1	0.08	3.76	57.10	3.68	0.026	0.681	1.42	1.47	CUMPLE
50	0.60	63.30	1	0.08	3.84	57.10	3.82	0.008	0.690	1.40	1.50	CUMPLE
51	2.00	65.30	1	0.08	3.91	57.10	3.97	0.029	0.718	1.42	1.53	CUMPLE
52	0.60	65.90	1	0.08	3.99	57.10	4.11	0.009	0.727	1.40	1.56	CUMPLE
53	2.00	67.90	1	0.08	4.07	57.10	4.26	0.031	0.758	1.43	1.59	CUMPLE
54	0.60	68.50	1	0.08	4.15	57.10	4.42	0.010	0.767	1.40	1.62	CUMPLE
55	2.00	70.50	1	0.08	4.23	57.10	4.57	0.033	0.800	1.43	1.65	CUMPLE
56	0.60	71.10	1	0.08	4.31	57.10	4.73	0.010	0.811	1.40	1.68	CUMPLE
57	2.00	73.10	1	0.08	4.39	57.10	4.90	0.035	0.846	1.43	1.71	CUMPLE

58	0.60	73.70	1	0.08	4.46	57.10	5.06	0.011	0.857	1.41	1.74	CUMPLE
59	2.00	75.70	1	0.08	4.54	57.10	5.23	0.038	0.894	1.43	1.77	CUMPLE
60	0.60	76.30	1	0.08	4.62	57.10	5.40	0.012	0.906	1.41	1.81	CUMPLE
61	2.00	78.30	1	0.08	4.70	57.10	5.57	0.040	0.946	1.43	1.84	CUMPLE
62	0.60	78.90	1	0.08	4.78	57.10	5.75	0.012	0.959	1.41	1.87	CUMPLE
63	2.00	80.90	1	0.08	4.86	57.10	5.92	0.043	1.001	1.44	1.90	CUMPLE
64	0.60	81.50	1	0.08	4.94	57.10	6.10	0.013	1.014	1.41	1.93	CUMPLE
65	2.00	83.50	1	0.08	5.02	57.10	6.29	0.045	1.060	1.44	1.96	CUMPLE
66	0.60	84.10	1	0.08	5.10	57.10	6.47	0.014	1.074	1.41	1.99	CUMPLE
67	2.00	86.10	1	0.08	5.18	69.40	2.57	0.019	1.092	1.41	1.37	CUMPLE
68	0.60	86.70	1	0.08	5.26	69.40	2.65	0.006	1.098	1.40	1.39	CUMPLE
69	2.00	88.70	1	0.08	5.34	69.40	2.72	0.020	1.118	1.41	1.41	CUMPLE
70	0.60	89.30	1	0.08	5.42	69.40	2.80	0.006	1.124	1.40	1.43	CUMPLE
71	2.00	91.30	1	0.08	5.49	69.40	2.87	0.021	1.144	1.42	1.45	CUMPLE
72	0.60	91.90	1	0.08	5.57	69.40	2.95	0.006	1.151	1.40	1.47	CUMPLE
73	2.00	93.90	1	0.08	5.65	69.40	3.03	0.022	1.172	1.42	1.49	CUMPLE
74	0.60	94.50	1	0.08	5.73	69.40	3.11	0.007	1.179	1.40	1.52	CUMPLE
75	2.00	96.50	1	0.08	5.81	69.40	3.19	0.023	1.202	1.42	1.54	CUMPLE
76	0.60	97.10	1	0.08	5.89	69.40	3.27	0.007	1.209	1.40	1.56	CUMPLE
77	2.00	99.10	1	0.08	5.97	69.40	3.35	0.024	1.233	1.42	1.58	CUMPLE
78	0.60	99.70	1	0.08	6.05	69.40	3.43	0.007	1.241	1.40	1.60	CUMPLE
79	2.00	101.70	1	0.08	6.13	69.40	3.52	0.025	1.266	1.42	1.62	CUMPLE
80	0.60	102.30	1	0.08	6.21	69.40	3.60	0.008	1.274	1.40	1.64	CUMPLE

e) Porta lateral- T\_5

	Longitud	Longitud acumulada	Número	Caudal	Caudal acumulado	D int.	J	hf	hf acumulada	Δh	Velocidad Crítica	Comprobación
	dist. (m)	dist. (m)	laterales	dist. (l/s)	dist. (l/s)	(mm)	(m/100m)	(m)	(m)	sub. (m)	(m/s)	
1	0.30	1.00	1	0.0358	0.04	45.70	0.00	0.000	0.000	0.31	0.02	CUMPLE
2	0.60	1.60	1	0.0358	0.072	45.70	0.01	0.000	0.000	0.31	0.04	CUMPLE
3	2.00	3.60	1	0.0358	0.11	45.70	0.02	0.000	0.000	0.31	0.07	CUMPLE
4	0.60	4.20	1	0.0358	0.14	45.70	0.03	0.000	0.000	0.31	0.09	CUMPLE
5	2.00	6.20	1	0.0358	0.18	45.70	0.04	0.000	0.000	0.31	0.11	CUMPLE
6	0.60	6.80	1	0.0358	0.21	45.70	0.05	0.000	0.001	0.31	0.13	CUMPLE
7	2.00	8.80	1	0.0371	0.25	45.70	0.07	0.001	0.001	0.31	0.15	CUMPLE
8	0.60	9.40	1	0.0371	0.29	45.70	0.09	0.000	0.001	0.31	0.18	CUMPLE
9	2.00	11.40	1	0.0371	0.33	45.70	0.12	0.001	0.002	0.31	0.20	CUMPLE
10	0.60	12.00	1	0.0371	0.36	45.70	0.14	0.000	0.002	0.31	0.22	CUMPLE
11	2.00	14.00	1	0.0371	0.40	45.70	0.17	0.001	0.004	0.31	0.24	CUMPLE
12	0.60	14.60	1	0.0371	0.44	45.70	0.20	0.000	0.004	0.31	0.27	CUMPLE
13	2.00	16.60	1	0.0383	0.48	45.70	0.24	0.002	0.006	0.31	0.29	CUMPLE
14	0.60	17.20	1	0.0383	0.51	45.70	0.27	0.001	0.006	0.31	0.31	CUMPLE
15	2.00	19.20	1	0.0383	0.55	45.70	0.31	0.002	0.009	0.32	0.34	CUMPLE
16	0.60	19.80	1	0.0383	0.59	45.70	0.35	0.001	0.009	0.31	0.36	CUMPLE
17	2.00	21.80	1	0.0383	0.63	45.70	0.40	0.003	0.012	0.32	0.38	CUMPLE
18	0.60	22.40	1	0.0383	0.67	45.70	0.44	0.001	0.013	0.31	0.41	CUMPLE
19	2.00	24.40	1	0.0396	0.71	45.70	0.49	0.004	0.017	0.32	0.43	CUMPLE
20	0.60	25.00	1	0.0396	0.75	45.70	0.55	0.001	0.018	0.31	0.45	CUMPLE
21	2.00	27.00	1	0.0396	0.79	45.70	0.60	0.004	0.022	0.32	0.48	CUMPLE
22	0.60	27.60	1	0.0396	0.83	45.70	0.66	0.001	0.024	0.31	0.50	CUMPLE
23	2.00	29.60	1	0.0396	0.87	45.70	0.72	0.005	0.029	0.32	0.53	CUMPLE
24	0.60	30.20	1	0.0396	0.90	45.70	0.78	0.002	0.031	0.31	0.55	CUMPLE
25	2.00	32.20	1	0.0409	0.95	45.70	0.85	0.006	0.037	0.32	0.58	CUMPLE
26	0.60	32.80	1	0.0409	0.99	45.70	0.92	0.002	0.039	0.32	0.60	CUMPLE
27	2.00	34.80	1	0.0409	1.03	45.70	0.99	0.007	0.046	0.32	0.63	CUMPLE
28	0.60	35.40	1	0.0409	1.07	45.70	1.06	0.002	0.048	0.32	0.65	CUMPLE
29	2.00	37.40	1	0.0409	1.11	45.70	1.14	0.008	0.056	0.32	0.68	CUMPLE
30	0.60	38.00	1	0.0409	1.15	45.70	1.22	0.003	0.059	0.32	0.70	CUMPLE
31	2.00	40.00	1	0.0409	1.19	45.70	1.30	0.009	0.068	0.32	0.73	CUMPLE
32	0.60	40.60	1	0.0409	1.23	45.70	1.38	0.003	0.071	0.32	0.75	CUMPLE
33	2.00	42.60	1	0.0422	1.27	45.70	1.47	0.011	0.082	0.32	0.78	CUMPLE
34	0.60	43.20	1	0.0422	1.32	45.70	1.56	0.003	0.085	0.32	0.80	CUMPLE
35	2.00	45.20	1	0.0422	1.36	45.70	1.66	0.012	0.097	0.33	0.83	CUMPLE
36	0.60	45.80	1	0.0422	1.40	45.70	1.75	0.004	0.101	0.32	0.85	CUMPLE
37	2.00	47.80	1	0.0422	1.44	45.70	1.85	0.013	0.114	0.33	0.88	CUMPLE
38	0.60	48.40	1	0.0422	1.48	45.70	1.95	0.004	0.119	0.32	0.91	CUMPLE
39	2.00	50.40	1	0.0422	1.53	45.70	2.06	0.015	0.133	0.33	0.93	CUMPLE
40	0.60	51.00	1	0.0422	1.57	45.70	2.16	0.005	0.138	0.32	0.96	CUMPLE
41	2.00	53.00	1	0.0422	1.61	45.70	2.27	0.016	0.154	0.33	0.98	CUMPLE
42	0.60	53.60	1	0.0422	1.65	45.70	2.38	0.005	0.160	0.32	1.01	CUMPLE
43	2.00	55.60	1	0.0434	1.70	45.70	2.50	0.018	0.178	0.33	1.03	CUMPLE
44	0.60	56.20	1	0.0434	1.74	45.70	2.62	0.006	0.183	0.32	1.06	CUMPLE
45	2.00	58.20	1	0.0434	1.78	45.70	2.74	0.020	0.203	0.33	1.09	CUMPLE
46	0.60	58.80	1	0.0434	1.83	45.70	2.87	0.006	0.209	0.32	1.11	CUMPLE
47	2.00	60.80	1	0.0447	1.87	45.70	3.00	0.022	0.231	0.33	1.14	CUMPLE
48	0.60	61.40	1	0.0447	1.92	45.70	3.13	0.007	0.238	0.32	1.17	CUMPLE
49	2.00	63.40	1	0.0447	1.96	45.70	3.27	0.024	0.261	0.34	1.20	CUMPLE
50	0.60	64.00	1	0.0447	2.01	45.70	3.41	0.007	0.268	0.32	1.22	CUMPLE
51	2.00	66.00	1	0.0460	2.05	45.70	3.55	0.026	0.294	0.34	1.25	CUMPLE
52	0.60	66.60	1	0.0460	2.10	45.70	3.70	0.008	0.302	0.32	1.28	CUMPLE
53	2.00	68.60	1	0.0460	2.14	45.70	3.86	0.028	0.330	0.34	1.31	CUMPLE
54	0.60	69.20	1	0.0460	2.19	45.70	4.01	0.009	0.338	0.32	1.34	CUMPLE
55	2.00	71.20	1	0.0473	2.24	45.70	4.17	0.030	0.368	0.34	1.36	CUMPLE
56	0.60	71.80	1	0.0473	2.28	45.70	4.34	0.009	0.378	0.32	1.39	CUMPLE
57	2.00	73.80	1	0.0473	2.33	45.70	4.50	0.032	0.410	0.35	1.42	CUMPLE
58	0.60	74.40	1	0.0473	2.38	45.70	4.67	0.010	0.420	0.32	1.45	CUMPLE
59	2.00	76.40	1	0.0473	2.43	45.70	4.85	0.035	0.455	0.35	1.48	CUMPLE
60	0.60	77.00	1	0.0473	2.47	45.70	5.02	0.011	0.466	0.32	1.51	CUMPLE
61	2.00	79.00	1	0.0473	2.52	45.70	5.20	0.037	0.504	0.35	1.54	CUMPLE
62	0.60	79.60	1	0.0473	2.57	45.70	5.38	0.012	0.515	0.32	1.57	CUMPLE
63	2.00	81.60	1	0.0473	2.62	45.70	5.57	0.040	0.555	0.35	1.59	CUMPLE
64	0.60	82.20	1	0.0473	2.66	45.70	5.76	0.012	0.568	0.33	1.62	CUMPLE
65	2.00	84.20	1	0.0473	2.71	45.70	5.95	0.043	0.611	0.36	1.65	CUMPLE

66	0.60	84.80	1	0.0473	2.76	45.70	6.14	0.013	0.624	0.33	1.68	CUMPLE
67	2.00	86.80	1	0.0473	2.80	45.70	6.34	0.046	0.669	0.36	1.71	CUMPLE
68	0.60	87.40	1	0.0473	2.85	45.70	6.54	0.014	0.684	0.33	1.74	CUMPLE
69	2.00	89.40	1	0.0473	2.90	45.70	6.74	0.049	0.732	0.36	1.77	CUMPLE
70	0.60	90.00	1	0.0473	2.95	45.70	6.94	0.015	0.747	0.33	1.80	CUMPLE
71	2.00	92.00	1	0.0473	2.99	45.70	7.15	0.051	0.799	0.36	1.83	CUMPLE
72	0.60	92.60	1	0.0473	3.04	45.70	7.36	0.016	0.814	0.33	1.85	CUMPLE
73	2.00	94.60	1	0.0473	3.09	45.70	7.57	0.055	0.869	0.37	1.88	CUMPLE
74	0.60	95.20	1	0.0473	3.14	45.70	7.79	0.017	0.886	0.33	1.91	CUMPLE
75	2.00	97.20	1	0.0473	3.18	45.70	8.01	0.058	0.943	0.37	1.94	CUMPLE
76	0.60	97.80	1	0.0473	3.23	45.70	8.23	0.018	0.961	0.33	1.97	CUMPLE
77	2.00	99.80	1	0.0473	3.28	45.70	8.45	0.061	1.022	0.37	2.00	CUMPLE
78	0.60	100.40	1	0.0473	3.32	57.10	2.93	0.006	1.028	0.32	1.30	CUMPLE
79	2.00	102.40	1	0.0473	3.37	57.10	3.01	0.022	1.050	0.33	1.32	CUMPLE
80	0.60	103.00	1	0.0473	3.42	57.10	3.09	0.007	1.057	0.32	1.34	CUMPLE
81	2.00	105.00	1	0.0473	3.47	57.10	3.17	0.023	1.080	0.34	1.35	CUMPLE
82	0.60	105.60	1	0.0473	3.51	57.10	3.25	0.007	1.087	0.32	1.37	CUMPLE
83	2.00	107.60	1	0.0473	3.56	57.10	3.33	0.024	1.111	0.34	1.39	CUMPLE
84	0.60	108.20	1	0.0473	3.61	57.10	3.41	0.007	1.118	0.32	1.41	CUMPLE
85	2.00	110.20	1	0.0473	3.66	57.10	3.50	0.025	1.143	0.34	1.43	CUMPLE
86	0.60	110.80	1	0.0473	3.70	57.10	3.58	0.008	1.151	0.32	1.45	CUMPLE
87	2.00	112.80	1	0.0473	3.75	57.10	3.67	0.026	1.177	0.34	1.46	CUMPLE
88	0.60	113.40	1	0.0473	3.80	57.10	3.75	0.008	1.185	0.32	1.48	CUMPLE
89	2.00	115.40	1	0.0473	3.84	57.10	3.84	0.028	1.213	0.34	1.50	CUMPLE
90	0.60	116.00	1	0.0473	3.89	57.10	3.93	0.008	1.221	0.32	1.52	CUMPLE
91	2.00	118.00	1	0.0473	3.94	57.10	4.02	0.029	1.250	0.34	1.54	CUMPLE
92	0.60	118.60	1	0.0473	3.99	57.10	4.11	0.009	1.259	0.32	1.56	CUMPLE
93	2.00	120.60	1	0.0473	4.03	57.10	4.20	0.030	1.289	0.34	1.58	CUMPLE
94	0.60	121.20	1	0.0473	4.08	57.10	4.29	0.009	1.299	0.32	1.59	CUMPLE
95	2.00	123.20	1	0.0473	4.13	57.10	4.38	0.032	1.330	0.34	1.61	CUMPLE
96	0.60	123.80	1	0.0473	4.18	57.10	4.47	0.010	1.340	0.32	1.63	CUMPLE
97	2.00	125.80	1	0.0473	4.22	57.10	4.57	0.033	1.373	0.35	1.65	CUMPLE
98	0.60	126.40	1	0.0473	4.27	57.10	4.66	0.010	1.383	0.32	1.67	CUMPLE
99	2.00	128.40	1	0.0473	4.32	57.10	4.76	0.034	1.417	0.35	1.69	CUMPLE
100	0.60	129.00	1	0.0473	4.36	57.10	4.85	0.010	1.428	0.32	1.70	CUMPLE
101	2.00	131.00	1	0.0473	4.41	57.10	4.95	0.036	1.463	0.35	1.72	CUMPLE
102	0.60	131.60	1	0.0473	4.46	57.10	5.05	0.011	1.474	0.32	1.74	CUMPLE
103	2.00	133.60	1	0.0473	4.51	57.10	5.15	0.037	1.511	0.35	1.76	CUMPLE
104	0.60	134.20	1	0.0473	4.55	57.10	5.25	0.011	1.523	0.32	1.78	CUMPLE
105	2.00	136.20	1	0.0473	4.60	57.10	5.35	0.039	1.561	0.35	1.80	CUMPLE
106	0.60	136.80	1	0.0473	4.65	57.10	5.45	0.012	1.573	0.32	1.82	CUMPLE
107	2.00	138.80	1	0.0473	4.70	57.10	5.56	0.040	1.613	0.35	1.83	CUMPLE
108	0.60	139.40	1	0.0473	4.74	57.10	5.66	0.012	1.625	0.33	1.85	CUMPLE
109	2.00	141.40	1	0.0473	4.79	57.10	5.77	0.042	1.667	0.35	1.87	CUMPLE
110	0.60	142.00	1	0.0473	4.84	57.10	5.87	0.013	1.679	0.33	1.89	CUMPLE
111	2.00	144.00	1	0.0473	4.88	57.10	5.98	0.043	1.722	0.36	1.91	CUMPLE
112	0.60	144.60	1	0.0473	4.93	57.10	6.09	0.013	1.736	0.33	1.93	CUMPLE
113	2.00	146.60	1	0.0473	4.98	57.10	6.19	0.045	1.780	0.36	1.94	CUMPLE
114	0.60	147.20	1	0.0473	5.03	57.10	6.30	0.014	1.794	0.33	1.96	CUMPLE
115	2.00	149.20	1	0.0473	5.07	57.10	6.41	0.046	1.840	0.36	1.98	CUMPLE
116	0.60	149.80	1	0.0473	5.12	57.10	6.52	0.014	1.854	0.33	2.00	CUMPLE
117	2.00	151.80	1	0.0473	5.17	69.40	2.57	0.018	1.872	0.33	1.37	CUMPLE
118	0.60	152.40	1	0.0473	5.22	69.40	2.61	0.006	1.878	0.32	1.38	CUMPLE
119	2.00	154.40	1	0.0486	5.26	69.40	2.66	0.019	1.897	0.33	1.39	CUMPLE
120	0.60	155.00	1	0.0486	5.31	69.40	2.70	0.006	1.903	0.32	1.40	CUMPLE
121	2.00	157.00	1	0.0486	5.36	69.40	2.75	0.020	1.923	0.33	1.42	CUMPLE
122	0.60	157.60	1	0.0486	5.41	69.40	2.79	0.006	1.929	0.32	1.43	CUMPLE
123	2.00	159.60	1	0.0486	5.46	69.40	2.84	0.020	1.949	0.33	1.44	CUMPLE
124	0.60	160.20	1	0.0486	5.51	69.40	2.89	0.006	1.956	0.32	1.46	CUMPLE
125	2.00	162.20	1	0.0486	5.56	69.40	2.93	0.021	1.977	0.33	1.47	CUMPLE
126	0.60	162.80	1	0.0486	5.60	69.40	2.98	0.006	1.983	0.32	1.48	CUMPLE
127	2.00	164.80	1	0.0486	5.65	69.40	3.03	0.022	2.005	0.33	1.49	CUMPLE
128	0.60	165.40	1	0.0486	5.70	69.40	3.08	0.007	2.012	0.32	1.51	CUMPLE
129	2.00	167.40	1	0.0473	5.75	69.40	3.12	0.022	2.034	0.34	1.52	CUMPLE
130	0.60	168.00	1	0.0473	5.80	69.40	3.17	0.007	2.041	0.32	1.53	CUMPLE
131	2.00	170.00	1	0.0447	5.84	69.40	3.22	0.023	2.064	0.34	1.54	CUMPLE
132	0.60	170.60	1	0.0447	5.89	69.40	3.26	0.007	2.071	0.32	1.56	CUMPLE
133	2.00	172.60	1	0.0434	5.93	69.40	3.31	0.024	2.095	0.34	1.57	CUMPLE
134	0.60	173.20	1	0.0434	5.97	69.40	3.35	0.007	2.102	0.32	1.58	CUMPLE
135	2.00	175.20	1	0.0409	6.01	69.40	3.40	0.024	2.127	0.34	1.59	CUMPLE

136	0.60	175.80	1	0.0409	6.05	69.40	3.44	0.007	2.134	0.32	1.60	CUMPLE
137	2.00	177.80	1	0.0396	6.09	69.40	3.48	0.025	2.159	0.34	1.61	CUMPLE
138	0.60	178.40	1	0.0396	6.13	69.40	3.52	0.008	2.167	0.32	1.62	CUMPLE
139	2.00	180.40	1	0.0371	6.17	69.40	3.56	0.026	2.192	0.34	1.63	CUMPLE
140	0.60	181.00	1	0.0371	6.21	69.40	3.60	0.008	2.200	0.32	1.64	CUMPLE
141	2.00	183.00	1	0.0358	6.24	69.40	3.64	0.026	2.226	0.34	1.65	CUMPLE
142	0.60	183.60	1	0.0358	6.28	69.40	3.68	0.008	2.234	0.32	1.66	CUMPLE
143	2.00	185.60	1	0.0332	6.31	69.40	3.71	0.027	2.261	0.34	1.67	CUMPLE
144	0.60	186.20	1	0.0332	6.35	69.40	3.75	0.008	2.269	0.32	1.68	CUMPLE
145	2.00	188.20	1	0.0319	6.38	69.40	3.79	0.027	2.296	0.34	1.69	CUMPLE
146	0.60	188.80	1	0.0319	6.41	69.40	3.82	0.008	2.305	0.32	1.69	CUMPLE
147	2.00	190.80	1	0.0294	6.44	69.40	3.85	0.028	2.332	0.34	1.70	CUMPLE
148	0.60	191.40	1	0.0294	6.47	69.40	3.89	0.008	2.341	0.32	1.71	CUMPLE
149	2.00	193.40	1	0.0281	6.50	69.40	3.92	0.028	2.369	0.34	1.72	CUMPLE
150	0.60	194.00	1	0.0281	6.52	69.40	3.95	0.009	2.378	0.32	1.72	CUMPLE
151	2.00	196.00	1	0.0256	6.55	69.40	3.98	0.029	2.406	0.34	1.73	CUMPLE
152	0.60	196.60	1	0.0256	6.58	69.40	4.01	0.009	2.415	0.32	1.74	CUMPLE
153	2.00	198.60	1	0.0230	6.60	69.40	4.03	0.029	2.444	0.34	1.74	CUMPLE
154	0.60	199.20	1	0.0230	6.62	69.40	4.06	0.009	2.453	0.32	1.75	CUMPLE
155	2.00	201.20	1	0.0217	6.64	69.40	4.08	0.029	2.482	0.34	1.76	CUMPLE
156	0.60	201.80	1	0.0217	6.66	69.40	4.11	0.009	2.491	0.32	1.76	CUMPLE
157	2.00	203.80	1	0.0192	6.68	69.40	4.13	0.030	2.521	0.34	1.77	CUMPLE
158	0.60	204.40	1	0.0192	6.70	69.40	4.15	0.009	2.530	0.32	1.77	CUMPLE
159	2.00	206.40	1	0.0141	6.72	69.40	4.17	0.030	2.560	0.34	1.78	CUMPLE
160	0.60	207.00	1	0.0141	6.73	69.40	4.18	0.009	2.569	0.32	1.78	CUMPLE
161	2.00	209.00	1	0.0064	6.74	69.40	4.19	0.030	2.599	0.34	1.78	CUMPLE
162	0.60	209.60	1	0.0064	6.74	69.40	4.20	0.009	2.608	0.32	1.78	CUMPLE

f) Porta lateral- T\_6

	Longitud	Longitud acumulada	Número	Caudal	Caudal acumulado	D int.	J	hf	hf acumulada	Velocidad Crítica	Comprobación
	dist. (m)	dist. (m)	laterales	dist. (l/s)	dist. (l/s)	(mm)	(m/100m)	(m)	(m)	(m/s)	
1	0.30	1.50	1	0.0703	0.07	45.70	0.01	0.000	0.000	0.04	CUMPLE
2	0.60	2.10	1	0.0703	0.14	45.70	0.02	0.000	0.000	0.09	CUMPLE
3	2.00	4.10	1	0.0703	0.21	45.70	0.05	0.000	0.000	0.13	CUMPLE
4	0.60	4.70	1	0.0703	0.28	45.70	0.09	0.000	0.001	0.17	CUMPLE
5	2.00	6.70	1	0.0703	0.35	45.70	0.14	0.001	0.002	0.21	CUMPLE
6	0.60	7.30	1	0.0703	0.42	45.70	0.19	0.000	0.002	0.26	CUMPLE
7	2.00	9.30	1	0.0716	0.49	45.70	0.25	0.002	0.004	0.30	CUMPLE
8	0.60	9.90	1	0.0716	0.56	45.70	0.33	0.001	0.005	0.34	CUMPLE
9	2.00	11.90	1	0.0716	0.64	45.70	0.41	0.003	0.007	0.39	CUMPLE
10	0.60	12.50	1	0.0716	0.71	45.70	0.50	0.001	0.009	0.43	CUMPLE
11	2.00	14.50	1	0.0716	0.78	45.70	0.59	0.004	0.013	0.48	CUMPLE
12	0.60	15.10	1	0.0716	0.85	45.70	0.70	0.002	0.014	0.52	CUMPLE
13	2.00	17.10	1	0.0716	0.92	45.70	0.81	0.006	0.020	0.56	CUMPLE
14	0.60	17.70	1	0.0716	0.99	45.70	0.93	0.002	0.022	0.61	CUMPLE
15	2.00	19.70	1	0.0728	1.07	45.70	1.06	0.008	0.030	0.65	CUMPLE
16	0.60	20.30	1	0.0728	1.14	45.70	1.20	0.003	0.032	0.69	CUMPLE
17	2.00	22.30	1	0.0728	1.21	45.70	1.34	0.010	0.042	0.74	CUMPLE
18	0.60	22.90	1	0.0728	1.29	45.70	1.50	0.003	0.045	0.78	CUMPLE
19	2.00	24.90	1	0.0728	1.36	45.70	1.66	0.012	0.057	0.83	CUMPLE
20	0.60	25.50	1	0.0728	1.43	45.70	1.82	0.004	0.061	0.87	CUMPLE
21	2.00	27.50	1	0.0728	1.50	45.70	2.00	0.014	0.076	0.92	CUMPLE
22	0.60	28.10	1	0.0728	1.58	45.70	2.18	0.005	0.080	0.96	CUMPLE
23	2.00	30.10	1	0.0741	1.65	45.70	2.38	0.017	0.097	1.01	CUMPLE
24	0.60	30.70	1	0.0741	1.73	45.70	2.58	0.006	0.103	1.05	CUMPLE
25	2.00	32.70	1	0.0741	1.80	45.70	2.79	0.020	0.123	1.10	CUMPLE
26	0.60	33.30	1	0.0741	1.87	45.70	3.00	0.006	0.130	1.14	CUMPLE
27	2.00	35.30	1	0.0741	1.95	45.70	3.23	0.023	0.153	1.19	CUMPLE
28	0.60	35.90	1	0.0741	2.02	45.70	3.46	0.007	0.160	1.23	CUMPLE
29	2.00	37.90	1	0.0741	2.10	45.70	3.70	0.027	0.187	1.28	CUMPLE
30	0.60	38.50	1	0.0741	2.17	45.70	3.94	0.009	0.195	1.32	CUMPLE
31	2.00	40.50	1	0.0741	2.24	45.70	4.19	0.030	0.226	1.37	CUMPLE
32	0.60	41.10	1	0.0741	2.32	45.70	4.45	0.010	0.235	1.41	CUMPLE
33	2.00	43.10	1	0.0754	2.39	45.70	4.72	0.034	0.269	1.46	CUMPLE
34	0.60	43.70	1	0.0754	2.47	45.70	5.00	0.011	0.280	1.51	CUMPLE
35	2.00	45.70	1	0.0754	2.54	45.70	5.29	0.038	0.318	1.55	CUMPLE
36	0.60	46.30	1	0.0754	2.62	45.70	5.58	0.012	0.330	1.60	CUMPLE
37	2.00	48.30	1	0.0754	2.69	45.70	5.88	0.042	0.372	1.64	CUMPLE
38	0.60	48.90	1	0.0754	2.77	45.70	6.19	0.013	0.386	1.69	CUMPLE
39	2.00	50.90	1	0.0767	2.85	45.70	6.51	0.047	0.433	1.74	CUMPLE
40	0.60	51.50	1	0.0767	2.92	45.70	6.84	0.015	0.448	1.78	CUMPLE
41	2.00	53.50	1	0.0767	3.00	45.70	7.18	0.052	0.499	1.83	CUMPLE
42	0.60	54.10	1	0.0767	3.08	45.70	7.52	0.016	0.515	1.88	CUMPLE
43	2.00	56.10	1	0.0754	3.15	45.70	7.86	0.057	0.572	1.92	CUMPLE
44	0.60	56.70	1	0.0754	3.23	45.70	8.22	0.018	0.590	1.97	CUMPLE
45	2.00	58.70	1	0.0754	3.30	45.70	8.57	0.062	0.652	2.01	NO CUMPLE
46	0.60	59.30	1	0.0754	3.38	57.10	3.02	0.007	0.658	1.32	CUMPLE
47	2.00	61.30	1	0.0754	3.45	57.10	3.15	0.023	0.681	1.35	CUMPLE
48	0.60	61.90	1	0.0754	3.53	57.10	3.28	0.007	0.688	1.38	CUMPLE
49	2.00	63.90	1	0.0754	3.60	57.10	3.41	0.025	0.712	1.41	CUMPLE
50	0.60	64.50	1	0.0754	3.68	57.10	3.54	0.008	0.720	1.44	CUMPLE
51	2.00	66.50	1	0.0754	3.76	57.10	3.68	0.026	0.746	1.47	CUMPLE
52	0.60	67.10	1	0.0754	3.83	57.10	3.81	0.008	0.755	1.50	CUMPLE
53	2.00	69.10	1	0.0754	3.91	57.10	3.95	0.028	0.783	1.53	CUMPLE
54	0.60	69.70	1	0.0754	3.98	57.10	4.10	0.009	0.792	1.55	CUMPLE
55	2.00	71.70	1	0.0754	4.06	57.10	4.24	0.031	0.823	1.58	CUMPLE
56	0.60	72.30	1	0.0754	4.13	57.10	4.39	0.009	0.832	1.61	CUMPLE
57	2.00	74.30	1	0.0754	4.21	57.10	4.54	0.033	0.865	1.64	CUMPLE
58	0.60	74.90	1	0.0754	4.28	57.10	4.69	0.010	0.875	1.67	CUMPLE

59	2.00	76.90	1	0.0754	4.36	57.10	4.84	0.035	0.910	1.70	CUMPLE
60	0.60	77.50	1	0.0754	4.43	57.10	5.00	0.011	0.920	1.73	CUMPLE
61	2.00	79.50	1	0.0754	4.51	57.10	5.16	0.037	0.958	1.76	CUMPLE
62	0.60	80.10	1	0.0754	4.58	57.10	5.32	0.011	0.969	1.79	CUMPLE
63	2.00	82.10	1	0.0754	4.66	57.10	5.48	0.039	1.009	1.82	CUMPLE
64	0.60	82.70	1	0.0754	4.74	57.10	5.64	0.012	1.021	1.85	CUMPLE
65	2.00	84.70	1	0.0754	4.81	57.10	5.81	0.042	1.063	1.88	CUMPLE
66	0.60	85.30	1	0.0754	4.89	57.10	5.98	0.013	1.075	1.91	CUMPLE
67	2.00	87.30	1	0.0754	4.96	57.10	6.15	0.044	1.120	1.94	CUMPLE
68	0.60	87.90	1	0.0754	5.04	57.10	6.33	0.014	1.133	1.97	CUMPLE
69	2.00	89.90	1	0.0754	5.11	57.10	6.50	0.047	1.180	2.00	CUMPLE
70	0.60	90.50	1	0.0754	5.19	69.40	2.58	0.006	1.186	1.37	CUMPLE
71	2.00	92.50	1	0.0754	5.26	69.40	2.65	0.019	1.205	1.39	CUMPLE
72	0.60	93.10	1	0.0754	5.34	69.40	2.72	0.006	1.211	1.41	CUMPLE
73	2.00	95.10	1	0.0754	5.41	69.40	2.80	0.020	1.231	1.43	CUMPLE
74	0.60	95.70	1	0.0754	5.49	69.40	2.87	0.006	1.237	1.45	CUMPLE
75	2.00	97.70	1	0.0754	5.56	69.40	2.94	0.021	1.258	1.47	CUMPLE
76	0.60	98.30	1	0.0754	5.64	69.40	3.02	0.007	1.265	1.49	CUMPLE
77	2.00	100.30	1	0.0767	5.72	69.40	3.09	0.022	1.287	1.51	CUMPLE
78	0.60	100.90	1	0.0767	5.79	69.40	3.17	0.007	1.294	1.53	CUMPLE
79	2.00	102.90	1	0.0767	5.87	69.40	3.25	0.023	1.317	1.55	CUMPLE
80	0.60	103.50	1	0.0767	5.95	69.40	3.33	0.007	1.325	1.57	CUMPLE
81	2.00	105.50	1	0.0767	6.02	69.40	3.41	0.025	1.349	1.59	CUMPLE
82	0.60	106.10	1	0.0767	6.10	69.40	3.49	0.008	1.357	1.61	CUMPLE
83	2.00	108.10	1	0.0767	6.18	69.40	3.57	0.026	1.382	1.63	CUMPLE
84	0.60	108.70	1	0.0767	6.25	69.40	3.65	0.008	1.390	1.65	CUMPLE

**g) Porta lateral- T\_7**

	Longitud	Longitud acumulada	Número laterales	Caudal	Caudal acumulado	D int.	J	hf	hf acumulada	Δh	Velocidad Crítica	Comprobación
	dist. (m)	dist. (m)		dist. (l/s)	dist. (l/s)	(mm)	(m/100m)	(m)	(m)	sub. (m)	(m/s)	
1	0.30	0.30	1	0.06	0.06	45.70	0.01	0.000	0.000	0.13	0.04	CUMPLE
2	0.60	0.90	1	0.06	0.12	45.70	0.02	0.000	0.000	0.13	0.07	CUMPLE
3	2.40	3.30	1	0.08	0.20	45.70	0.05	0.000	0.000	0.13	0.12	CUMPLE
4	0.60	3.90	1	0.08	0.28	45.70	0.09	0.000	0.001	0.13	0.17	CUMPLE
5	2.40	6.30	1	0.08	0.36	45.70	0.14	0.001	0.002	0.13	0.22	CUMPLE
6	0.60	6.90	1	0.08	0.43	45.70	0.20	0.000	0.002	0.13	0.26	CUMPLE
7	2.40	9.30	1	0.08	0.51	45.70	0.27	0.002	0.005	0.13	0.31	CUMPLE
8	0.60	9.90	1	0.08	0.59	45.70	0.35	0.001	0.005	0.13	0.36	CUMPLE
9	2.40	12.30	1	0.08	0.66	45.70	0.44	0.004	0.009	0.13	0.41	CUMPLE
10	0.60	12.90	1	0.08	0.74	45.70	0.54	0.001	0.010	0.13	0.45	CUMPLE
11	2.40	15.30	1	0.08	0.82	45.70	0.65	0.006	0.016	0.13	0.50	CUMPLE
12	0.60	15.90	1	0.08	0.89	45.70	0.76	0.002	0.018	0.13	0.55	CUMPLE
13	2.40	18.30	1	0.08	0.97	45.70	0.89	0.008	0.025	0.14	0.59	CUMPLE
14	0.60	18.90	1	0.08	1.05	45.70	1.02	0.002	0.028	0.13	0.64	CUMPLE
15	2.40	21.30	1	0.08	1.12	45.70	1.17	0.010	0.038	0.14	0.68	CUMPLE
16	0.60	21.90	1	0.08	1.20	45.70	1.31	0.003	0.040	0.13	0.73	CUMPLE
17	2.40	24.30	1	0.08	1.27	45.70	1.47	0.013	0.053	0.14	0.78	CUMPLE
18	0.60	24.90	1	0.08	1.35	45.70	1.64	0.004	0.057	0.13	0.82	CUMPLE
19	2.40	27.30	1	0.08	1.42	45.70	1.81	0.016	0.072	0.14	0.87	CUMPLE
20	0.60	27.90	1	0.08	1.50	45.70	1.99	0.004	0.077	0.13	0.91	CUMPLE
21	2.40	30.30	1	0.08	1.58	45.70	2.18	0.019	0.095	0.15	0.96	CUMPLE
22	0.60	30.90	1	0.08	1.65	45.70	2.38	0.005	0.101	0.13	1.01	CUMPLE
23	2.40	33.30	1	0.07	1.73	45.70	2.58	0.022	0.123	0.15	1.05	CUMPLE
24	0.60	33.90	1	0.07	1.80	45.70	2.79	0.006	0.129	0.13	1.10	CUMPLE
25	2.40	36.30	1	0.07	1.87	45.70	3.00	0.026	0.155	0.15	1.14	CUMPLE
26	0.60	36.90	1	0.07	1.95	45.70	3.23	0.007	0.162	0.13	1.19	CUMPLE
27	2.40	39.30	1	0.07	2.02	45.70	3.46	0.030	0.192	0.16	1.23	CUMPLE
28	0.60	39.90	1	0.07	2.10	45.70	3.70	0.008	0.200	0.14	1.28	CUMPLE
29	2.40	42.30	1	0.07	2.17	45.70	3.94	0.034	0.234	0.16	1.32	CUMPLE
30	0.60	42.90	1	0.07	2.24	45.70	4.19	0.009	0.243	0.14	1.37	CUMPLE
31	2.40	45.30	1	0.07	2.32	45.70	4.45	0.038	0.281	0.17	1.41	CUMPLE
32	0.60	45.90	1	0.07	2.39	45.70	4.72	0.010	0.291	0.14	1.46	CUMPLE
33	2.40	48.30	1	0.07	2.46	45.70	4.99	0.043	0.335	0.17	1.50	CUMPLE
34	0.60	48.90	1	0.07	2.54	45.70	5.27	0.011	0.346	0.14	1.55	CUMPLE
35	2.40	51.30	1	0.07	2.61	45.70	5.55	0.048	0.394	0.18	1.59	CUMPLE
36	0.60	51.90	1	0.07	2.68	45.70	5.84	0.013	0.406	0.14	1.64	CUMPLE
37	2.40	54.30	1	0.07	2.75	45.70	6.13	0.053	0.459	0.18	1.68	CUMPLE
38	0.60	54.90	1	0.07	2.83	45.70	6.43	0.014	0.473	0.14	1.72	CUMPLE
39	2.40	57.30	1	0.07	2.90	45.70	6.73	0.058	0.531	0.19	1.77	CUMPLE
40	0.60	57.90	1	0.072	2.97	45.70	7.04	0.015	0.547	0.14	1.81	CUMPLE
41	2.40	60.30	1	0.072	3.04	45.70	7.36	0.064	0.610	0.19	1.85	CUMPLE
42	0.60	60.90	1	0.072	3.11	45.70	7.68	0.017	0.627	0.14	1.90	CUMPLE
43	2.40	63.30	1	0.072	3.18	45.70	8.01	0.069	0.696	0.20	1.94	CUMPLE
44	0.60	63.90	1	0.072	3.26	45.70	8.35	0.018	0.714	0.15	1.98	CUMPLE
45	2.40	66.30	1	0.070	3.33	57.10	2.94	0.025	0.739	0.15	1.30	CUMPLE
46	0.60	66.90	1	0.070	3.40	57.10	3.05	0.007	0.746	0.13	1.33	CUMPLE
47	2.40	69.30	1	0.070	3.47	57.10	3.17	0.027	0.773	0.16	1.35	CUMPLE
48	0.60	69.90	1	0.070	3.54	57.10	3.29	0.007	0.781	0.13	1.38	CUMPLE
49	2.40	72.30	1	0.070	3.61	57.10	3.41	0.029	0.810	0.16	1.41	CUMPLE
50	0.60	72.90	1	0.070	3.68	57.10	3.54	0.008	0.818	0.14	1.44	CUMPLE
51	2.40	75.30	1	0.070	3.75	57.10	3.66	0.032	0.849	0.16	1.46	CUMPLE
52	0.60	75.90	1	0.070	3.82	57.10	3.79	0.008	0.857	0.14	1.49	CUMPLE
53	2.40	78.30	1	0.070	3.89	57.10	3.92	0.034	0.891	0.16	1.52	CUMPLE
54	0.60	78.90	1	0.070	3.96	57.10	4.05	0.009	0.900	0.14	1.55	CUMPLE
55	2.40	81.30	1	0.070	4.03	57.10	4.19	0.036	0.936	0.16	1.57	CUMPLE
56	0.60	81.90	1	0.070	4.10	57.10	4.32	0.009	0.946	0.14	1.60	CUMPLE
57	2.40	84.30	1	0.070	4.17	57.10	4.46	0.039	0.984	0.17	1.63	CUMPLE
58	0.60	84.90	1	0.070	4.24	57.10	4.60	0.010	0.994	0.14	1.66	CUMPLE

59	2.40	87.30	1	0.070	4.31	57.10	4.74	0.041	1.035	0.17	1.68	CUMPLE
60	0.60	87.90	1	0.070	4.38	57.10	4.89	0.011	1.046	0.14	1.71	CUMPLE
61	2.40	90.30	1	0.070	4.45	57.10	5.03	0.043	1.089	0.17	1.74	CUMPLE
62	0.60	90.90	1	0.070	4.52	57.10	5.18	0.011	1.100	0.14	1.77	CUMPLE
63	2.40	93.30	1	0.070	4.59	57.10	5.33	0.046	1.146	0.17	1.79	CUMPLE
64	0.60	93.90	1	0.070	4.66	57.10	5.48	0.012	1.158	0.14	1.82	CUMPLE
65	2.40	96.30	1	0.070	4.73	57.10	5.64	0.049	1.207	0.18	1.85	CUMPLE
66	0.60	96.90	1	0.070	4.80	57.10	5.79	0.013	1.219	0.14	1.88	CUMPLE
67	2.40	99.30	1	0.070	4.87	57.10	5.95	0.051	1.271	0.18	1.90	CUMPLE
68	0.60	99.90	1	0.070	4.94	57.10	6.11	0.013	1.284	0.14	1.93	CUMPLE
69	2.40	102.30	1	0.069	5.01	57.10	6.27	0.054	1.338	0.18	1.96	CUMPLE
70	0.60	102.90	1	0.069	5.08	57.10	6.43	0.014	1.352	0.14	1.98	CUMPLE
71	2.40	105.30	1	0.069	5.15	69.40	2.55	0.022	1.374	0.15	1.36	CUMPLE
72	0.60	105.90	1	0.069	5.22	69.40	2.61	0.006	1.380	0.13	1.38	CUMPLE
73	2.40	108.30	1	0.066	5.28	69.40	2.67	0.023	1.403	0.15	1.40	CUMPLE
74	0.60	108.90	1	0.066	5.35	69.40	2.74	0.006	1.409	0.13	1.41	CUMPLE
75	2.40	111.30	1	0.065	5.42	69.40	2.80	0.024	1.433	0.15	1.43	CUMPLE
76	0.60	111.90	1	0.065	5.48	69.40	2.86	0.006	1.439	0.13	1.45	CUMPLE
77	2.40	114.30	1	0.063	5.54	69.40	2.92	0.025	1.464	0.15	1.47	CUMPLE
78	0.60	114.90	1	0.063	5.61	69.40	2.98	0.006	1.471	0.13	1.48	CUMPLE
79	2.40	117.30	1	0.060	5.67	69.40	3.04	0.026	1.497	0.15	1.50	CUMPLE
80	0.60	117.90	1	0.060	5.73	69.40	3.10	0.007	1.504	0.13	1.51	CUMPLE
81	2.40	120.30	1	0.059	5.79	69.40	3.16	0.027	1.531	0.16	1.53	CUMPLE
82	0.60	120.90	1	0.059	5.84	69.40	3.22	0.007	1.538	0.13	1.55	CUMPLE
83	2.40	123.30	1	0.055	5.90	69.40	3.28	0.028	1.566	0.16	1.56	CUMPLE
84	0.60	123.90	1	0.055	5.95	69.40	3.33	0.007	1.574	0.14	1.57	CUMPLE
85	2.40	126.30	1	0.058	6.01	69.40	3.39	0.029	1.603	0.16	1.59	CUMPLE
86	0.60	126.90	1	0.058	6.07	69.40	3.45	0.007	1.610	0.14	1.60	CUMPLE
87	2.40	129.30	1	0.049	6.12	69.40	3.51	0.030	1.641	0.16	1.62	CUMPLE
88	0.60	129.90	1	0.049	6.17	69.40	3.56	0.008	1.648	0.14	1.63	CUMPLE
89	2.40	132.30	1	0.042	6.21	69.40	3.60	0.031	1.679	0.16	1.64	CUMPLE
90	0.60	132.90	1	0.041	6.25	69.40	3.65	0.008	1.687	0.14	1.65	CUMPLE
91	2.40	135.30	1	0.033	6.28	69.40	3.68	0.032	1.719	0.16	1.66	CUMPLE
92	0.60	135.90	1	0.033	6.32	69.40	3.72	0.008	1.727	0.14	1.67	CUMPLE

### h) Porta lateral- T\_8

	Longitud	Longitud acumulada	Número	Caudal	Caudal acumulado	D int.	J	hf	hf acumulada	Δh	Velocidad Crítica	Comprobación
	dist. (m)	dist. (m)	laterales	dist. (l/s)	dist. (l/s)	(mm)	(m/100m)	(m)	(m)	sub. (m)	(m/s)	
1	0.60	1.00	1	0.045	0.04	45.70	0.00	0.000	0.000	0.26	0.03	CUMPLE
2	2.40	3.40	1	0.045	0.09	45.70	0.01	0.000	0.000	0.26	0.05	CUMPLE
3	0.60	4.00	1	0.054	0.14	45.70	0.03	0.000	0.000	0.26	0.09	CUMPLE
4	2.40	6.40	1	0.054	0.20	45.70	0.05	0.000	0.001	0.26	0.12	CUMPLE
5	0.60	7.00	1	0.058	0.25	45.70	0.07	0.000	0.001	0.26	0.16	CUMPLE
6	2.40	9.40	1	0.058	0.31	45.70	0.11	0.001	0.002	0.26	0.19	CUMPLE
7	0.60	10.00	1	0.061	0.37	45.70	0.15	0.000	0.002	0.26	0.23	CUMPLE
8	2.40	12.40	1	0.061	0.43	45.70	0.20	0.002	0.004	0.26	0.26	CUMPLE
9	0.60	13.00	1	0.064	0.50	45.70	0.26	0.001	0.004	0.26	0.30	CUMPLE
10	2.40	15.40	1	0.064	0.56	45.70	0.32	0.003	0.007	0.26	0.34	CUMPLE
11	0.60	16.00	1	0.064	0.63	45.70	0.40	0.001	0.008	0.26	0.38	CUMPLE
12	2.40	18.40	1	0.064	0.69	45.70	0.47	0.004	0.012	0.26	0.42	CUMPLE
13	0.60	19.00	1	0.065	0.76	45.70	0.56	0.001	0.013	0.26	0.46	CUMPLE
14	2.40	21.40	1	0.065	0.82	45.70	0.65	0.006	0.019	0.26	0.50	CUMPLE
15	0.60	22.00	1	0.068	0.89	45.70	0.75	0.002	0.020	0.26	0.54	CUMPLE
16	2.40	24.40	1	0.068	0.96	45.70	0.86	0.007	0.028	0.26	0.58	CUMPLE
17	0.60	25.00	1	0.072	1.03	45.70	0.99	0.002	0.030	0.26	0.63	CUMPLE
18	2.40	27.40	1	0.072	1.10	45.70	1.12	0.010	0.040	0.27	0.67	CUMPLE
19	0.60	28.00	1	0.072	1.17	45.70	1.26	0.003	0.042	0.26	0.71	CUMPLE
20	2.40	30.40	1	0.072	1.24	45.70	1.40	0.012	0.055	0.27	0.76	CUMPLE
21	0.60	31.00	1	0.074	1.32	45.70	1.56	0.003	0.058	0.26	0.80	CUMPLE
22	2.40	33.40	1	0.074	1.39	45.70	1.73	0.015	0.073	0.27	0.85	CUMPLE
23	0.60	34.00	1	0.077	1.47	45.70	1.91	0.004	0.077	0.26	0.89	CUMPLE
24	2.40	36.40	1	0.077	1.54	45.70	2.10	0.018	0.095	0.28	0.94	CUMPLE
25	0.60	37.00	1	0.081	1.62	45.70	2.31	0.005	0.100	0.26	0.99	CUMPLE
26	2.40	39.40	1	0.081	1.70	45.70	2.52	0.022	0.122	0.28	1.04	CUMPLE
27	0.60	40.00	1	0.082	1.79	45.70	2.75	0.006	0.128	0.26	1.09	CUMPLE
28	2.40	42.40	1	0.082	1.87	45.70	2.99	0.026	0.154	0.28	1.14	CUMPLE
29	0.60	43.00	1	0.086	1.95	45.70	3.25	0.007	0.161	0.26	1.19	CUMPLE
30	2.40	45.40	1	0.086	2.04	45.70	3.51	0.030	0.191	0.29	1.24	CUMPLE
31	0.60	46.00	1	0.088	2.13	45.70	3.80	0.008	0.199	0.27	1.30	CUMPLE
32	2.40	48.40	1	0.088	2.22	45.70	4.10	0.035	0.235	0.29	1.35	CUMPLE
33	0.60	49.00	1	0.088	2.30	45.70	4.40	0.010	0.244	0.27	1.40	CUMPLE
34	2.40	51.40	1	0.088	2.39	45.70	4.72	0.041	0.285	0.30	1.46	CUMPLE
35	0.60	52.00	1	0.087	2.48	45.70	5.04	0.011	0.296	0.27	1.51	CUMPLE
36	2.40	54.40	1	0.087	2.57	45.70	5.37	0.046	0.342	0.30	1.56	CUMPLE
37	0.60	55.00	1	0.087	2.65	45.70	5.72	0.012	0.355	0.27	1.62	CUMPLE
38	2.40	57.40	1	0.087	2.74	45.70	6.07	0.052	0.407	0.31	1.67	CUMPLE
39	0.60	58.00	1	0.087	2.83	45.70	6.43	0.014	0.421	0.27	1.72	CUMPLE
40	2.40	60.40	1	0.087	2.91	45.70	6.80	0.059	0.480	0.32	1.78	CUMPLE
41	0.60	61.00	1	0.086	3.00	45.70	7.17	0.015	0.495	0.27	1.83	CUMPLE
42	2.40	63.40	1	0.086	3.08	45.70	7.55	0.065	0.560	0.32	1.88	CUMPLE
43	0.60	64.00	1	0.086	3.17	45.70	7.95	0.017	0.578	0.27	1.93	CUMPLE
44	2.40	66.40	1	0.086	3.26	45.70	8.35	0.072	0.650	0.33	1.98	CUMPLE
45	0.60	67.00	1	0.084	3.34	57.10	2.96	0.006	0.656	0.26	1.30	CUMPLE
46	2.40	69.40	1	0.084	3.42	57.10	3.10	0.027	0.683	0.28	1.34	CUMPLE
47	0.60	70.00	1	0.084	3.51	57.10	3.24	0.007	0.690	0.26	1.37	CUMPLE
48	2.40	72.40	1	0.084	3.59	57.10	3.39	0.029	0.719	0.29	1.40	CUMPLE
49	0.60	73.00	1	0.084	3.68	57.10	3.54	0.008	0.727	0.26	1.44	CUMPLE

50	2.40	75.40	1	0.084	3.76	57.10	3.69	0.032	0.759	0.29	1.47	CUMPLE
51	0.60	76.00	1	0.084	3.85	57.10	3.84	0.008	0.767	0.27	1.50	CUMPLE
52	2.40	78.40	1	0.084	3.93	57.10	4.00	0.035	0.802	0.29	1.53	CUMPLE
53	0.60	79.00	1	0.083	4.01	57.10	4.16	0.009	0.810	0.27	1.57	CUMPLE
54	2.40	81.40	1	0.083	4.10	57.10	4.32	0.037	0.848	0.29	1.60	CUMPLE
55	0.60	82.00	1	0.083	4.18	57.10	4.48	0.010	0.857	0.27	1.63	CUMPLE
56	2.40	84.40	1	0.083	4.26	57.10	4.65	0.040	0.898	0.30	1.66	CUMPLE
57	0.60	85.00	1	0.083	4.35	57.10	4.82	0.010	0.908	0.27	1.70	CUMPLE
58	2.40	87.40	1	0.083	4.43	57.10	4.99	0.043	0.951	0.30	1.73	CUMPLE
59	0.60	88.00	1	0.082	4.51	57.10	5.16	0.011	0.962	0.27	1.76	CUMPLE
60	2.40	90.40	1	0.082	4.59	57.10	5.33	0.046	1.008	0.30	1.79	CUMPLE
61	0.60	91.00	1	0.081	4.67	57.10	5.51	0.012	1.020	0.27	1.82	CUMPLE
62	2.40	93.40	1	0.081	4.75	57.10	5.68	0.049	1.069	0.31	1.86	CUMPLE
63	0.60	94.00	1	0.081	4.83	57.10	5.86	0.013	1.082	0.27	1.89	CUMPLE
64	2.40	96.40	1	0.081	4.91	57.10	6.05	0.052	1.134	0.31	1.92	CUMPLE
65	0.60	97.00	1	0.081	4.99	57.10	6.23	0.013	1.148	0.27	1.95	CUMPLE
66	2.40	99.40	1	0.081	5.08	57.10	6.42	0.055	1.203	0.31	1.98	CUMPLE
67	0.60	100.00	1	0.081	5.16	69.40	2.55	0.006	1.209	0.26	1.36	CUMPLE
68	2.40	102.40	1	0.081	5.24	69.40	2.63	0.023	1.231	0.28	1.38	CUMPLE
69	0.60	103.00	1	0.081	5.32	69.40	2.70	0.006	1.237	0.26	1.41	CUMPLE
70	2.40	105.40	1	0.081	5.40	69.40	2.78	0.024	1.261	0.28	1.43	CUMPLE
71	0.60	106.00	1	0.079	5.48	69.40	2.86	0.006	1.267	0.26	1.45	CUMPLE
72	2.40	108.40	1	0.079	5.56	69.40	2.93	0.025	1.293	0.28	1.47	CUMPLE
73	0.60	109.00	1	0.079	5.64	69.40	3.01	0.007	1.299	0.26	1.49	CUMPLE
74	2.40	111.40	1	0.078	5.71	69.40	3.09	0.027	1.326	0.28	1.51	CUMPLE
75	0.60	112.00	1	0.078	5.79	69.40	3.17	0.007	1.333	0.26	1.53	CUMPLE
76	2.40	114.40	1	0.078	5.87	69.40	3.25	0.028	1.361	0.29	1.55	CUMPLE
77	0.60	115.00	1	0.078	5.95	69.40	3.33	0.007	1.368	0.26	1.57	CUMPLE
78	2.40	117.40	1	0.078	6.02	69.40	3.41	0.029	1.397	0.29	1.59	CUMPLE
79	0.60	118.00	1	0.077	6.10	69.40	3.49	0.008	1.405	0.26	1.61	CUMPLE
80	2.40	120.40	1	0.077	6.18	69.40	3.57	0.031	1.436	0.29	1.63	CUMPLE
81	0.60	121.00	1	0.077	6.25	69.40	3.65	0.008	1.444	0.26	1.65	CUMPLE
82	2.40	123.40	1	0.077	6.33	69.40	3.74	0.032	1.476	0.29	1.67	CUMPLE

## ANEXO 15: Cálculos Hidráulicos en Matriz

### a) Matriz T\_1

SECT #	CAUDAL	CAUDAL ACUMULADO	DIAMETRO INTERNO	LONGITUD	LONGITUD ACUM.	PERDIDA HF.	PERDIDA ACUM.	PERDIDA ACUM.	VELOCID. CRÍTICA	CUMPLE
1	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(metros)	(PSI)	(mps)	
Cabezal-A	6.311	6.31	69.50	4.14	4.14	0.15	0.15	0.21	1.66	O.K.
A-B	0.000	6.31	69.50	81.50	85.64	2.88	3.02	4.30	1.66	O.K.
B-C	0.000	6.31	69.50	11.98	97.62	0.42	3.44	4.90	1.66	O.K.
C-D	0.000	6.31	69.50	245.32	342.94	8.66	12.10	17.22	1.66	O.K.
D-E	0.000	6.31	69.50	134.63	477.57	4.75	16.85	23.98	1.66	O.K.

### b) Matriz T\_2

SECT #	CAUDAL	CAUDAL ACUMULADO	DIAMETRO INTERNO	LONGITUD	LONGITUD ACUM.	PERDIDA HF.	PERDIDA ACUM.	PERDIDA ACUM.	VELOCID. CRÍTICA	CUMPLE
2	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(metros)	(PSI)	(mps)	
Cabezal-A	6.317	6.32	69.50	23.79	23.79	0.84	0.84	1.20	1.67	O.K.
A-B	0.000	6.32	69.50	81.50	105.29	2.88	3.72	5.30	1.67	O.K.
B-C	0.000	6.32	69.50	11.98	117.27	0.42	4.15	5.90	1.67	O.K.
C-D	0.000	6.32	69.50	245.32	245.32	8.67	12.82	18.24	1.67	O.K.

### c) Matriz T\_3

SECT #	CAUDAL	CAUDAL ACUMULADO	DIAMETRO INTERNO	LONGITUD	LONGITUD ACUM.	PERDIDA HF.	PERDIDA ACUM.	PERDIDA ACUM.	VELOCID. CRÍTICA	CUMPLE
3	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(metros)	(PSI)	(mps)	
Cabezal-A	6.340	6.34	69.50	23.79	23.79	0.85	0.85	1.20	1.67	O.K.
A-B	0.000	6.34	69.50	81.50	105.29	2.90	3.75	5.33	1.67	O.K.
B-C	0.000	6.34	69.50	11.98	117.27	0.43	4.17	5.94	1.67	O.K.

### d) Matriz T\_4

SECT #	CAUDAL	CAUDAL ACUMULADO	DIAMETRO INTERNO	LONGITUD	LONGITUD ACUM.	PERDIDA HF.	PERDIDA ACUM.	PERDIDA ACUM.	VELOCID. CRÍTICA	CUMPLE
4	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(metros)	(PSI)	(mps)	
Cabezal-A	6.207	6.21	69.50	23.79	23.79	0.82	0.82	1.16	1.64	O.K.
A-F	0.000	6.21	69.50	19.24	43.03	0.66	1.47	2.10	1.64	O.K.
F-I	0.000	6.21	69.50	92.05	135.08	3.16	4.63	6.59	1.64	O.K.

**d) Matriz T\_5**

SECT #	CAUDAL	CAUDAL ACUMULADO	DIAMETRO INTERNO	LONGITUD	LONGITUD ACUM.	PERDIDA HF.	PERDIDA ACUM.	PERDIDA ACUM.	VELOCID. CRÍTICA	CUMPLE
5	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(metros)	(PSI)	(mps)	
Cabezal-A	6.744	6.74	69.50	23.79	23.79	0.94	0.94	1.34	1.78	O.K.
A-F	0.000	6.74	69.50	19.24	43.03	0.76	1.71	2.43	1.78	O.K.
F-I	0.000	6.74	69.50	92.05	135.08	3.65	5.35	7.62	1.78	O.K.

**e) Matriz T\_6**

SECT #	CAUDAL	CAUDAL ACUMULADO	DIAMETRO INTERNO	LONGITUD	LONGITUD ACUM.	PERDIDA HF.	PERDIDA ACUM.	PERDIDA ACUM.	VELOCID. CRÍTICA	CUMPLE
6	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(metros)	(PSI)	(mps)	
Cabezal-A	6.253	6.25	69.50	23.79	23.79	0.83	0.83	1.18	1.65	O.K.
A-F	0.000	6.25	69.50	19.24	43.03	0.67	1.49	2.13	1.65	O.K.
F-I	0.000	6.25	69.50	92.05	135.08	3.20	4.69	6.67	1.65	O.K.
F-I	0.000	6.25	69.50	100.90	235.98	3.50	8.19	11.66	1.65	O.K.

**f) Matriz T\_7**

SECT #	CAUDAL	CAUDAL ACUMULADO	DIAMETRO INTERNO	LONGITUD	LONGITUD ACUM.	PERDIDA HF.	PERDIDA ACUM.	PERDIDA ACUM.	VELOCID. CRÍTICA	CUMPLE
7	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(metros)	(PSI)	(mps)	
Cabezal-A	6.316	6.32	69.50	23.79	23.79	0.84	0.84	1.20	1.66	O.K.
A-F	0.000	6.32	69.50	19.24	43.03	0.68	1.52	2.16	1.66	O.K.
F-G	0.000	6.32	69.50	15.00	58.03	0.53	2.05	2.92	1.66	O.K.
G-H	0.000	6.32	69.50	16.30	74.33	0.58	2.63	3.74	1.66	O.K.

**f) Matriz T\_8**

SECT #	CAUDAL	CAUDAL ACUMULADO	DIAMETRO INTERNO	LONGITUD	LONGITUD ACUM.	PERDIDA HF.	PERDIDA ACUM.	PERDIDA ACUM.	VELOCID. CRÍTICA	CUMPLE
8	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(metros)	(PSI)	(mps)	
Cabezal-A	6.331	6.33	69.50	23.79	23.79	0.84	0.84	1.20	1.67	O.K.
A-F	0.000	6.33	69.50	19.24	43.03	0.68	1.53	2.17	1.67	O.K.
F-G	0.000	6.33	69.50	15.00	58.03	0.53	2.06	2.93	1.67	O.K.
G-H	0.000	6.33	69.50	16.30	74.33	0.58	2.64	3.75	1.67	O.K.
H-K	0.000	6.33	69.50	136.60	210.93	4.85	7.48	10.65	1.67	O.K.

## ANEXO 16: Metrados

### a) Metrado y Subpresupuesto de Reservorio

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010002	CAPATAZ	hh	10.5000	9.00	94.50
0101010003	OPERARIO	hh	14.0800	15.00	211.20
0101010005	PEON	hh	511.2800	7.00	3,578.96
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	59.1600	18.00	1,064.88
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	0.4800	10.00	4.80
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	8.0000	15.00	120.00
01020100000016	TECNICO GEOSINTETICO	hh	360.0000	17.00	6,120.00
					<b>11,194.34</b>
MATERIALES					
0201040001	PETROLEO D-2	gal	0.3600	11.00	3.96
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	0.8000	5.00	4.00
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	1.6000	3.70	5.92
02050500010003	TUBERIA PVC-SAP C-5 DE 3" X 5 m	und	5.0000	35.00	175.00
02050700020014	TUBERIA PVC-SAP C-10 S/P DE 3" X 5 m	und	2.0000	35.00	70.00
02050900010008	CODO PVC-SAP S/P 3" X 90°	und	3.0000	15.00	45.00
02051900020008	ADAPTADOR PVC-SAP S/P 3"	und	1.0000	20.00	20.00
0207010005	PIEDRA MEDIANA	m3	0.3811	40.00	15.24
0207030001	HORMIGON	m3	1.0873	50.00	54.37
0210020003	GEOMEMBRANA HDPE 0.75 mm LISA NEGRA	m2	900.0000	18.00	16,200.00
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	4.8000	21.00	100.80
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	29.2000	4.00	116.80
0253020008	VALVULA CHECK 3"	und	1.0000	250.00	250.00
					<b>17,061.09</b>
EQUIPOS					
0301000021	ESTACION TOTAL TP	día	1.0000	150.00	150.00
03011700020004	RETROEXCAVADORA CASE 580C	hm	59.1600	240.00	14,198.40
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.4800	150.00	72.00
					<b>14,420.40</b>
SUBCONTRATOS					
0424010005	SC FLETE DE INSUMOS LIMA-TOCACHE	glb	1.0000	500.00	500.00
					<b>500.00</b>
<b>Total</b>				<b>S/.</b>	<b>43,175.83</b>

## b) Metrado y Subpresupuesto de Caseta de Bombeo

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010003	OPERARIO	hh	65.7902	15.00	986.85
0101010005	PEON	hh	335.0386	7.00	2,345.27
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.7429	10.00	27.43
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	8.0000	15.00	120.00
01020100000013	TECNICO ELECTRICISTA	hh	20.0000	40.00	800.00
01020100000014	TECNICO HIDRAULICO	hh	56.2667	25.00	1,406.67
					<b>5,686.22</b>
MATERIALES					
0201040001	PETROLEO D-2	gal	2.4288	11.00	26.72
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	2.8000	5.00	14.00
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	1.6290	3.81	6.21
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	67.7664	3.70	250.74
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	5.6000	3.70	20.72
02052400010006	BUSHING PVC-SAP 1 1/2" A 3/4"	und	1.0000	5.00	5.00
02052400010007	BUSHING PVC-SAP 1 1/2" A 1"	und	1.0000	5.00	5.00
02052400010019	BUSHING PVC-SAP 3/4" A 1/4"	und	2.0000	5.00	10.00
02060100010005	TUBERIA PVC-SAP C-10 3" X 5 m	m	15.0000	14.00	210.00
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	0.9000	55.00	49.50
0207010005	PIEDRA MEDIANA	m3	0.6352	40.00	25.41
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3	3.8400	60.00	230.40
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	4.9450	64.00	316.48
0207030001	HORMIGON	m3	8.5087	50.00	425.44
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	1.4500	0.20	0.29
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	77.7750	21.00	1,633.28
0215020003	CODO PVC SAP CLASE 10 DE 90° 2"	und	1.0000	10.00	10.00
02150500010005	UPR CLASE 10 PVC-SAP DE 2"	und	1.0000	3.50	3.50
02150500010006	UPR CLASE 10 PVC-SAP DE 3"	und	8.0000	8.00	64.00
02150500010007	UPR CLASE 10 PVC-SAP DE 1 1/2"	und	1.0000	5.00	5.00
02150500010008	UPR CLASE 10 PVC-SAP DE 1"	und	2.0000	3.50	7.00
02160200070002	LADRILLO HUECO DE ARCILLA	mll	2.3000	0.62	1,432.20
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	102.2000	4.00	408.80
02380100020002	LIJA DE FIERRO #60	plg	6.0000	5.00	30.00
02480100010002	TANQUE DE AGUA DE FIBRA DE 750 LITROS INCLUYE ACCESORIOS INTERNOS	und	3.0000	400.00	1,200.00
02490100010014	TUBERIA DE PVC-SAP DE 1" X 5m	und	5.0000	25.00	125.00
02490200010014	CODO FIERRO GALVANIZADO DE 1 1/2" X 90° ROSCADO	und	7.0000	10.00	70.00
02490300010003	NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/2" x 2"	und	1.0000	7.50	7.50
02490300010008	NIPLE DE PVC SAP DE 1" x 10 cm	und	4.0000	5.00	20.00
02490300020002	NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO DE 1" x 2"	und	8.0000	15.00	120.00
0249030005	NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO DE 2" X 10 cm	und	1.0000	10.00	10.00
0249030010	NIPLE DE PVC-SAP DE 3" x 10 cm	und	8.0000	15.00	120.00
0249040001	TEE DE FIERRO GALVANIZADO DE 1 1/2" ROSCADA	und	4.0000	15.00	60.00
02490400010015	TEE DE FIERRO GALVANIZADO DE 1" ROSCADA	und	1.0000	10.00	10.00
02490600010005	UNION UNIVERSAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 1½" ROSCADA	und	1.0000	35.00	35.00
0249060002	UNION UNIVERSAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 2" ROSCADA	und	1.0000	45.00	45.00
02490700010005	TAPON MACHO DE FIERRO GALVANIZADO DE 1 1/2"	und	1.0000	10.00	10.00
02490700020003	TAPON MACHO DE FIERRO GALVANIZADO DE 1"	und	1.0000	5.00	5.00
02490900010025	REDUCCION CAMPANA DE PVC-SAP DE 3" A 1 1/2"	und	1.0000	15.00	15.00
0252010006	ABRAZADERA PE 3"-2"	und	8.0000	10.00	80.00
0252010007	BUSHING 3"(ROSCA-H) - 2"(ROSCA-M)	und	8.0000	15.00	120.00

0252010008	NIPLE PVC -C10 DE 3" X 15cm	und	8.0000	15.00	120.00
0252010009	UNIÓN UNIVERSAL DE PVC 3" ROSCADA	und	16.0000	55.00	880.00
0252010010	ABRAZADERA PE 3" -1/4"	und	4.0000	10.00	40.00
0252010011	MANOMETRO DE GLICERINA (0-10BARES) ENTRADA 1/4"	und	5.0000	45.00	225.00
0252010012	VALVULA DE AIRE DE EFECTO DOBLE DE 1"	und	5.0000	55.00	275.00
0252010013	ABRAZADERA PE 3" - 1"	und	6.0000	10.00	60.00
0252010014	CODO 90° PVC-SAP 3"	und	4.0000	10.00	40.00
0252010015	TAPON HEMBRA PVC-SAP 3"	und	4.0000	5.00	20.00
0252010016	CODO 90° PVC-SAP 1"	und	9.0000	2.50	22.50
0252010017	TEE PVC-SAP 1"	und	3.5000	4.00	14.00
0252010019	UNIÓN UNIVERSAL ROSCADA PVC-SAP 1"	und	19.0000	15.00	285.00
0252010020	BUSHING 2"(ROSCA-H) - 1"(ROSCA-M)	und	2.0000	15.00	30.00
0253010009	ELECTROBOMBA	und	1.0000	3,500.00	3,500.00
0253020003	VALVULA CHECK HORIZONTAL 1" DE BRONCE	und	1.0000	45.00	45.00
0253020028	VALVULA CHECK 3" HORIZONTAL	und	1.0000	200.00	200.00
0253110006	VALVULA DE GLOBO DE 1 1/2"	und	1.0000	250.00	250.00
0253110014	VALVULA DE GLOBO DE 1" LISA	und	5.0000	4.00	20.00
0253180001	VALVULA COMPUERTA DE 3" DE BRONCE	und	1.0000	250.00	250.00
0253180003	VALVULA COMPUERTA DE 1" DE BRONCE	und	1.0000	50.00	50.00
0253180011	VALVULA VOLUMETRICA DE 3" DE FIERRO GALVANIZADO	und	1.0000	500.00	500.00
0253180012	VALVULA DE ALIVIO 1" DE BRONCE MACHO	und	1.0000	350.00	350.00
0253180013	VALVULA SOSTENEDORA DE PRESION CON PILOTO DE 3"	und	1.0000	700.00	700.00
0258040012	ELECTROBOMBA INYECTORA 1.5 HP	und	1.0000	1,000.00	1,000.00
0267040009	FILTRO HIDROCICLONICO 3"	und	2.0000	500.00	1,000.00
0267040010	FILTRO DE ANILLOS DE 2"	und	1.0000	80.00	80.00
0267040011	FILTRO DE ANILLOS DE 3"	und	2.0000	400.00	800.00
0272050010	FORMADOR DE EMPAQUETADURA X 250 ML	und	4.0000	50.00	200.00
02740100010008	TABLERO DE ARRANQUE TRIFASICO 380/220V	und	1.0000	300.00	300.00
02740100010009	PROGRAMDOR DE RIEGO ESP-ME + MODULO DE 6 ESTACIONES	und	1.0000	1,100.00	1,100.00
02740100010010	TABLERO DE ARRANQUE - 2 TRIFASICO 380/220V	und	1.0000	100.00	100.00
02901400020028	CINTA TEFLON - 3/4"	und	97.0000	3.50	339.50
					<b>20,038.19</b>
<b>EQUIPOS</b>					
0301000021	ESTACION TOTAL TP	día	1.0000	150.00	150.00
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	12.3050	150.00	1,845.75
					<b>1,995.75</b>
<b>SUBCONTRATOS</b>					
04100100040004	SC TECHO TIJERAL METALICO CON CALAMINA METALICA	und	1.0000	2,500.00	2,500.00
0411010002	SC PUERTA METALICA 2.0 X 2.7m	und	1.0000	500.00	500.00
0416010004	SC DE INSTALACIONES ELECTRICAS	glb	1.0000	5,000.00	5,000.00
					<b>8,000.00</b>
				<b>Total</b>	<b>S/.</b>
					<b>35,720.16</b>

### c) Metrado y Subpresupuesto de Tendido Hidráulico

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>MANO DE OBRA</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	82.2275	15.00	1,233.41
0101010005	PEON	hh	1,646.4181	7.00	11,524.93
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	4.5601	15.00	68.40
01020100000014	TECNICO HIDRAULICO	hh	417.7294	25.00	10,443.24
					<b>23,269.98</b>
<b>MATERIALES</b>					
02051000020007	CODO 90° UF PVC-SAP 2"	und	18.0000	15.00	270.00
02052400010017	BUSHING PVC-SAP 2" A 1"	und	18.0000	5.00	90.00
02052400010018	BUSHING PVC-SAP 1" A 1/4"	und	9.0000	3.50	31.50
02060100010003	TUBERIA HDPE C-7.5 2 1/2" X 100 m	m	1,100.0000	4.00	4,400.00
02060100010018	UNION HDPE-ROSCADO 2 1/2"	und	110.0000	15.00	1,650.00
02150100010010	TUBERIA HDPE C 7.5 2" X 100 m	und	700.0000	3.35	2,345.00
02150100010013	UNION HDPE C 7.5 2"	und	70.0000	15.00	1,050.00
02150300010006	TEE ROSCADA PVC - SAP DE 2"	und	18.0000	7.00	126.00
02150500010005	UPR CLASE 10 PVC-SAP DE 2"	und	27.0000	3.50	94.50
02150700010003	TAPON HEMBRA PVC - SAP DE 2"	und	9.0000	4.00	36.00
02490300050005	NIPLE DE PVC SAP 2" x 2 1/2"	und	18.0000	10.00	180.00
02490400010014	TEE UF PVC-SAP 2"	und	9.0000	15.00	135.00
0252010002	MANGUERA LATERAL POLIETILENO DE 16mm	m	80,000.0000	0.30	24,000.00
0252010003	GOTERO KATIFF 2.3L/HR	und	54,600.0000	0.23	12,558.00
0252010004	CONECTOR INICIAL MAS EMPAQUE 16mm	und	682.0000	0.35	238.70
0252010005	TERMINAL EN 8 DE 16mm	und	682.0000	0.15	102.30
0253110013	VALVULA DE AIRE - EFECTO SIMPLE 1"	und	9.0000	18.00	162.00
0258080033	MANOMETRO (0-10BARES) - 1/4"	und	9.0000	45.00	405.00
0262130002	PUNTO DE TOMA DE PRESION 1/4"	und	9.0000	10.00	90.00
0270010293	CABLE AWG N°14	m	4,500.0000	0.85	3,825.00
0272010087	TUBO PVC- SEL 1/2"	m	4,500.0000	0.50	2,250.00
					<b>54,039.00</b>
<b>EQUIPOS</b>					
0301000021	ESTACION TOTAL TP	día	0.5699	150.00	85.49
0301040004	ELECTROVALVULA DE SERIE PGA 2"	und	9.0000	260.00	2,340.00
					<b>2,425.49</b>
				<b>Total</b>	<b>S/.</b>
					<b>79,734.47</b>

## ANEXO 17: Análisis de precios unitarios

### a) Análisis de Precios Unitarios - Reservorio

Subpresupuesto	001 RESERVORIO			Fecha presupuesto	01/07/2017		
Partida	01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL					
Rendimiento	m2/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2	<b>12.39</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0400	15.00	0.60	
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.6000	7.00	11.20	
						<b>11.80</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	11.80	0.59	
Partida	01.01.02	REPLANTEO TOPOGRAFICO					
Rendimiento	día/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : día	<b>393.60</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	2.0000	16.0000	7.00	112.00	
0101030000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000	8.0000	15.00	120.00	
						<b>232.00</b>	
<b>Equipos</b>							
0301000021	ESTACION TOTAL TP	día	1.0000	1.0000	150.00	150.00	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	232.00	11.60	
						<b>161.60</b>	
Partida	01.02.01	EXCAVACION PARA RESERVORIO CON RETROEXCAVADORA					
Rendimiento	m3/DIA	115.0000	EQ. 115.0000	Costo unitario directo por : m3	<b>18.53</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0696	7.00	0.49	
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	1.0000	0.0696	18.00	1.25	
						<b>1.74</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.74	0.09	
03011700020004	RETROEXCAVADORA CASE 580C	hm	1.0000	0.0696	240.00	16.70	
						<b>16.79</b>	

Partida	01.02.02		EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA ANCLAJE DE GEOMEMBRANA				
Rendimiento	m3/DIA	4.0000	EQ.	4.0000	Costo unitario directo por : m3		16.27
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadri lla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2000	9.00	1.80	
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.0000	7.00	14.00	
						<b>15.80</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	15.80	0.47	
						<b>0.47</b>	

Partida	01.02.03		RELLENO MANUAL DE ZANJAS DE ANCLAJE DE GEOMEMBRANA				
Rendimiento	m3/DIA	8.0000	EQ.	8.0000	Costo unitario directo por : m3		8.14
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadri lla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1000	9.00	0.90	
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.0000	7.00	7.00	
						<b>7.90</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.90	0.24	
						<b>0.24</b>	

Partida	01.03.01		FLETE Y TRANSPORTE DE MATERIALES				
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : glb		500.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadri lla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Subcontratos</b>						
0424010005	SC FLETE DE INSUMOS LIMA-TOCACHE	glb		1.0000	500.00	500.00	
						<b>500.00</b>	

Partida	01.03.02		SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOMEMBRANA HDPE				
Rendimiento	m2/DIA	300.0000	EQ.	300.0000	Costo unitario directo por : m2		25.73
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadri lla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0800	7.00	0.56	
0102010000 0016	TECNICO GEOSINTETICO	hh	15.000 0	0.4000	17.00	6.80	
						<b>7.36</b>	

<b>Materiales</b>						
0210020003	GEOMEMBRANA HDPE 0.75 mm LISA NEGRA	m2		1.0000	18.00	18.00
						<b>18.00</b>

<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	7.36	0.37
						<b>0.37</b>

Partida **01.04.01** **CONCRETO CAMARA DE CARGA MEZCLA 1:8 (100 kg/cm2)+ 20% P.M.**

Rendimiento **m3/DIA 20.0000** EQ. **20.0000** Costo unitario directo por : m3 **227.15**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadri lla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	15.00	6.00
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.6000	7.00	11.20
0101010006 0002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	10.00	4.00
						<b>21.20</b>

<b>Materiales</b>						
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.3000	11.00	3.30
0207010005	PIEDRA MEDIANA	m3		0.3176	40.00	12.70
0207030001	HORMIGON	m3		0.9061	50.00	45.31
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		4.0000	21.00	84.00
						<b>145.31</b>

<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	21.20	0.64
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	150.00	60.00
						<b>60.64</b>

Partida **01.04.02** **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**

Rendimiento **m2/DIA 20.0000** EQ. **20.0000** Costo unitario directo por : m2 **33.56**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadri lla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	15.00	6.00
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.6000	7.00	11.20
						<b>17.20</b>

<b>Materiales</b>						
0204010001 0001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.1000	5.00	0.50
0204120001 0005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2000	3.70	0.74
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.6500	4.00	14.60
						<b>15.84</b>

<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	17.20	0.52
						<b>0.52</b>

Partida	01.05.01	<b>SUCCION PARA CASETA PVC C-10 DE 3"</b>				
Rendimiento	g/b/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : g/b	<b>364.06</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadri lla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	15.00	6.00
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4000	7.00	2.80
						<b>8.80</b>

<b>Materiales</b>						
0205070002 0014	TUBERIA PVC-SAP C-10 S/P DE 3" X 5 m	und		2.0000	35.00	70.00
0205090001 0008	CODO PVC-SAP S/P 3" X 90°	und		1.0000	15.00	15.00
0205190002 0008	ADAPTADOR PVC-SAP S/P 3"	und		1.0000	20.00	20.00
0253020008	VALVULA CHECK 3"	und		1.0000	250.00	250.00
						<b>355.00</b>

<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	8.80	0.26
						<b>0.26</b>

Partida	01.05.02	<b>SUMIDERO DE PVC DE 3"</b>				
Rendimiento	g/b/DIA	2.0000	EQ.	2.0000	Costo unitario directo por : g/b	<b>293.00</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadri lla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	4.0000	15.00	60.00
0101010005	PEON	hh	1.0000	4.0000	7.00	28.00
						<b>88.00</b>
<b>Materiales</b>						
0205050001 0003	TUBERIA PVC-SAP C-5 DE 3" X 5 m	und		5.0000	35.00	175.00
0205090001 0008	CODO PVC-SAP S/P 3" X 90°	und		2.0000	15.00	30.00
						<b>205.00</b>

**b) Análisis de Precios Unitarios – Caseta de Bombeo**

Subpresupuesto	002 CASETA DE BOMBEO						Fecha presupuesto	01/07/2017
Partida	<b>02.01.01</b>			<b>LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL</b>				
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>20.0000</b>	EQ.	<b>20.0000</b>	Costo unitario directo por : m2		<b>12.39</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
010101003	OPERARIO		hh	0.1000	0.0400	15.00	0.60	
010101005	PEON		hh	4.0000	1.6000	7.00	11.20	
							<b>11.80</b>	
	<b>Equipos</b>							
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	11.80	0.59	
							<b>0.59</b>	
Partida	<b>02.01.02</b>			<b>REPLANTEO TOPOGRAFICO</b>				
Rendimiento	<b>día/DIA</b>	<b>1.0000</b>	EQ.	<b>1.0000</b>	Costo unitario directo por : día		<b>393.60</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
010101005	PEON		hh	2.0000	16.0000	7.00	112.00	
0101030000005	OPERARIO TOPOGRAFO		hh	1.0000	8.0000	15.00	120.00	
							<b>232.00</b>	
	<b>Equipos</b>							
030100021	ESTACION TOTAL TP		día	1.0000	1.0000	150.00	150.00	
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	232.00	11.60	
							<b>161.60</b>	
Partida	<b>02.02.01</b>			<b>EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS</b>				
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>5.0000</b>	EQ.	<b>5.0000</b>	Costo unitario directo por : m3		<b>70.86</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
010101003	OPERARIO		hh	1.0000	1.6000	15.00	24.00	
010101005	PEON		hh	4.0000	6.4000	7.00	44.80	
							<b>68.80</b>	
	<b>Equipos</b>							
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	68.80	2.06	
							<b>2.06</b>	

Partida	02.03.01		CONCRETO CILOPEO PARA CIMENTACION 1:10 + 30% P.G.				
Rendimiento	m3/DIA	30.0000	EQ.	30.0000	Costo unitario directo por : m3	183.32	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
010101003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2667	15.00	4.00
010101005	PEON		hh	3.0000	0.8000	7.00	5.60
							<b>9.60</b>
<b>Materiales</b>							
020104001	PETROLEO D-2		gal		0.2286	11.00	2.51
020701006	PIEDRA GRANDE DE 8"		m3		0.4800	60.00	28.80
020703001	HORMIGON		m3		0.8300	50.00	41.50
021301001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		2.9000	21.00	60.90
							<b>133.71</b>
<b>Equipos</b>							
030129003	MEZCLADORA DE CONCRETO		hm	1.0000	0.2667	150.00	40.01
							<b>40.01</b>
Partida	02.03.02		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO				
Rendimiento	m2/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m2	33.56	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
010101003	OPERARIO		hh	1.0000	0.4000	15.00	6.00
010101005	PEON		hh	4.0000	1.6000	7.00	11.20
							<b>17.20</b>
<b>Materiales</b>							
0204010010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.1000	5.00	0.50
0204120010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.2000	3.70	0.74
023101001	MADERA TORNILLO		p2		3.6500	4.00	14.60
							<b>15.84</b>
<b>Equipos</b>							
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	17.20	0.52
							<b>0.52</b>

Partida	<b>CONCRETO SOBRECIMENTOS MEZCLA 1:8 (100 kg/cm2)+ 20% P.M.</b>						
Rendimiento	m3/DIA	10.0000	EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : m3	307.71	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
010101003	OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	15.00	12.00
010101005	PEON		hh	4.0000	3.2000	7.00	22.40
0101010060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1.0000	0.8000	10.00	8.00
							<b>42.40</b>
<b>Materiales</b>							
020104001	PETROLEO D-2		gal		0.3000	11.00	3.30
020701005	PIEDRA MEDIANA		m3		0.3176	40.00	12.70
020703001	HORMIGON		m3		0.9061	50.00	45.31
021301001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		4.0000	21.00	84.00
							<b>145.31</b>
<b>Equipos</b>							
030129003	MEZCLADORA DE CONCRETO		hm	1.0000	0.8000	150.00	120.00
							<b>120.00</b>

Partida	<b>ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 EN COLUMNAS</b>						
Rendimiento	kg/DIA	250.0000	EQ. 250.0000		Costo unitario directo por : kg	4.65	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
010101003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	15.00	0.48
010101005	PEON		hh	1.0000	0.0320	7.00	0.22
							<b>0.70</b>

<b>Materiales</b>							
0204010 0020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		0.0250	3.81	0.10
0204030 001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0400	3.70	3.85
							<b>3.95</b>

Partida	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS</b>						
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>20.0000</b>	EQ.	<b>20.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>33.56</b>	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010 003	OPERARIO		hh	1.0000	0.4000	15.00	6.00
0101010 005	PEON		hh	4.0000	1.6000	7.00	11.20
							<b>17.20</b>

<b>Materiales</b>							
0204010 0010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.1000	5.00	0.50
0204120 0010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.2000	3.70	0.74
0231010 001	MADERA TORNILLO		p2		3.6500	4.00	14.60
							<b>15.84</b>

<b>Equipos</b>							
0301010 006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	17.20	0.52
							<b>0.52</b>

Partida	<b>CONCRETO COLUMNAS f'c=210 kg/cm2</b>						
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>7.0000</b>	EQ.	<b>7.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>428.22</b>	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010 003	OPERARIO		hh	1.0000	1.1429	15.00	17.14
0101010 005	PEON		hh	4.0000	4.5714	7.00	32.00
0101010 0060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1.0000	1.1429	10.00	11.43
							<b>60.57</b>

<b>Materiales</b>						
0207010 0010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.9000	55.00	49.50
0207020 0010002	ARENA GRUESA	m3		0.4200	64.00	26.88
0207070 001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1800	0.20	0.04
0213010 001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.7000	21.00	203.70
						<b>280.12</b>

<b>Equipos</b>						
0301010 006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	60.57	1.82
0301290 003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.5000	0.5714	150.00	85.71
						<b>87.53</b>

Partida	<b>PISO DE CEMENTO e=5 cm. (4 cm.MORTERO 1:5 ACABADO 1 cm. MORTERO 1:2 )</b>					
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>50.0000</b>	EQ.	<b>50.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>43.53</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010 003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	15.00	2.40
0101010 005	PEON	hh	4.0000	0.6400	7.00	4.48
						<b>6.88</b>

<b>Materiales</b>						
0207020 0010002	ARENA GRUESA	m3		0.0506	64.00	3.24
0213010 001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.4480	21.00	9.41
						<b>12.65</b>

<b>Equipos</b>						
0301290 003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.1600	150.00	24.00
						<b>24.00</b>

Partida	02.04.02	MURO DE LADRILLO K.K. SOGA					
Rendimiento	m2/DIA	10.0000	EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : m2	71.56	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
010101003	OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	15.00	12.00
010101005	PEON		hh	1.0000	0.8000	7.00	5.60
							<b>17.60</b>
<b>Materiales</b>							
0207020010002	ARENA GRUESA		m3		0.0570	64.00	3.65
021301001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.4050	21.00	8.51
0216020070002	LADRILLO HUECO DE ARCILLA		mll		66.0000	0.62	40.92
							<b>53.08</b>
<b>Equipos</b>							
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	17.60	0.88
							<b>0.88</b>
Partida	02.04.03	PUERTA METALICA DE 2.0x2.7m.					
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : und	500.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Subcontratos</b>							
041101002	SC PUERTA METALICA 2.0 X 2.7m		und		1.0000	500.00	500.00
							<b>500.00</b>
Partida	02.04.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TIJERAL METALICO					
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : und	2,500.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Subcontratos</b>							
0410010040004	SC TECHO TIJERAL METALICO CON CALAMINA METALICA		und		1.0000	2,500.00	2,500.00
							<b>2,500.00</b>

Partida	02.05.01.01		CONCRETO PARA DADO DE MOTOR f'c=140 kg/cm2				
Rendimiento	m3/DIA	14.0000	EQ.	14.0000	Costo unitario directo por : m3	207.84	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.5714	15.00	8.57
0101010005	PEON		hh	4.0000	2.2857	7.00	16.00
							<b>24.57</b>
<b>Materiales</b>							
0207030001	HORMIGON		m3		1.1300	50.00	56.50
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.1700	0.20	0.03
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		6.0000	21.00	126.00
							<b>182.53</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	24.57	0.74
							<b>0.74</b>
Partida	02.05.01.02		SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPO DE BOMBEO C/TABLERO				
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : und	4,176.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON		hh	1.0000	8.0000	7.00	56.00
0102010000013	TECNICO ELECTRICISTA		hh	1.0000	8.0000	40.00	320.00
							<b>376.00</b>
<b>Materiales</b>							
0253010009	ELECTROBOMBA		und		1.0000	3,500.00	3,500.00
02740100010008	TABLERO DE ARRANQUE TRIFASICO 380/220V		und		1.0000	300.00	300.00
							<b>3,800.00</b>

Partida	02.05.01.03		SUMINISTRO E INSTALACION DE PROGRAMADOR DE RIEGO				
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : und	1,476.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON		hh	1.0000	8.0000	7.00	56.00
0102010000013	TECNICO ELECTRICISTA		hh	1.0000	8.0000	40.00	320.00
							<b>376.00</b>
<b>Materiales</b>							
02740100010009	PROGRAMDOR DE RIEGO ESP-ME + MODULO DE 6 ESTACIONES		und		1.0000	1,100.00	1,100.00
							<b>1,100.00</b>
Partida	02.05.02.01		SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PARA BOMBA				
Rendimiento	glb/DIA	2.0000	EQ. 2.0000		Costo unitario directo por : glb	1,651.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON		hh	1.0000	4.0000	7.00	28.00
0102010000014	TECNICO HIDRAULICO		hh	1.0000	4.0000	25.00	100.00
							<b>128.00</b>
<b>Materiales</b>							
02052400010006	BUSHING PVC-SAP 1 1/2" A 3/4"		und		1.0000	5.00	5.00
02052400010007	BUSHING PVC-SAP 1 1/2" A 1"		und		1.0000	5.00	5.00
02052400010019	BUSHING PVC-SAP 3/4" A 1/4"		und		1.0000	5.00	5.00
0215020003	CODO PVC SAP CLASE 10 DE 90° 2"		und		1.0000	10.00	10.00
02150500010005	UPR CLASE 10 PVC-SAP DE 2"		und		1.0000	3.50	3.50
02150500010006	UPR CLASE 10 PVC-SAP DE 3"		und		4.0000	8.00	32.00
02150500010007	UPR CLASE 10 PVC-SAP DE 1 1/2"		und		1.0000	5.00	5.00

0238010 0020002	LIJA DE FIERRO #60	plg	1.0000	5.00	5.00
0249020 0010014	CODO FIERRO GALVANIZADO DE 1 1/2" X 90° ROSCADO	und	7.0000	10.00	70.00
0249030 0010003	NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/2" x 2"	und	1.0000	7.50	7.50
0249030 005	NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO DE 2" X 10 cm	und	1.0000	10.00	10.00
0249030 010	NIPLE DE PVC-SAP DE 3" x 10 cm	und	4.0000	15.00	60.00
0249040 001	TEE DE FIERRO GALVANIZADO DE 1 1/2" ROSCADA	und	4.0000	15.00	60.00
0249060 0010005	UNION UNIVERSAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 1½" ROSCADA	und	1.0000	35.00	35.00
0249060 002	UNION UNIVERSAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 2" ROSCADA	und	1.0000	45.00	45.00
0249070 0010005	TAPON MACHO DE FIERRO GALVANIZADO DE 1 1/2"	und	1.0000	10.00	10.00
0249090 0010025	REDUCCION CAMPANA DE PVC-SAP DE 3" A 1 1/2"	und	1.0000	15.00	15.00
0252010 009	UNIÓN UNIVERSAL DE PVC 3" ROSCADA	und	4.0000	55.00	220.00
0252010 011	MANOMETRO DE GLICERINA (0-10BARES) ENTRADA 1/4"	und	1.0000	45.00	45.00
0252010 012	VALVULA DE AIRE DE EFECTO DOBLE DE 1"	und	1.0000	55.00	55.00
0253020 028	VALVULA CHECK 3" HORIZONTAL	und	1.0000	200.00	200.00
0253110 006	VALVULA DE GLOBO DE 1 1/2"	und	1.0000	250.00	250.00
0253180 001	VALVULA COMPUERTA DE 3" DE BRONCE	und	1.0000	250.00	250.00
0272050 010	FORMADOR DE EMPAQUETADURA X 250 ML	und	1.0000	50.00	50.00
0290140 0020028	CINTA TEFLON - 3/4"	und	20.0000	3.50	70.00
					<b>1,523.00</b>

Partida	02.05.02.02		SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE AIRE				
Rendimiento	glb/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : glb	81.30	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.4000	7.00	2.80
0102010000014	TECNICO HIDRAULICO		hh	1.0000	0.4000	25.00	10.00
							<b>12.80</b>
<b>Materiales</b>							
0252010012	VALVULA DE AIRE DE EFECTO DOBLE DE 1"		und		1.0000	55.00	55.00
0252010013	ABRAZADERA PE 3" - 1"		und		1.0000	10.00	10.00
02901400020028	CINTA TEFLON - 3/4"		und		1.0000	3.50	3.50
							<b>68.50</b>

Partida	02.05.02.03		SUMINISTRO E INSTALACION DE MANOMETRO				
Rendimiento	glb/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : glb	76.30	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.4000	7.00	2.80
0102010000014	TECNICO HIDRAULICO		hh	1.0000	0.4000	25.00	10.00
							<b>12.80</b>
<b>Materiales</b>							
02052400010019	BUSHING PVC-SAP 3/4" A 1/4"		und		1.0000	5.00	5.00
0252010010	ABRAZADERA PE 3" -1/4"		und		1.0000	10.00	10.00
0252010011	MANOMETRO DE GLICERINA (0-10BARES) ENTRADA 1/4"		und		1.0000	45.00	45.00
02901400020028	CINTA TEFLON - 3/4"		und		1.0000	3.50	3.50
							<b>63.50</b>

Partida	<b>SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC-SAP CLASE 10 3"</b>						
Rendimiento	m/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : m	19.27	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.1600	7.00	1.12
0102010000014	TECNICO HIDRAULICO		hh	1.0000	0.1600	25.00	4.00
							<b>5.12</b>
<b>Materiales</b>							
0206010010005	TUBERIA PVC-SAP C-10 3" X 5 m		m		1.0000	14.00	14.00
							<b>14.00</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.12	0.15
							<b>0.15</b>

Partida	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PARA VALVULA SOSTENEDORA DE PRESION</b>						
Rendimiento	glb/DIA	2.0000	EQ.	2.0000	Costo unitario directo por : glb	1,056.50	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON		hh	1.0000	4.0000	7.00	28.00
0102010000014	TECNICO HIDRAULICO		hh	1.0000	4.0000	25.00	100.00
							<b>128.00</b>
<b>Materiales</b>							
0215050010006	UPR CLASE 10 PVC-SAP DE 3"		und		2.0000	8.00	16.00
0238010002002	LIJA DE FIERRO #60		plg		1.0000	5.00	5.00
0249030010	NIPLE DE PVC-SAP DE 3" x 10 cm		und		2.0000	15.00	30.00
0252010009	UNIÓN UNIVERSAL DE PVC 3" ROSCADA		und		2.0000	55.00	110.00
0253180013	VALVULA SOSTENEDORA DE PRESION CON PILOTO DE 3"		und		1.0000	700.00	700.00
0272050010	FORMADOR DE EMPAQUETADURA X 250 ML		und		1.0000	50.00	50.00
02901400020028	CINTA TEFLON - 3/4"		und		5.0000	3.50	17.50
							<b>928.50</b>

Partida	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PARA VALVULA VOLUMETRICA</b>					
Rendimiento	<b>glb/DIA</b>	<b>3.0000</b>	EQ.	<b>3.0000</b>	Costo unitario directo por : glb	<b>813.84</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.6667	7.00	18.67
0102010000014	TECNICO HIDRAULICO	hh	1.0000	2.6667	25.00	66.67
						<b>85.34</b>
<b>Materiales</b>						
02150500010006	UPR CLASE 10 PVC-SAP DE 3"	und		2.0000	8.00	16.00
02380100020002	LIJA DE FIERRO #60	plg		1.0000	5.00	5.00
0249030010	NIPLE DE PVC-SAP DE 3" x 10 cm	und		2.0000	15.00	30.00
0252010009	UNIÓN UNIVERSAL DE PVC 3" ROSCADA	und		2.0000	55.00	110.00
0253180011	VALVULA VOLUMETRICA DE 3" DE FIERRO GALVANIZADO	und		1.0000	500.00	500.00
0272050010	FORMADOR DE EMPAQUETADURA X 250 ML	und		1.0000	50.00	50.00
02901400020028	CINTA TEFLON - 3/4"	und		5.0000	3.50	17.50
						<b>728.50</b>

Partida	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PARA VALVULA DE ALIVIO</b>					
Rendimiento	<b>glb/DIA</b>	<b>3.0000</b>	EQ.	<b>3.0000</b>	Costo unitario directo por : glb	<b>505.34</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.6667	7.00	18.67
0102010000014	TECNICO HIDRAULICO	hh	1.0000	2.6667	25.00	66.67
						<b>85.34</b>

<b>Materiales</b>						
0215050 0010008	UPR CLASE 10 PVC-SAP DE 1"	und		1.0000	3.50	3.50
0238010 0020002	LIJA DE FIERRO #60	plg		1.0000	5.00	5.00
0249010 0010014	TUBERIA DE PVC-SAP DE 1" X 5m	und		1.0000	25.00	25.00
0252010 013	ABRAZADERA PE 3" - 1"	und		1.0000	10.00	10.00
0252010 016	CODO 90° PVC-SAP 1"	und		2.0000	2.50	5.00
0253110 014	VALVULA DE GLOBO DE 1" LISA	und		1.0000	4.00	4.00
0253180 012	VALVULA DE ALIVIO 1" DE BRONCE MACHO	und		1.0000	350.00	350.00
0290140 0020028	CINTA TEFLON - 3/4"	und		5.0000	3.50	17.50
						<b>420.00</b>

Partida	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE MODULO DE FILTRADO</b>					
Rendimiento	<b>glb/DIA</b>	<b>0.5000</b>	EQ.	<b>0.5000</b>	Costo unitario directo por : glb	<b>3,562.00</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010 005	PEON	hh	1.0000	16.0000	7.00	112.00
0102010 0000014	TECNICO HIDRAULICO	hh	1.0000	16.0000	25.00	400.00
						<b>512.00</b>

<b>Materiales</b>						
0252010 006	ABRAZADERA PE 3"-2"	und		8.0000	10.00	80.00
0252010 007	BUSHING 3"(ROSCA-H) - 2"(ROSCA-M)	und		8.0000	15.00	120.00
0252010 008	NIPLE PVC -C10 DE 3" X 15cm	und		8.0000	15.00	120.00
0252010 009	UNIÓN UNIVERSAL DE PVC 3" ROSCADA	und		8.0000	55.00	440.00
0252010 010	ABRAZADERA PE 3" -1/4"	und		3.0000	10.00	30.00
0252010 011	MANOMETRO DE GLICERINA (0-10BARES) ENTRADA 1/4"	und		3.0000	45.00	135.00

0252010 012	VALVULA DE AIRE DE EFECTO DOBLE DE 1"	und	3.0000	55.00	165.00
0252010 013	ABRAZADERA PE 3" - 1"	und	3.0000	10.00	30.00
0252010 014	CODO 90° PVC-SAP 3"	und	4.0000	10.00	40.00
0252010 015	TAPON HEMBRA PVC-SAP 3"	und	4.0000	5.00	20.00
0267040 009	FILTRO HIDROCICLONICO 3"	und	2.0000	500.00	1,000.00
0267040 011	FILTRO DE ANILLOS DE 3"	und	2.0000	400.00	800.00
0290140 0020028	CINTA TEFLON - 3/4"	und	20.0000	3.50	70.00
					<b>3,050.00</b>

Partida **02.05.04.01** **SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PARA FERTIRRIGACION**

Rendimiento	<b>glb/DIA</b>	<b>1.5000</b>	EQ.	<b>1.5000</b>	Costo unitario directo por : glb	<b>1,853.16</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0101010 005	PEON	hh	1.0000	5.3333	7.00	37.33
0102010 0000014	TECNICO HIDRAULICO	hh	1.0000	5.3333	25.00	133.33
						<b>170.66</b>
<b>Materiales</b>						
0238010 0020002	LIJA DE FIERRO #60	plg		2.0000	5.00	10.00
0248010 0010002	TANQUE DE AGUA DE FIBRA DE 750 LITROS INCLUYE ACCESORIOS INTERNOS	und		3.0000	400.00	1,200.00
0249010 0010014	TUBERIA DE PVC-SAP DE 1" X 5m	und		4.0000	25.00	100.00
0249030 0010008	NIPLE DE PVC SAP DE 1" x 10 cm	und		4.0000	5.00	20.00
0252010 013	ABRAZADERA PE 3" - 1"	und		1.0000	10.00	10.00
0252010 016	CODO 90° PVC-SAP 1"	und		7.0000	2.50	17.50
0252010 017	TEE PVC-SAP 1"	und		3.5000	4.00	14.00

0252010 019	UNIÓN UNIVERSAL ROSCADA PVC-SAP 1"	und	15.0000	15.00	225.00
0253110 014	VALVULA DE GLOBO DE 1" LISA	und	4.0000	4.00	16.00
0290140 0020028	CINTA TEFLON - 3/4"	und	20.0000	3.50	70.00
					<b>1,682.50</b>

Partida **02.05.04.02** **SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PARA BOMBA DE FERTIRRIEGO**

Rendimiento **glb/DIA 2.0000** EQ. **2.0000** Costo unitario directo por : glb **651.50**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010 005	PEON	hh	1.0000	4.0000	7.00	28.00
0102010 0000014	TECNICO HIDRAULICO	hh	1.0000	4.0000	25.00	100.00
						<b>128.00</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Materiales</b>					
0215050 0010008	UPR CLASE 10 PVC-SAP DE 1"	und		1.0000	3.50	3.50
0249030 0020002	NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO DE 1" x 2"	und		8.0000	15.00	120.00
0249040 0010015	TEE DE FIERRO GALVANIZADO DE 1" ROSCADA	und		1.0000	10.00	10.00
0249070 0020003	TAPON MACHO DE FIERRO GALVANIZADO DE 1"	und		1.0000	5.00	5.00
0252010 019	UNIÓN UNIVERSAL ROSCADA PVC-SAP 1"	und		4.0000	15.00	60.00
0252010 020	BUSHING 2"(ROSCA-H) - 1"(ROSCA-M)	und		2.0000	15.00	30.00
0253020 003	VALVULA CHECK HORIZONTAL 1" DE BRONCE	und		1.0000	45.00	45.00
0253180 003	VALVULA COMPUERTA DE 1" DE BRONCE	und		1.0000	50.00	50.00
0267040 010	FILTRO DE ANILLOS DE 2"	und		1.0000	80.00	80.00
0272050 010	FORMADOR DE EMPAQUETADURA X 250 ML	und		1.0000	50.00	50.00
0290140 0020028	CINTA TEFLON - 3/4"	und		20.0000	3.50	70.00
						<b>523.50</b>

Partida	02.05.04.03		SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPO DE BOMBEO - FERTIRRIGACION C/TABLERO				
Rendimiento	glb/DIA	2.0000	EQ.	2.0000	Costo unitario directo por : glb	1,288.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON		hh	1.0000	4.0000	7.00	28.00
0102010000013	TECNICO ELECTRICISTA		hh	1.0000	4.0000	40.00	160.00
							<b>188.00</b>
<b>Materiales</b>							
0258040012	ELECTROBOMBA INYECTORA 1.5 HP		und		1.0000	1,000.00	1,000.00
0274010010010	TABLERO DE ARRANQUE - 2 TRIFASICO 380/220V		und		1.0000	100.00	100.00
							<b>1,100.00</b>
Partida	02.05.05.01		SUMINISTRO E INSTALACION DE ENERGIA ELECTRICA EN CASETA				
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : glb	5,000.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Subcontratos</b>							
0416010004	SC DE INSTALACIONES ELECTRICAS		glb		1.0000	5,000.00	5,000.00
							<b>5,000.00</b>
Partida	02.06.01		PRUEBA HIDRAULICA DE BOMBEO				
Rendimiento	glb/DIA	5.0000	EQ.	5.0000	Costo unitario directo por : glb	52.74	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON		hh	1.0000	1.6000	7.00	11.20
0102010000014	TECNICO HIDRAULICO		hh	1.0000	1.6000	25.00	40.00
							<b>51.20</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	51.20	1.54
							<b>1.54</b>

**c) Análisis de Precios Unitarios – Tendido Hidráulico**

Subpresupuesto	003	TENDIDO HIDRAULICO				Fecha presupuesto	01/07/2017
Partida	03.01.01		LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL				
Rendimiento	m2/DIA	20.0000	EQ.	20.0000		Costo unitario directo por : m2	12.39
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/. Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	0.1000	0.0400	15.00	0.60
0101010005	PEON		hh	4.0000	1.6000	7.00	11.20
							<b>11.80</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	11.80	0.59
							<b>0.59</b>
Partida	03.01.02		REPLANTEO TOPOGRAFICO				
Rendimiento	km/DIA	3.0000	EQ.	3.0000		Costo unitario directo por : km	170.40
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/. Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON		hh	4.0000	10.6667	7.00	74.67
0101030000005	OPERARIO TOPOGRAFO		hh	1.0000	2.6667	15.00	40.00
							<b>114.67</b>
	<b>Equipos</b>						
0301000021	ESTACION TOTAL TP		día	1.0000	0.3333	150.00	50.00
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	114.67	5.73
							<b>55.73</b>
Partida	03.02.01		EXCAVACION MANUAL DE ZANJA PARA TUBERIA				
Rendimiento	m/DIA	350.0000	EQ.	350.0000		Costo unitario directo por : m	1.03
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/. Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0229	15.00	0.34
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0914	7.00	0.64
							<b>0.98</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.98	0.05
							<b>0.05</b>

Partida	03.02.02		RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJAS MANUAL PARA TUBERIA				
Rendimiento	m3/DIA	210.0000	EQ.	210.0000	Costo unitario directo por : m3	1.69	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0381	15.00	0.57	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.1524	7.00	1.07	
<b>1.64</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.64	0.05	
<b>0.05</b>							
Partida	03.03.01		SUMINISTRO DE INSTALACION DE ARCO DE RIEGOS				
Rendimiento	und/DIA	5.0000	EQ.	5.0000	Costo unitario directo por : und	468.70	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.6000	7.00	11.20	
01020100000014	TECNICO HIDRAULICO	hh	1.0000	1.6000	25.00	40.00	
<b>51.20</b>							
<b>Materiales</b>							
02051000020007	CODO 90° UF PVC-SAP 2"	und		1.0000	15.00	15.00	
02052400010017	BUSHING PVC-SAP 2" A 1 "	und		2.0000	5.00	10.00	
02052400010018	BUSHING PVC-SAP 1" A 1/4 "	und		1.0000	3.50	3.50	
02150300010006	TEE ROSCADA PVC - SAP DE 2"	und		2.0000	7.00	14.00	
02150500010005	UPR CLASE 10 PVC-SAP DE 2"	und		2.0000	3.50	7.00	
02490300050005	NIPLE DE PVC SAP 2" x 2½"	und		2.0000	10.00	20.00	
02490400010014	TEE UF PVC-SAP 2"	und		1.0000	15.00	15.00	
0253110013	VALVULA DE AIRE - EFECTO SIMPLE 1"	und		1.0000	18.00	18.00	

0258080033	MANOMETRO (0-10BARES) - 1/4"	und		1.0000	45.00	45.00
0262130002	PUNTO DE TOMA DE PRESION 1/4"	und		1.0000	10.00	10.00
						<b>157.50</b>

**Equipos**

0301040004	ELECTROVALVULA DE SERIE PGA 2"	und		1.0000	260.00	260.00
						<b>260.00</b>

Partida **03.03.02** **SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONECTORES INICIALES**

Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>200.0000</b>	EQ.	<b>200.0000</b>	Costo unitario directo por : und	<b>1.67</b>
-------------	----------------	-----------------	-----	-----------------	-------------------------------------	-------------

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0400	7.00	0.28
0102010000 0014	TECNICO HIDRAULICO	hh	1.0000	0.0400	25.00	1.00
						<b>1.28</b>

**Materiales**

0252010004	CONECTOR INICIAL MAS EMPAQUE 16mm	und		1.0000	0.35	0.35
						<b>0.35</b>

**Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.28	0.04
						<b>0.04</b>

Partida **03.03.03** **CAMA CON MATERIAL PROPIO h=0.10**

Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>20.0000</b>	EQ.	<b>20.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>17.72</b>
-------------	---------------	----------------	-----	----------------	------------------------------------	--------------

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	15.00	6.00
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.6000	7.00	11.20
						<b>17.20</b>

**Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	17.20	0.52
						<b>0.52</b>

Partida	03.03.04		SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA HDPE C-7.5 2 1/2"				
Rendimiento	m/DIA	300.0000	EQ.	300.0000	Costo unitario directo por : m	6.57	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	7.00	0.37	
0102010000 0014	TECNICO HIDRAULICO	hh	1.0000	0.0267	25.00	0.67	
<b>1.04</b>							
<b>Materiales</b>							
0206010001 0003	TUBERIA HDPE C-7.5 2 1/2" X 100 m	m		1.0000	4.00	4.00	
0206010001 0018	UNION HDPE-ROSCADO 2 1/2"	und		0.1000	15.00	1.50	
<b>5.50</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.04	0.03	
<b>0.03</b>							

Partida	03.03.05		SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA HDPE C-7.5 2"				
Rendimiento	m/DIA	300.0000	EQ.	300.0000	Costo unitario directo por : m	5.92	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	7.00	0.37	
0102010000 0014	TECNICO HIDRAULICO	hh	1.0000	0.0267	25.00	0.67	
<b>1.04</b>							
<b>Materiales</b>							
0215010001 0010	TUBERIA HDPE C 7.5 2" X 100 m	und		1.0000	3.35	3.35	
0215010001 0013	UNION HDPE C 7.5 2"	und		0.1000	15.00	1.50	
<b>4.85</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.04	0.03	
<b>0.03</b>							

Partida	03.03.06	SUMINISTRO Y COLOCACION DE LATERALES DE HDPE 16mm					
Rendimiento	m/DIA	9,000.0000	EQ.	9,000.0000	Costo unitario directo por : m		0.35
Código	Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh		4.0000	0.0036	7.00	0.03
0102010000 0014	TECNICO HIDRAULICO	hh		1.0000	0.0009	25.00	0.02
<b>0.05</b>							
<b>Materiales</b>							
0252010002	MANGUERA LATERAL POLIETILENO DE 16mm	m			1.0000	0.30	0.30
<b>0.30</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.05	
<b>0.00</b>							

Partida	03.03.07	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TERMINALES 8					
Rendimiento	und/DIA	300.0000	EQ.	300.0000	Costo unitario directo por : und		1.04
Código	Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh		1.0000	0.0267	7.00	0.19
0102010000 0014	TECNICO HIDRAULICO	hh		1.0000	0.0267	25.00	0.67
<b>0.86</b>							
<b>Materiales</b>							
0252010005	TERMINAL EN 8 DE 16mm	und			1.0000	0.15	0.15
<b>0.15</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.86	0.03
<b>0.03</b>							

Partida	03.03.08		SUMINISTRO DE INSTALACION DE PURGAS			
Rendimiento	und/DIA	10.0000	EQ.	10.0000	Costo unitario directo por : und	48.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.8000	7.00	5.60
0102010000 0014	TECNICO HIDRAULICO	hh	1.0000	0.8000	25.00	20.00
						<b>25.60</b>
<b>Materiales</b>						
0205100002 0007	CODO 90° UF PVC-SAP 2"	und		1.0000	15.00	15.00
0215050001 0005	UPR CLASE 10 PVC-SAP DE 2"	und		1.0000	3.50	3.50
0215070001 0003	TAPON HEMBRA PVC - SAP DE 2"	und		1.0000	4.00	4.00
						<b>22.50</b>
Partida	03.03.09		SUMINISTRO Y COLOCACION DE GOTEROS DE BOTON			
Rendimiento	und/DIA	2,400.0000	EQ.	2,400.0000	Costo unitario directo por : und	0.41
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0133	7.00	0.09
0102010000 0014	TECNICO HIDRAULICO	hh	1.0000	0.0033	25.00	0.08
						<b>0.17</b>
<b>Materiales</b>						
0252010003	GOTERO KATIFF 2.3L/HR	und		1.0000	0.23	0.23
						<b>0.23</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.17	0.01
						<b>0.01</b>

Partida	03.04.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CABLES AWG				
Rendimiento	m/DIA	1,000.0000	EQ.	1,000.0000	Costo unitario directo por : m	1.62
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0080	7.00	0.06
0102010000 0014	TECNICO HIDRAULICO	hh	1.0000	0.0080	25.00	0.20
						<b>0.26</b>
	<b>Materiales</b>					
0270010293	CABLE AWG N°14	m		1.0000	0.85	0.85
0272010087	TUBO PVC- SEL 1/2"	m		1.0000	0.50	0.50
						<b>1.35</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.26	0.01
						<b>0.01</b>

Partida	03.05.01	PRUEBA HIDRAULICA DE BOMBEO				
Rendimiento	glb/DIA	5.0000	EQ.	5.0000	Costo unitario directo por : glb	52.74
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.6000	7.00	11.20
0102010000 0014	TECNICO HIDRAULICO	hh	1.0000	1.6000	25.00	40.00
						<b>51.20</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	51.20	1.54
						<b>1.54</b>