

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA:
INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO MECÁNICO

TEMA
DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO, CAPTANDO EL AGUA DEL
RÍO KATUN YACU PARA EL ESTADIO DE LA COMUNIDAD DE AGATO
CANTÓN OTAVALO.

AUTORES
RAMOS SANTILLÁN JOSE LUIS
PARDO ULLAGUARI DIEGO FELIPE

TUTOR
MILTON SALOMON JAMI LEMA

Quito, octubre del 2017

Cesión de derechos de autor

Nosotros, José Luis Ramos Santillán con documento de identidad N° 1003682828 y Diego Felipe Pardo Ullaguari con documento de identificación N° 1723552178, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Trabajo de Titulación: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEÓ, CAPTANDO EL AGUA DEL RÍO KATUN YACU PARA EL ESTADIO DE LA COMUNIDAD DE AGATO CANTÓN OTAVALO”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el Título de Ingenieros Mecánicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

José Luis Ramos Santillán

C.I.: 1003682828

Diego Felipe Pardo Ullaguari

C.I.: 1723552178

Quito, octubre del 2017

Declaratoria de coautoría del docente tutor

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Trabajo de Titulación:
“DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEÓ, CAPTANDO EL AGUA DEL
RÍO KATUN YACU PARA EL ESTADIO DE LA COMUNIDAD DE AGATO
CANTÓN OTAVALO”, realizado por José Luis Ramos Santillán y Diego Felipe Pardo
Ullaguari, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la
Universidad Politécnica Salesiana para ser considerada como Trabajo Final de Titulación.

Quito, octubre del 2017



Milton Salomón Jami Lema

C.I.: 1707254171

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi madre por ser la persona que me dio la vida y porque ha sido mi inspiración en los momentos alegres, difíciles y tristes de mi carrera, siempre estuvo ahí impulsándome a seguir adelante y superarme cada día, para llegar hasta el final.

A mi hermana Andrea quien ha sido un ejemplo de superación y dedicación; mis palabras no bastarían para agradecerle lo que ha hecho por mí.

A mis hermanas Natasha y Alexia por confiar en mí.

A mi hermano que de una u otra forma estuvo ahí acompañándome.

Gracias a la vida por haberme permitido conocer personas extraordinarias, familiares y amigos a quienes espero no defraudarles.

Diego Felipe

Dedico este proyecto a mis padres con mucho cariño quienes hicieron todo lo posible para que yo pudiera alcanzar mis sueños, por incentivarlos y haber sido el pilar más importante durante mi formación profesional. A mi esposa Anita que siempre estuvo a mi lado apoyándome y compartiendo momentos significativos, por ser una persona bondadosa y brindarme su ayuda incondicional todo el tiempo. A mis hijos Kenay, Zandder y Gareth quienes fueron mi motivación para luchar y salir adelante. A mis hermanos Alfonso, Cesar, William, Nelson, Elena, Michael, Jimmy y Jeyck por confiar en mí y por estar siempre dispuestos a otorgarme toda su ayuda.

José Luis

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	xix
OBJETIVOS	xx
Objetivo general.....	xx
Objetivos específicos	xx
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	xx
JUSTIFICACIÓN	xxi
ALCANCE DEL PROYECTO.....	xxi
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEORICO.....	1
1.1 Historia de la aspersión por goteo.....	1
1.2 Concepto de levantamiento topográfico	1
1.3 Ubicación	2
1.4 Geografía.....	2
1.5 Conceptos básicos de un proceso de riego.....	3
1.6 Términos utilizados en sistema de bombeo	4
1.6.1 Alturas	4
1.6.1.1 Altura estática de succión o aspiración	4
1.6.1.2 Altura estática de descarga o impulso.....	4
1.6.1.3 Altura dinámica total de elevación	4
1.6.2 Aspiración	4
1.6.2.1 Pérdidas de carga	5
1.6.2.2 Generación de presión de vapor	5
1.6.2.3 Cavitación.....	5
1.6.3 Carga neta de succión o NPSH (Net Positive Suction Head)	5
1.6.4 Carga neta de succión o NPSH disponible.....	5
1.6.5 Cebado.....	6
1.6.6 Golpe de ariete	6
1.6.7 Presión atmosférica	6
1.7 Tipos de riego	6
1.7.1 El riego por goteo o aspersión.....	7
1.8 Componentes del sistema.....	8

1.9 Partes del sistema de bombeo	10
1.10 Unidad de bombeo	11
1.11 Tipos de bombas	11
1.11.1 Bombas centrífugas horizontales	11
1.11.2 Bombas centrífugas verticales.....	12
1.11.3 Bombas sumergibles	12
1.12 Sistema de distribución de agua.....	12
1.12.1 Conducción por bombeo	13
1.12.2 Conducción por gravedad	13
1.12.3 Conducción por bombeo gravedad.....	13
1.13 Aspersores.....	13
1.14 Válvulas	14
1.14.1 Válvula eliminadora de aire	14
1.14.2 Válvula de admisión y expulsión de aire	15
1.14.3 Válvula de no retorno.....	15
1.14.4 Válvula de seccionamiento	15
1.14.5 Válvula aliviadora de presión.....	15
1.14.6 Válvula anticipadora del golpe de ariete	16
1.15 Modalidades de captación de agua.....	16
1.15.1 Aguas superficiales	16
1.15.2 Aguas subterráneas.....	16
1.16 Conceptos de hidráulica.....	17
1.16.1 Caudal	17
1.16.2 Presión.....	17
1.16.3 Velocidad	18
1.16.4 Principio de Bernoulli	18
CAPITULO II	20
ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	20
2.1 Criterios de valoración para la selección de la alternativa	20
2.2 Bombas	20
2.2.1 Alternativa 1: Electrobomba centrífuga modelo CP680A	20

2.2.2 Alternativa 2: Electrobomba centrífuga modelo 2CP32/210B	22
2.2.3 Alternativa 3: Electrobomba centrífuga HFm6B	24
2.3 Tuberías.....	26
2.3.1 Alternativa 1: Tuberías de polivinilo de cloruro (PVC).....	26
2.3.2 Alternativa 2: Tuberías de polietileno alta densidad.....	28
2.3.3 Alternativa 3: Tubería de acero.....	29
2.4 Aspersores.....	32
2.4.1 Alternativa 1: Aspersor serie 3504.....	32
2.4.2 Alternativa 2: Aspersor serie 5000.....	33
CAPITULO III.....	36
CÁLCULOS.....	36
3.1 Lámina de agua (LR)	36
3.1.1 Evapotranspiración del cultivo (ETc)	36
3.2 Dosis de riego (Dr).....	38
3.3 Selección de la tubería	39
3.3.1 Caudal en tubería lateral.....	40
3.3.2 Cálculo de pérdidas en el tramo 1	41
3.3.2.1 Pérdidas en la tubería lateral.....	42
3.3.2.2 Pérdidas en tubería secundaria	43
3.3.2.3 Pérdidas en la tubería principal.....	45
3.3.2.4 Pérdidas por accesorios.....	46
3.4 Pérdida total del tramo 1 (estadio – tanque)	47
3.5 Dimensionamiento de la bomba en el tramo 1.....	47
3.6 Cálculo de pérdidas en el tramo 2.....	48
3.6.1 Pérdidas en la tubería principal.....	48
3.7 Pérdida total tramo 2 (punto de captación-tanque).....	49
3.8 Dimensionamiento de la bomba en el tramo 2.....	50
3.9 Cálculo del NPSH.....	50
3.9.1 NPSH del tramo 2	50
3.9.2 NPSH en el tramo 1.....	52
CAPÍTULO IV.....	53

COSTOS	53
4.1 Detalle de costos	53
4.2 Costos de inversión de un estudio de riego por goteo	53
4.2.1 Costos directos	53
4.2.1.1 Costos de materiales	54
4.2.1.2 Costos de equipos y maquinaria.....	56
4.2.1.3 Costo mano de obra	57
4.2.1.4 Costos de transporte	58
4.2.2 Costos indirectos	59
4.3 Costos totales	60
4.4 Costos de operación y mantenimiento	61
4.4.1 Costo de operación mensual.....	61
4.4.2 Costos de mantenimiento	61
4.4.3 Consumo energético de la bomba	62
4.4.3.1 Costo de consumo energético de la bomba 1	63
4.4.3.2 Costo de consumo energético de la bomba 2	63
4.5 Viabilidad del proyecto a partir del VAN y TIR	64
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig 1. Ubicación geográfica de Otavalo	2
Fig 2. Ubicación de la comunidad de Agato.....	3
Fig 3. Rociado por aspersión de una cancha deportiva.....	7
Fig 4. Componentes de sistemas de riego por aspersión [6].....	8
Fig 5. Partes del sistema de bombeo.....	31
Fig 6. Aspersores de agua [10]	14
Fig 7. El caudal a través de la superficie de la figura en (a) y (b) [12].....	17
Fig 8. Electrobomba centrífuga modelo CP680A [18].	20
Fig 9. Electrobomba centrífuga modelo 2CP32/210B[19].	22
Fig 10. Electrobomba centrífuga HFm6B [19].	24
Fig 11. Tuberías de plástico de alta densidad (PEAD) y polivinilo de cloruro (PVC)...	26
Fig 12. Tuberías de polietileno alta densidad (PEAD)	28
Fig 13. Tubería de acero.	29
Fig 14. Aspersor serie 3504 [22].....	32
Fig 15. Aspersor serie 5000 [22].....	33
Fig 16. Distribución de los aspersores	38
Fig 17. Identificación de tuberías dentro de la cancha.....	39
Fig 18. Distribución de la tubería lateral	42
Fig 19. Tubería secundaria y principal	43
Fig 20. Tubería principal.....	45
Fig 21. Jerarquía del proyecto.....	57
Fig 22. VAN Y TIR	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Accesorios sistema de conducción de agua [7].....	9
Tabla 2. Criterios de valoración	20
Tabla 3. Datos técnicos: bomba centrífuga modelo CP680A	21
Tabla 4. Datos técnicos: bomba centrífuga con doble rodete modelo 2CP32/210B.....	23
Tabla 5. Datos técnicos bomba: centrífuga modelo HFm6B	25
Tabla 6. Análisis y valoración de las alternativas	26
Tabla 7. Análisis y valoración de las alternativas	31
Tabla 8. Especificaciones del aspersor serie 3504	32
Tabla 9. Especificaciones del aspersor serie 5000	34
Tabla 10. Análisis y valoración de las alternativas	35
Tabla 11. Eficiencias del aprovechamiento del agua [25]	37
Tabla 12. Velocidades recomendadas de flujo [15]	43
Tabla 13. Longitudes equivalentes en accesorios[28].....	46
Tabla 14. Longitudes equivalentes en accesorios[28].....	48
Tabla 15. Costos de materiales.....	54
Tabla 16. Costos maquinaria.....	56
Tabla 17. Costos de mano de obra	58
Tabla 18. Costos transporte	59
Tabla 19. Costos totales directos.....	59
Tabla 20. Costos indirectos	60
Tabla 21. Costos totales	61
Tabla 22. Costos de mantenimiento	61
Tabla 23. Herramientas de mantenimiento	62
Tabla 24. Costo energía a pagar	63
Tabla 25. Resultados de la viabilidad del VAN Y TIR.....	65

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Valores del coeficiente de desarrollo de cultivo

ANEXO 2: Aspersor ajustable serie 5000

ANEXO 3: Especificaciones para tuberías PVC (U)

ANEXO 4: Curva característica de la bomba serie CP 750

ANEXO 5: Curva característica de la bomba serie CP 160-210

ANEXO 6: Tasas de interés

ANEXO 7: Nomograma para determinar la longitud equivalente

ANEXO 8: Proforma pernos y abrazaderas

ANEXO 9: Cotización del tanque

ANEXO 10: Cotización de la bomba de 15 HP

ANEXO 11: Cotización de la bomba de 2 HP

ANEXO 12: Cotización de los accesorios

ANEXO 13: Topografía de la comunidad de Agato

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación (1): Caudal

Ecuación (2): Presión

Ecuación (3): Ecuación de Bernoulli

Ecuación (4): Lámina de agua

Ecuación (5): Evapotranspiración

Ecuación (6): Capacidad diaria necesaria

Ecuación (7): Capacidad del tanque reservorio

Ecuación (8): Dosis de riego

Ecuación (9): Tiempo de riego

Ecuación (10): Número de aspersores

Ecuación (11): Caudal de la tubería lateral

Ecuación (12): Ecuación de Hazen Williams

Ecuación (13): Velocidad

Ecuación (14): Caudal tubería secundaria

Ecuación (15): Pérdida total del sistema

Ecuación (16): Potencia teórica de la bomba

Ecuación (17): Potencia real

Ecuación (18): NPSH disponible en acometidas

Ecuación (19): NPSH disponible en aspiración

Ecuación (20): Costo de consumo energético

LISTA DE ABREVIACIONES

NPSH	Carga de succión neta positiva
°C	Grados centígrados
HP	Caballo de fuerza
PEAD	Polietileno de alta densidad
PVC	Polivinilo de cloruro
LR	Lámina de riego
ETc	Evapotranspiración del cultivo
A	Área
VAN	Valor actual neto
TIR	Tasa interna de retorno
V	Volumen
Dr	Dosis de riego
CP	Centrífugas
HF	Centrífugas de medios caudales
KW	Kilovatios
Km	Kilómetros

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Agato: Es la comunidad indígena kichwa ubicada a los pies del monte Imbabura, en el Cantón Otavalo, Provincia de Imbabura.

Katun Yacu: Palabra kichwa que significa río grande.

Caudal: Cantidad de agua que lleva una corriente

Presión: Fuerza que ejerce un gas, un líquido o un sólido sobre una superficie.

Cisterna: Depósito grande, generalmente subterráneo, para recoger y conservar el agua.

Topografía: Técnica que consiste en describir y representar en un plano la superficie o el relieve de un terreno.

Gravedad: Fuerza de atracción que la Tierra u otro cuerpo celeste ejerce sobre los cuerpos que están cerca o sobre él.

Hidráulica: Parte de la mecánica que estudia el equilibrio y el movimiento de los fluidos.

Velocidad: Relación que se establece entre el espacio o la distancia que recorre un objeto y el tiempo que invierte en ello.

Fluido: Que es de consistencia blanda, como el agua o el aceite, y fluye, corre o se adapta con facilidad.

Bomba hidráulica: Máquina que se usa para extraer, elevar o impulsar líquidos y gases de un lugar a otro.

Potencia: Capacidad para producir trabajo, que se mide por la cantidad de trabajo realizado por una fuerza en una unidad de tiempo.

Eficiencia: Capacidad de realizar un trabajo minimizando el consumo de recursos.

Energía: Capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, etc.

Flexibilidad: Capacidad de doblarse un cuerpo fácilmente y sin que exista peligro de que se rompa.

Aspersor: Mecanismo que esparce o dispersa a presión un líquido, como el agua para el riego o los herbicidas químicos, en gotas muy finas.

Evapotranspiración: Cantidad de agua del suelo que vuelve a la atmósfera como consecuencia de la evaporación y de la transpiración de las plantas.

Volumen: Espacio que ocupa un cuerpo.

Fisura: Abertura alargada y con muy poca separación entre sus bordes, que se hace en un cuerpo sólido.

RESUMEN

En el presente proyecto titulado “Diseño de un sistema de riego por goteo, captando el agua del río Katun Yacu para el estadio de la comunidad de Agato cantón Otavalo” el cual se le planteó al presidente de la comunidad, informando cuales serían los beneficios de tener un sistema de riego tecnificado para la cancha deportiva de la comunidad, captando el agua del río y no empleando el agua potable que muchas veces lo usan también para el riego de sus cultivos.

En el primer capítulo se tiene una breve historia del riego por goteo, la ubicación geográfica de la comunidad, concepto de levantamiento topográfico y procesos de riego, términos utilizados en sistema de bombeo, componentes del sistema de riego, tipo de bombas, aspersores y válvulas, conceptos de hidráulica.

En el segundo capítulo se tiene la selección de alternativas de bombas, tubería y aspersores, escogiendo la más idónea para el proyecto por medio de una calificación y mirando sus ventajas y desventajas.

En el tercer capítulo se tiene los cálculos en donde se indica que se empleará una bomba de 15Hp y una de 2Hp con una tubería de 3”, la bomba centrífuga de mayor potencia captará el agua del río para trasladarla hacia el reservorio, para posteriormente ser impulsado por la siguiente bomba hasta el punto final.

Para concluir en el cuarto capítulo se tiene los costos directos e indirectos del proyecto en donde se concluye que tendrá un costo total de \$ 22.272,12 con las debidas cotizaciones y análisis de ganancias a futuro con el VAN y TIR.

Palabras clave: Riego, sistema de bombeo, aspersores, diseño hidráulico, caída de presión.

ABSTRACT

In this theses project titled “Design of a drip irrigation system, capturing water from Katun Yacu river for Agato community’s stadium in canton Otavalo” which was presented to that community’s president, informing him about the benefits of having a technified irrigation system for the community’s sports court capturing water from the nearby river and not using the drinking water that they usually use for consumption and watering the crops.

First chapter has a brief history about drip irrigation, the community’s geographical location, the topographic survey concept, terms used on pumping systems, irrigation system components, type of pumps, sprinklers and valves, hydraulics basics.

Second chapter deals with alternative selections like pumps, pipes and sprinklers, choosing the most suitable for the project endorsed by a qualification and analyzing its advantages and downsides.

Third chapter presents all calculations where is indicated that a 15Hp pump and a 2Hp pump were used with a 3” pipe because of the distant and high the fluid (water) had to travel.

At last, forth chapter contains all the costs of the project, both direct and indirect, where it pointed out that the cost of the project would have a total expense of \$22,272.12 with all market rates and NPV and IRR analysis checked.

Key words: Irrigation, pumping system, sprinklers, hydraulic design, pressure drop.

INTRODUCCIÓN

Años atrás las personas pensaban que el agua era inacabable. En la actualidad el progresivo incremento de las necesidades agrícolas e industriales hacen que este líquido vital sea más limitado, por ende, su uso debería ser gastado de una manera más eficaz.

Este estudio de diseño pretende captar el agua del río Katun Yaku, este río se origina en el lago San Pablo provincia de Imbabura, ubicado en la comunidad de Otavalo a 91 km de la ciudad de Quito.

Este estudio tiene como finalidad el llevar el agua de una manera óptima a las personas que lo necesiten, es decir, se pretende captar el agua del río hasta un punto requerido para posteriormente ser distribuida de la mejor manera, lo cual requiere un levantamiento topográfico indicando ¿Cuál es la distancia exacta? y los posibles inconvenientes al querer trazar una línea de tubería por una zona rural en donde se tiene casas, postes de luz y alcantarillado.

Dicha captación de agua se la utilizará para el procedimiento de riego, en donde se la distribuye equitativamente hacia todo el terreno deportivo, por aspersores que la rocían a una presión alta, mojando el polideportivo antes de alguna competencia deportiva o evento cultural.

Con el diseño del sistema de riego por goteo se asevera el ahorro del agua y mano de obra de las personas de la comunidad, que lo venían realizando de manera empírica con una manguera. Así solo se deberá dar un mantenimiento preventivo a los tanques, bombas, tubería, aspersores y distintos elementos del sistema.

OBJETIVOS

Objetivo general

Diseño de un sistema de riego por goteo, captando el agua del río Katun Yacu para el estadio de la comunidad de Agato cantón Otavalo.

Objetivos específicos

- Realizar un levantamiento topográfico de información.
- Seleccionar los elementos mecánicos y accesorios para la edificación del proyecto.
- Analizar el caudal necesario para seleccionar las bombas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La principal problemática que se presenta en la asociación de Agato es la carencia de un procedimiento de riego de agua en el estadio, desde una fuente de abastecimiento hasta su campo deportivo, entonces es necesario implementar un medio mecánico en el que no se requiera de personas para riego o para llevar con una línea de entrega de agua hasta su punto de destino, en consecuencia, se descubre la obligación de hacer un diseño y técnica de riego que facilite a la comunidad el trabajo que venían realizando empíricamente, con la constante pérdida de tiempo.

JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a la problemática planteada, el proyecto de captación de agua busca el ahorrar el consumo de agua potable a los pobladores de la comunidad en sus cultivos, por medio de un sistema de riego de última generación que posibilite a las personas un menor costo en sus facturas de agua, consiguiendo una mayor productividad en sus campos de cultivos y un mejor aspecto de su complejo deportivo mediante una irrigación técnica y planificada.

El proceso de riego mediante un trabajo eficaz disminuirá el proceso erosivo de la tierra en las épocas de sequía, manteniéndola húmeda todo el año y de esta manera conseguir un espacio deportivo más acogedor y apto para las actividades tradicionales que realiza la comunidad año tras año.

ALCANCE DEL PROYECTO

El presente estudio de un sistema de captación de agua contempla un alcance de:

- Entrega de cotizaciones de los diferentes equipos, accesorios y materiales para la implementación.
- Levantamiento topográfico de la línea de conducción de agua.
- Costos de Directos e Indirectos dentro de construcción del sistema.
- Plan de mantenimiento preventivo para el correcto funcionamiento de bombas y accesorios.

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO

1.1 Historia de la aspersión por goteo

El sistema de riego por goteo que se utiliza actualmente tuvo sus orígenes en la región de Neguev, zona árida situada al sur de Israel. El ingeniero israelita Simja Blass, a fines de los años 50 se percató que, en los cultivos de diferentes tipos de árboles, ciertos arboles cercanos a una pequeña fuga de agua que proveniente de una tubería crecían mucho mejor. Luego el Ingeniero realizó sus primeros experimentos para perfeccionar este método de riego que había descubierto; posteriormente la empresa israelita Netafim compro la patente y en 1965 lanzó al mercado los primeros sistemas de riego por goteo que operaban en base a la generación de fricción, lo que producía un flujo laminar y consecuente a esto eran muy sensibles al taponamiento. Para remediar esta falencia se diseñó un sistema de laberinto dentado que modifica la trayectoria del agua a través del gotero [1].

1.2 Concepto de levantamiento topográfico

[2] Afirma que, se entiende por levantamiento topográfico al conjunto de actividades que se realizan en el campo con el objeto de capturar la información necesaria que permita determinar las coordenadas rectangulares de los puntos del terreno, ya sea directamente o mediante un proceso de cálculo, con las cuales se obtiene la presentación gráfica del terreno levantando, el área y volúmenes de tierra cuando así se requiera.

Además se define como el proceso de medir, calcular y dibujar para determinar la posición relativa de los puntos que conforman una extensión de tierra [3].

1.3 Ubicación

El área de estudio se localiza en la Provincia de Imbabura, cantón Otavalo en la comunidad de Agato en Ecuador, situada a 110 kilómetros al norte de la ciudad de Quito, lo cual se muestra en la **figura 1**. Otavalo ha sido declarada como la “Capital intercultural del Ecuador” por ser una ciudad con un enorme potencial paisajístico y una gran riqueza cultural.



Fig 1. Ubicación geográfica de Otavalo

1.4 Geografía

Para la localización de las coordenadas geográficas del cantón Otavalo se empleó Google Maps como la mejor herramienta, localizando lo más cerca posible a la comunidad de Agato, obteniendo los posteriores datos delimitantes, que se muestra en la **figura 2**.

Latitud: 0.2345700°

Longitud: -78.2624800°

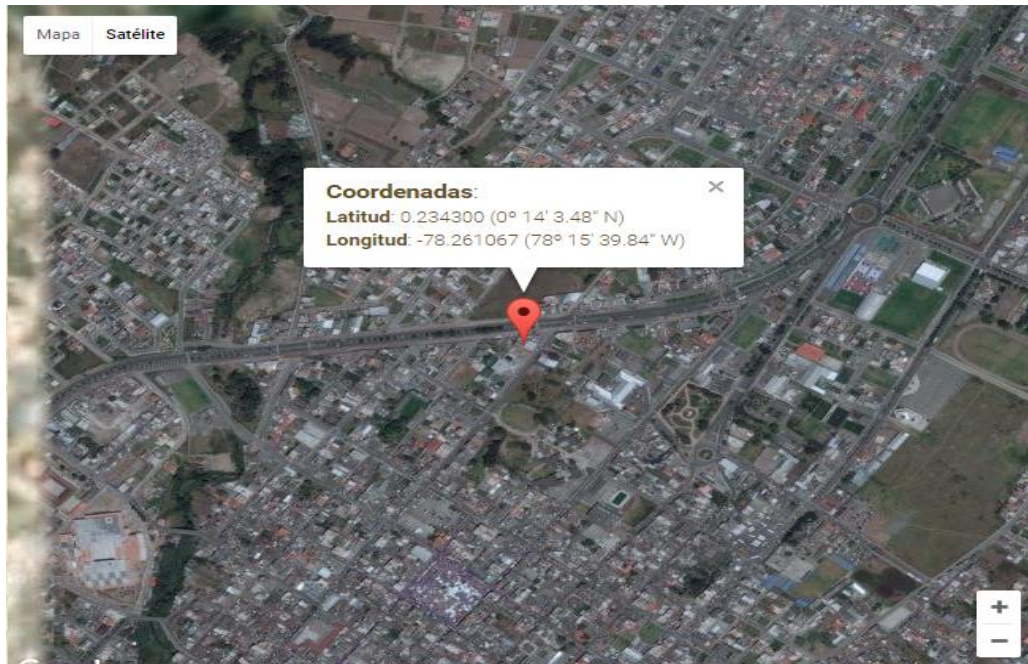


Fig 2. Ubicación de la comunidad de Agato

1.5 Conceptos básicos de un proceso de riego

El riego se define como una actividad en la cual se proporciona agua sobre un cultivo o canchas deportivas, con la única intención de hidratar y mantener saludables a las plantas para que puedan subsistir.

Estas necesidades que tienen las plantas han dado lugar a las diferentes metodologías de verter agua sobre el suelo para que sea absorbida por las plantas en su proceso de crecimiento, razón por los que es imprescindible en el gran mundo de la agricultura.

1.6 Términos utilizados en sistema de bombeo

1.6.1 Alturas

Se describe como la elevación existente entre dos puntos y en base a esto el objetivo de una bomba hidráulica es transportar un fluido por dicha elevación; para una mejor comprensión se estudiará tres conceptos primordiales descritas a continuación.[4].

1.6.1.1 Altura estática de succión o aspiración

La altura de succión es la distancia entre la superficie del líquido a elevar y la del eje de la bomba [4].

1.6.1.2 Altura estática de descarga o impulso

Corresponde al punto más alto de la instalación, que resulta del desniveles existente entre la altura del eje de la bomba y la cota piezométrica superior [4].

1.6.1.3 Altura dinámica total de elevación

Resulta de la sumatoria de las alturas estáticas descritas anteriormente más las pérdidas de carga provocadas por la fricción en las conexiones y tuberías [4].

1.6.2 Aspiración

Es el resultado obtenido al succionar, cuando la bomba está ubicada sobre el nivel del líquido. Esta ubicación da lugar un cierto grado de vacío que hace elevar el líquido, si la altura máxima de aspiración no se consigue puede ser a causa de: [4].

1.6.2.1 Pérdidas de carga

La pérdida de carga puede ser por la fricción provocada por las tuberías y accesorios además, se presentan pérdidas especiales de carga en la aspiración [4].

1.6.2.2 Generación de presión de vapor

Cuando la presión absoluta es menor a la presión de vapor del líquido que se va a elevar, ocurre un proceso de vaporización que interrumpe la descarga [4].

1.6.2.3 Cavitación

Sucede a causa de la pérdida de presión localizada, exceso de velocidad del fluido, etc., por esto el líquido forma burbujas o cavidades llenas de vapor que se desvían a regiones con mayor presión dentro de la bomba, provocando un daño dentro de la bomba a causa de la implosión [4].

1.6.3 Carga neta de succión o NPSH (Net Positive Suction Head)

Es la altura de la columna que se requiere para mover el líquido sin producir cavitación. Este es un valor totalmente experimental y es proporcionado por los fabricantes de las bombas [4].

1.6.4 Carga neta de succión o NPSH disponible

Es la diferencia entre la altura de la presión atmosférica y la altura de aspiración más las pérdidas de carga más la presión de vapor. La NPSH disponible no depende de la bomba sino del sistema hidráulico [4].

1.6.5 Cebado

Es una operación o actividad que consiste en sacar el aire de la tubería o conducción de aspiración y de la bomba para que quede llena con líquido y no se generen situaciones de cavitación. Se puede realizar de dos formas: Sacando el aire por medio de una bomba de vacío o llenando la tubería de impulsión mediante un By-Pass [4].

1.6.6 Golpe de ariete

Fenómeno causado sobre todo el sistema hidráulico originado al retornarse el agua que hay en la tubería de descarga por parada y/o apagado de la bomba. Este fenómeno debe prevenirse con la colocación de válvulas de retención, ya que su secoso daña las conducciones, las conexiones y las partes de la bomba [4].

1.6.7 Presión atmosférica

Es la presión que ejerce el aire en cualquier punto de la atmósfera.

1.7 Tipos de riego

En la agricultura se han venido implementando diversos tipos de riego dando paso a nuevas metodologías, que han facilitado el trabajo del campesino en el cuidado de sus sembríos. Tomando estas técnicas de irrigación y empleándolas en campos deportivos por su eficacia. Entre la metodología más utilizada para campos deportivos se mencionará la siguiente: riego por goteo o aspersión.

1.7.1 El riego por goteo o aspersión

El método por aspersión mostrada en la **figura 3**, consiste en humedecer el campo deportivo por medio de un rociado con alta presión, esto se obtiene mediante emisores que se denominan aspersores. En términos generales, se considera eficiente un método de riego cuando el agua aplicada al cultivo es utilizada en un porcentaje superior al 70% [5]. En vista a su efectividad en el manejo de los recursos hídricos en el sector agrícola, se ha visto factible utilizar la misma sistemática en el estadio de la Comunidad de Agato cantón Otavalo.



Fig 3. Rociado por aspersión de una cancha deportiva

1.8 Componentes del sistema

Los procesos de riego por aspersión constan de las siguientes partes fundamentales, ver **figura 4** y **tabla 1**: unidad de bombeo, tuberías de distribución, aspersores y válvulas [6].

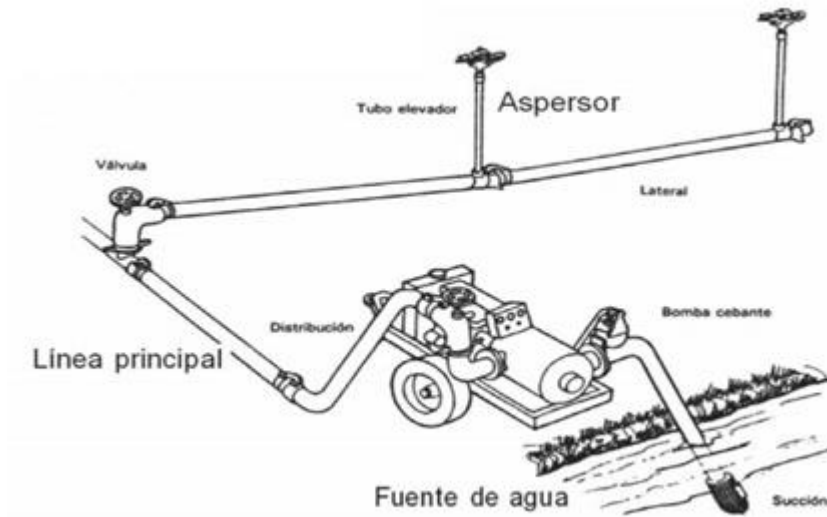


Fig 4. Componentes de sistemas de riego por aspersión [6]

Tabla 1. Accesorios sistema de conducción de agua [7].

Accesorios para la conducción de agua		
Nro.	Accesorio	Aplicación
1	Juntas	Las juntas se utilizan para unir tuberías.
2	Carretes	Los carretes son cilindros de diminuta longitud dotado de bridas en los límites para su unión.
3	Extremidades	Son pequeños tubos que se ubican en el punto de vaciado a través de una brida en uno de sus extremos.
4	Tees	La tees se emplean para fusionar tres conductores en figura de T.
5	Cruces	Su aplicación tiene lugar en la unión de cuatro conductos en diseño de cruz, donde las cuatro uniones pueden ser de igual diámetro, o dos de diámetro mayor y dos de diámetro menor.
6	Codos	Su objetivo es unir dos tubos de igual diámetro en una variación de la dirección sea horizontal o vertical.
7	Reducciones	Este tipo de uniones se utilizan para unir dos tubos de diferente diámetro.
8	Acoples	Es una pequeña parte de un tubo de PVC o de fibrocemento que se emplean para unir las espigas de dos tubos o conductos del mismo tamaño.
9	Tapones y tapas	Su principal función es obstruir el paso del fluido y se instala en el extremo de un conducto.

1.9 Partes del sistema de bombeo

En la **figura 5** se muestra las partes del sistema de bombeo y captación de agua.

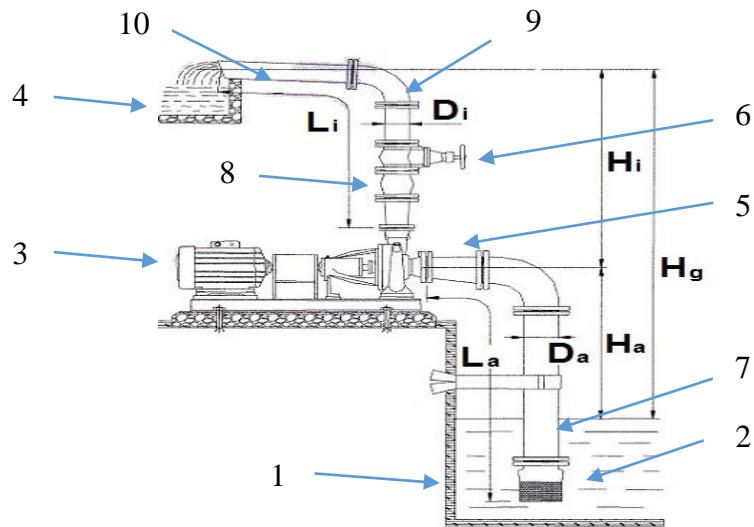


Fig 5. Partes del sistema de bombeo

1. Tanque del punto de captación
2. Válvula de pie
3. Bomba centrífuga, motor, succión, descarga
4. Tanque depósito de agua
5. Cono difusor
6. Válvula de compuerta
7. Tubería de succión
8. Válvula de retención
9. Codo
10. Tubería de descarga

1.10 Unidad de bombeo

En la explicación de [6] la unidad de bombeo tiene como objetivo alimentar el fluido (agua) a los aspersores con el caudal y la presión requerida por los emisores para su eficaz funcionamiento. La presión generada debe ser suficientemente capaz de someter la disimilitud de altura y todas aquellas pérdidas que se presenten en las tuberías y sus accesorios.

1.11 Tipos de bombas

Las bombas más frecuentes usadas en el abastecimiento de agua son las bombas centrífugas horizontales y verticales y, las bombas sumergibles. El diseñador selecciona el tipo de bomba más adecuada a las necesidades requeridas [8].

1.11.1 Bombas centrífugas horizontales

Son equipos que tienen el eje de transmisión de la bomba en forma horizontal. Tienen la ventaja de poder ser instaladas en un lugar distinto de la fuente de abastecimiento, lo cual permite ubicarlas en lugares secos, protegidos de inundaciones, ventilados, de fácil acceso, etc.

Este tipo de bomba se debe emplear en cisternas, fuentes superficiales y embalses. Por su facilidad de operación y mantenimiento es apropiado para el medio rural. Su bajo costo de operación y mantenimiento son una ventaja adicional.

La mayor desventaja que presentan estas bombas es la limitación en la carga de succión ya que el valor máximo teórico que alcanza es el de la presión atmosférica del lugar (10.33

m. a la altura del mar), sin embargo, cuando la altura de succión es de 7 metros la bomba ya muestra deficiencias de funcionamiento [8].

1.11.2 Bombas centrífugas verticales

Son equipos que tienen el eje de transmisión de la bomba en forma vertical sobre el cual se apoya un determinado número de impulsores que elevan el agua por etapas. Deben ubicarse directamente sobre el punto de captación, por lo cual casi se limita su uso a pozos profundos [8].

1.11.3 Bombas sumergibles

Son equipos que tienen la bomba y motor acoplados en forma compacta, de modo que ambos funcionan sumergidos en el punto de captación; se emplean casi exclusivamente en pozos muy profundos, donde tienen ventaja frente al uso de bombas de eje vertical.

Estas bombas tienen la desventaja de eficiencia relativamente baja, por lo cual aun cuando su costo puede ser relativamente bajo, el costo de operación es elevado por su alto consumo de energía [8].

1.12 Sistema de distribución de agua

En [6] se mencionará que, una red de distribución se define como un conjunto de tuberías instaladas con el fin de transportar agua desde el tanque de almacenamiento hasta los emisores de riego satisfaciendo los criterios necesarios de presión y caudal requeridos.

1.12.1 Conducción por bombeo

La conducción por bombeo es fundamental cuando se quiere añadir energía para calcular el costo del diseño. Esta clase de conducción se usa principalmente cuando el nivel del agua en la fuente de abastecimiento está por debajo de la altura piezométrica marcada en el punto de entrega. El equipo de bombeo muestra la energía por utilizar para obtener el transporte del agua [9].

1.12.2 Conducción por gravedad

Este tipo de conducción se observa cuando el nivel del agua en la fuente de abastecimiento está por encima de la altura existente en el punto de entrega del agua; el transporte del fluido se calcula por la diferencia de energías disponible [9].

1.12.3 Conducción por bombeo gravedad

Este caso se da si el trazo de la conducción cruza por partes más altas que el nivel de la superficie del agua en el tanque de regularización, es necesario verificar y analizar la implementación de un tanque intermedio en ese punto. La colocación del tanque da lugar para que se forme una conducción por bombeo-gravedad donde la primera etapa es por bombeo y la segunda etapa por gravedad [9].

1.13 Aspersores

Para la selección del tipo de aspersor más adecuado a utilizar depende del cultivo que va a ser regado **figura 6**.

Para cultivos de pastos o cultivos de gran envergadura es recomendable la utilización de aspersores gigantes; para cultivos de hortalizas es recomendable la utilización de aspersores de baja presión; para frutales es recomendable la utilización de aspersores de media presión y de ángulo bajo de salida [10].



Fig 6. Aspersores de agua [10]

1.14 Válvulas

Según [6][11], las válvulas son dispositivos que permiten regular el caudal dentro de los sistemas de las vías de tuberías, la selección de la misma depende del diseño en particular. La manipulación del flujo dentro del sistema se da de las siguientes formas: permite el paso del flujo y controla el flujo.

1.14.1 Válvula eliminadora de aire

Su objetivo es suprimir el aire del tubo que frecuentemente se aglomera en las partes altas sobre el trazo de la conducción, cuando ésta se encuentra ejecutándose [9].

1.14.2 Válvula de admisión y expulsión de aire

Esta válvula se emplea para eliminar el aire que abarca la tubería al momento de empezar el llenado del conducto. cuando el agua ejerce presión sobre el flotador de la válvula, esta se cierra y no se abre durante el conducto este bajo presión [9].

1.14.3 Válvula de no retorno

La válvula de no retorno se emplea con la finalidad de impedir la circulación del fluido en dirección contraria al sentido determinado por el sistema [9].

1.14.4 Válvula de seccionamiento

Según [9], la válvula de seccionamiento se utiliza para regular el flujo dentro del conducto de acuerdo a las necesidades de operación, ya sea para impedir el paso del agua o reducir el gasto a un valor requerido. Esta válvula puede ser de tipo compuerta, de esfera o de mariposa.

1.14.5 Válvula aliviadora de presión

[9] afirma que, la válvula aliviadora de presión se utiliza en un sistema de tuberías para mantener la presión y disminuir las sobrepresiones causadas por un fenómeno transitorio. Esta válvula está compuesta por un resorte calibrado que tiene como objetivo abrir la compuerta cuando la presión sobrepasa un valor determinado. Su aplicación se ve frecuentemente en cañerías de pequeño diámetro.

1.14.6 Válvula anticipadora del golpe de ariete

Según [9], la válvula anticipadora de golpe de ariete brinda protección al equipo de bombeo de la onda de sobrepresión generada por el paro de la bomba o falla de energía. Esta válvula funciona mediante el aprovechamiento de la presión del mecanismo de conducción y el nombre de anticipadora se da a que inicia el funcionamiento previo a la llegada de la onda de sobrepresión.

1.15 Modalidades de captación de agua

1.15.1 Aguas superficiales

En esta modalidad el agua de captación puede proceder de ríos o lagos y su punto de captación generalmente depende de varios criterios técnicos como es el caudal, material de arrastre, navegabilidad, etc., por estas razones se puede captar el agua en los laterales del río o en el fondo dependiendo de casos particulares de diseño [12].

1.15.2 Aguas subterráneas

Las aguas subterráneas contienen elementos contaminantes que no se pueden detectar y además transportan partículas en suspensión, en ciertos casos en elevadas cantidades. La captación de agua de los pozos se da mediante una bomba centrífuga de tipo horizontal por su alta potencia de succión [12].

1.16 Conceptos de hidráulica

1.16.1 Caudal

Según [13], el caudal Q es la cantidad de fluido por unidad de tiempo que transita a través de una sección transversal a la corriente **figura 7**. Por ejemplo, en un conducto de agua es la cantidad de litros que circula en una hora a través de un plano transversal a la tubería.

Ecuación dimensional (1):

$$[Q] = [L]^3 [T]^{-1} \quad (1) [13]$$

Donde:

Q = Caudal

L = Volumen

T = Tiempo

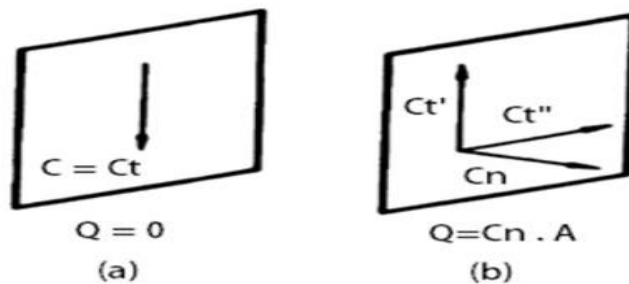


Fig 7. El caudal a través de la superficie de la figura en (a) y (b), [12].

1.16.2 Presión

[14] afirma que, la presión se define como la cantidad de fuerza que se ejerce sobre una unidad de área de una sustancia, o sobre una superficie. Se enuncia por medio de la ecuación (2):

$$P = F/A \quad (2) [14].$$

Donde:

F = Fuerza

A = Área

Los fluidos están sujetos a variaciones grandes de presión, en función del sistema en el que se utilizan.

1.16.3 Velocidad

Se define como la rapidez con la que las partículas de un fluido transitan a lo largo de una distancia determinada por unidad de tiempo. Este fenómeno físico se mide en pies sobre segundos (ft/s) o metros sobre segundos (m/s) [15].

1.16.4 Principio de Bernoulli

Según [16], el principio de Bernoulli, describe el comportamiento de un fluido en movimiento a través de una línea de corriente. Este concepto fue presentado por Daniel Bernoulli en su obra Hidrodinámica (1738) y expresa que un fluido ideal (sin viscosidad ni rozamiento) en circulación a través de un conducto cerrado, la energía que posee el fluido permanece constante a lo largo de la trayectoria. Un fluido describe en cualquier momento tres componentes energéticos:

- Cinético: es la energía provocada por la velocidad del fluido.
- Potencial gravitacional: es la energía debido a la altitud que posee un fluido.

- Energía del fluido: es la energía del fluido generada por la presión a la que se encuentra sometida la misma.

La ecuación (3) es conocida como “Ecuación de Bernoulli” (Trinomio de Bernoulli).

$$\frac{V^2 \rho}{2} + P + \rho g z = \text{constante} \quad (3) [16].$$

Dónde:

V= Velocidad del fluido en la sección considerada.

g = Aceleración gravitatoria.

z = Altura en la dirección de la gravedad desde una cota de referencia.

P = Presión a lo largo de la línea de corriente.

ρ = Densidad del fluido

CAPITULO II

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

2.1 Criterios de valoración para la selección de la alternativa

Para la selección de la alternativa más adecuada de bombas, tubería y aspersores se procede a una calificación o valoración basado en rendimientos, costos, mantenibilidad y operabilidad mostrada en la **tabla 2**.

Tabla 2. Criterios de valoración

Criterios de valoración	
1	Bajo
2	Medio bajo
3	Medio alto
4	Alto

2.2 Bombas

2.2.1 Alternativa 1: Electrobomba centrífuga modelo CP680A

La **figura 8** muestra la bomba centrífuga modelo CP680.



Fig 8. Electrobomba centrífuga modelo CP680A [17].

Descripción general

Son utilizadas principalmente para transportar agua sin partículas abrasivas y líquidos que no reaccionen químicamente con los materiales que constituyen la bomba. Por su alto grado de eficiencia y confiabilidad es utilizado en el campo civil, agrícola e industrial; para el suministro de agua posee una altura de aspiración de 7 metros, trabaja a una temperatura de -10°C hasta +40°C, en el cuerpo de la bomba existe una presión de 10 bar ver **tabla 3**, las principales aplicaciones son sistemas de riego agrícola, provisión de agua en edificios y en sistemas industriales de fábricas [17].

Tabla 3. Datos técnicos: bomba centrífuga modelo CP680A

Datos técnicos bomba CP680A
Caudal (mínimo - máximo): 100L/min a 600L/min
Altura manométrica (mínimo – máximo): 60m a 75m
Potencia: 10HP
Succión y descarga (en pulgadas): 2x2
Voltaje: 3F – 220/440V
NPSH: 4ft a 20ft

Ventajas

- Sus curvas características son amplias y estables.
- Posee buenas capacidades de absorción para bajos como para altos caudales.
- Sus rendimientos son caracterizados por elevados valores absolutos.

Desventajas

- Altura limitada de trabajo, la cual no se debe sobrepasar por posibles fallas.

- El líquido a transportar debe estar libre de impurezas, debido a que la bomba podría presentar fallas a un cambio de viscosidad.
- Se debe tener una central o fuente de energía cerca del sistema de bombeo para poder energizarla y que funcione adecuadamente.

2.2.2 Alternativa 2: Electrobomba centrífuga modelo 2CP32/210B

La **figura 9** muestra la bomba centrífuga modelo 2CP32/210B.



Fig 9. Electrobomba centrífuga modelo 2CP32/210B[18].

Descripción general

Esta bomba se emplea para impulsar agua limpia, sin impurezas abrasivas y líquidos que no afecten químicamente a los materiales que la constituyen, para el suministro de agua; esta bomba posee una altura de aspiración de hasta 7 metros, la temperatura de operación está en el intervalo de -10°C a $+40^{\circ}\text{C}$, además la presión máxima que soporta el cuerpo de la bomba es de 10bar ver la **tabla 4**, se caracteriza por su funcionamiento continuo; las

principales aplicaciones son industriales: provisión de agua en edificios y sistemas de riego de huertos y campos deportivos [18].

Tabla 4. Datos técnicos: bomba centrífuga modelo 2CP32/210B

Datos técnicos bomba 2CP32/210B
Caudal (mínimo - máximo): 40L/min a 250L/min
Altura manométrica (mínimo – máximo): 56m a 94m
Potencia: 7.5HP
Succión y descarga (en pulgadas): 2x1.1/4
Voltaje: 3F – 220/440V
NPSH: 4ft a 16ft

Ventajas

- Sus curvas características son particularmente amplias y estables.
- Posee buenas capacidades de absorción para bajos como para altos caudales.
- Sus rendimientos son caracterizados por elevados valores absolutos.

Desventajas

- Altura limitada de trabajo, la cual no se debe sobrepasar por posibles fallas.
- El líquido a transportar debe estar libre de impurezas, debido a que la bomba podría presentar fallas a un cambio de viscosidad.
- Se debe tener una central o fuente de energía cerca del sistema de bombeo para poder energizarla y que funcione adecuadamente.

2.2.3 Alternativa 3: Electrobomba centrífuga HFm6B

La **figura 10** muestra la bomba centrífuga modelo HFm6B.



Fig 10. Electrobomba centrífuga HFm6B [19].

Descripción general

Las electrobombas modelo HF son centrífugas y de alto caudal. Sus elevados rendimientos, debido a su alto caudal, y posibilidad de funcionamiento continuo permite que sea aplicada para irrigación por gravedad o aspersión, para el bombeo de agua de lagos, ríos, pozos y para muchas otras aplicaciones industriales caracterizadas por la necesidad de tener caudales considerables con alturas medio bajas, esta bomba posee una altura de aspiración manométrica de hasta 7 metros, trabaja a una altura de -10°C hasta $+40^{\circ}\text{C}$, la presión máxima en el cuerpo de la bomba 10bar ver **tabla 5**, este tipo de bomba

es de flujo continuo, las principales aplicaciones son bombeo de canales, bombeo de pozos, y riego por aspersión y gravedad [19].

Tabla 5. Datos técnicos: bomba centrífuga modelo HFm6B

Datos técnicos bomba HFm6B
Caudal (mínimo - máximo): 200L/min a 1100L/min
Altura manométrica (mínimo – máximo): 5m a 14m
Potencia: 2HP
Succión y descarga (en pulgadas): 3x3
Voltaje: 1F – 220
NPSH: 4ft a 16ft

Ventajas

- Sus curvas características son medianamente amplias y estables.
- Posee buenas capacidades de absorción para bajos como para altos caudales.
- Sus rendimientos son caracterizados por elevados valores absolutos.

Desventajas

- Altura limitada de trabajo la cual no se debe sobrepasar por posibles fallas.
- El líquido a transportar está lleno de impurezas; debido por lo cual este sistema debe tener al largo del sistema un sistema de filtros.
- Se debe tener una central o fuente de energía cerca del sistema de bombeo para poder energizarla y que funcione adecuadamente.

Tabla 6. Análisis y valoración de las alternativas

Factores a analizar	ALTERNATIVAS		
	Alternativa1	Alternativa2	Alternativa 3
Potencia	4	3	1
Caudal	3	1	4
NPSH	2	2	2
Carga	3	4	1
Succión y Descarga	3	2	4
TOTAL	15	12	12

Mediante los resultados de valoración obtenidos en la **tabla 6**, se ha concluido que la alternativa 1 es la más factible por su alta capacidad de bombeo, presiones trabajo adecuados y su sencillo mantenimiento.

2.3 Tuberías

2.3.1 Alternativa 1: Tuberías de polivinilo de cloruro (PVC)

La **figura 11** muestra la tubería de plástico de alta densidad y polivinilo de cloruro PVC



Fig 11. Tuberías de plástico de alta densidad (PEAD) y polivinilo de cloruro (PVC)

Descripción general

Los termoplásticos son los que actualmente presentan interés para su uso en sistemas de abastecimiento de agua potable. Entre estos los de mayor aplicación son: el polietileno de alta densidad (PEAD) y el polivinilo de cloruro (PVC) [20].

Ventajas

- Gran flexibilidad, que permite su presentación en rollos.
- Su ligereza, ya que pesa ocho veces menos que el acero y tres veces menos que el fibrocemento.
- Ausencia de corrosión.
- Instalación rápida y sencilla
- Ventaja económica

Desventajas

- Alto costo en diámetro de 200mm y mayores.
- Se modifica las propiedades mecánicas al exponer prolongadamente a los rayos solares.
- Los tubos de extremos lisos requieren de mano de obra altamente especializada.

2.3.2 Alternativa 2: Tuberías de polietileno alta densidad

La **figura 12** muestra la tubería de polietileno de alta densidad.



Fig 12. Tuberías de polietileno alta densidad (PEAD)

Descripción general

Las tuberías de polietileno se fabrican en cuatro diferentes relaciones de dimensión y son aptas para trabajar a presiones especificadas. Según las condiciones de operación se aplica un factor de seguridad igual a 3 o 4 veces la presión de trabajo para llegar a la presión de ruptura. El factor de 3 (F3) se aplica en líneas subterráneas en terreno estable, mientras que el factor de 4 (F4) se aplica en líneas expuestas a movimientos de terreno o tráfico pesado y líneas a la intemperie [20].

Ventajas

- Posee una resistencia estructural que le permite a su vez una gran flexibilidad, para soportar cargas de agua.

- El polietileno de alta densidad posee una durabilidad extremadamente resistente ante impactos químicos y ante la abrasión.
- Posee una eficiencia hidráulica en el interior de la misma.

Desventajas

- Problemas en uniones de plástico ya que son fabricadas con resina acetífica.
- Tampoco permiten un encolado o ningún tipo de unión de tipo rosca.
- Son muy susceptibles a la dilatación térmica.

2.3.3 Alternativa 3: Tubería de acero

La **figura 13** muestra la tubería de acero para conducción de agua.



Fig 13. Tubería de acero.

Descripción general

Se fabrican comercialmente con diámetros desde 3.18 mm (1/8") hasta 1219 mm (48") y son recomendables para líneas de conducción con altas presiones de trabajo. Su utilización obliga a revestirlos contra la corrosión interior y exterior de acuerdo a las normas de PEMEX y se adaptaría a lo deseado y económico a juicio del SIAPA. Son muy durables,

resistentes y adaptables a las distintas condiciones de instalación que se tengan. Además en diámetros de 45 cm (18”) de diámetro en adelante, se deberá de agregar protección catódica [20].

Ventajas

- Resisten altas temperaturas lo cual no da paso a una deformación de la misma.
- Alta resistencia a presiones elevadas.
- Son fáciles de instalar ya que se puede realizar roscas en los extremos para adaptarles las uniones.

Desventajas

- Al pasar del tiempo este tipo de tubería tiende a desgastarse y a desprender óxido, ocasionando una contaminación de agua lo cual se lleva a un mantenimiento continuo.
- Altos costos de instalación dependiendo de las distancias y de los diámetros.
- No es flexible por lo cual hay que adecuar el terreno para que este tipo de tubería no se deforme por el terreno.

Observaciones y recomendaciones para la selección de tubería

La selección de tuberías requiere un análisis para cada caso particular, en el que se evalúen las cargas externas y la presión interna y se verifique que se cumplan las especificaciones correspondientes. Entre los diversos materiales se elegirá el que más se adapte a las especificaciones del proyecto y al aspecto económico.

Entre los factores que se deben considerar para la selección de tuberías son:

- Caudal
- Durabilidad
- Disponibilidad en el mercado
- Costos de suministro e instalación
- Aspectos de operación y mantenimiento

Tabla 7. Análisis y valoración de las alternativas

Factores a analizar	ALTERNATIVAS		
	Alternativa1	Alternativa2	Alternativa 3
Caudal	3	3	3
Durabilidad	2	3	3
Disponibilidad	4	3	2
Costos	4	2	2
Instalación	4	2	2
TOTAL	17	13	12

De acuerdo al resultado obtenido en la tabla de valoración en la **tabla 7**, la alternativa 1 es la más factible.

2.4 Aspersores

2.4.1 Alternativa 1: Aspersor serie 3504

La **figura 14** muestra el aspersor serie 3504.



Fig 14. Aspersor serie 3504 [21].

Aplicaciones

Los aspersores de la serie 3504 son aspersores de turbina de ½" (15/21) ver **tabla 8**, de fácil uso para cortos y medios alcances por lo que son adecuados para aplicaciones residenciales. La regulación de este tipo de aspersor es rápida y sencilla utilizando un destornillador de punta plana.

Tabla 8. Especificaciones del aspersor serie 3504

Datos técnicos aspersor serie 3504
Alcance: 4.6 a 10.7 m
Alcance utilizando el tornillo de reducción: 2.9 m
Presión: 1.7 - 3.8 bar
Caudal: 0.12 - 1.04 m ³ /h
Toma roscada: 1/2"
Ajuste de sector: 40° - 360°

Ventajas

- Posee un filtro en su interior para retener las impurezas que pudieron haber pasado desde la captación hasta su llegada.
- Tiene un amplio alcance de aspersión con una mediana fuerza de riego del agua por lo cual es adecuado para un jardín.
- Es compatible con otros instrumentos y accesorios.

Desventajas

- Su manipulación debe ser cuidadosa debido a que sus componentes son de polietileno en la mayoría.
- Sus costos medianamente elevados debido a que son reemplazables.
- Su mantenimiento debe ser realizado por personal calificado y que sepa del tema de manipulación.

2.4.2 Alternativa 2: Aspersor serie 5000

La **figura 15** muestra el aspersor serie 5000.



Fig 15. Aspersor serie 5000 [21].

Aplicaciones

Los aspersores de serie 5000 son robustos de alcance medio ver **tabla 9**, con mecanismo de turbina. Se emplean en aplicaciones residenciales o comerciales poco sofisticadas. Son aspersores duraderos, con excelente rendimiento, y con la ventaja añadida de permitir el ajuste del sector de riego desde la parte superior del aspersor.

Tabla 9. Especificaciones del aspersor serie 5000

Datos técnicos aspersor serie 5000
Alcance: 7 – 15.2m
Alcance utilizando el tornillo de reducción: 5.2m
Presión: 1.7 – 4.5bar
Caudal: 0.16 – 1.91 m ³ /h
Toma roscada hembra: 3/4"
Ajuste de sector: 40° - 360°
Ajuste de círculo completo: 360°

Ventajas

- Posee un filtro en su interior para retener impurezas que pudieron haber pasado desde la captación hasta su llegada.
- Tiene un amplio alcance de aspersión con una mayor fuerza de riego del agua por lo cual es adecuado para amplios campos.
- Es compatible con otros instrumentos y accesorios.

Desventajas

- Su manipulación debe ser cuidadosa debido a que sus componentes son de polietileno en la mayoría.

- Sus costos medianamente elevados debido a que son reemplazables.
- Su mantenimiento debe ser realizado por personal calificado y que sepa del tema de manipulación.

Tabla 10. Análisis y valoración de las alternativas

Factores a analizar	ALTERNATIVAS	
	Alternativa1	Alternativa2
Alcance	3	4
Presión	2	3
Toma roscada	4	3
Ajuste de sector	4	4
Caudal	3	4
TOTAL	16	18

En conclusión, a los resultados obtenidos en la **tabla 10** de análisis y valoración, el aspersor más factible es la alternativa 2.

CAPITULO III

CÁLCULOS

3.1 Lámina de agua (LR)

Se define como la capa de agua con la que una superficie de tierra queda cubierta en su totalidad por un volumen de agua, la cual se determina en función del valor de la eficiencia de riego (E_f) descrita en la **tabla 11** mediante la **ecuación (4)**:

$$LR = \frac{E_{tc}}{E_f} \quad (4) [22]$$

Dónde:

E_{tc} = Evapotranspiración del cultivo (mm)

E_f = Eficiencia de riego (adimensional)

3.1.1 Evapotranspiración del cultivo (E_{Tc})

Se define como la combinación de dos procesos (evaporación a través del suelo y la transpiración del cultivo) mediante el cual los cultivos pierden agua y se determina mediante la **ecuación (5)** [23].

$$E_{Tc} = K_c \times E_{to} \quad (5) [23]$$

Dónde:

K_c = Coeficiente de desarrollo del cultivo (Adimensional)(**Anexo 1**)

E_{to} = Evaporación del tanque evaporímetro (mm)(**Anexo 1**)

$$E_{Tc} = 2.4 \text{ mm}$$

Para el cálculo de la lámina de agua es necesario conocer las eficiencias de riego que estarán detalladas en siguiente tabla y de acorde al estudio que se está realizando se ha escogido la de 0.90 de la **Tabla 11**.

Tabla 11. Eficiencias del aprovechamiento del agua [24]

Eficiencia de Riego	
Ef. Riego (Gravedad)	0.40
Ef. Riego (Aspersión)	0.70
Ef. Riego (Goteo)	0.90

- Lámina de agua requerida diaria.

$$LR = 2.67 \text{ mm} = 2.67 \text{ l/m}^2$$

- Área de riego.

$$A = 6460 \text{ m}^2$$

- Capacidad diaria necesaria (volumen).

$$V = LR \times A = 17248,2 \text{ l} \tag{6}[25]$$

- Capacidad necesaria del tanque reservorio (para un día).

$$CNR = V * \text{\#días} = 17,25 \text{ m}^3 \tag{7}$$

3.2 Dosis de riego (Dr)

La dosis de riego es la cantidad o porción de agua que se aplica a una superficie de cultivo en cada labor de riego y se la define con la **ecuación (8)**.

$$Dr = \frac{Q_a \times n}{\Delta D \times \Delta L} \quad (\text{mm/área/hora}) \quad (8)[26]$$

Dónde:

Q_a = Caudal del aspersor (litro/hora) (**Tabla 8**)

ΔD = Distancia entre goteros (m)

ΔL = Distancia entre laterales (m)

n = Número de laterales por hilera (adimensional)

Para la determinación del número de emisores en el área de la cancha se deberá de hacer un dibujo de la distribución dentro de la misma **figura 16**.

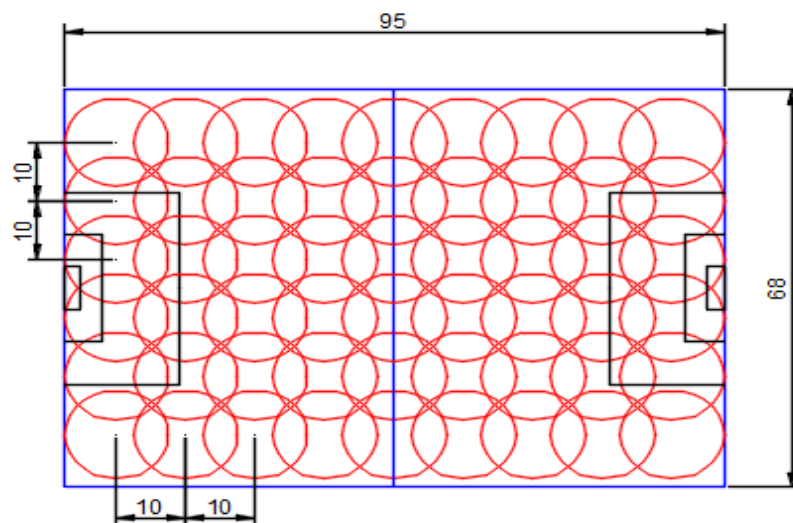


Fig 16. Distribución de los aspersores

De acuerdo a la distribución de los aspersores en la cancha se determinará la dosis de riego, dichos aspersores trabajarán con un caudal de $1 \text{ m}^3/\text{h}$ y un alcance de 10m para los cálculos correspondientes mediante la **ecuación (8)**.

$$D_r = \frac{1 \text{ m}^3/\text{h} \times 1}{10\text{m} \times 10\text{m}} = 10 \text{ mm/h}$$

- Tiempo de riego diario mediante la **ecuación (9)**.

$$T_R = L R / D_r \quad (9)[22]$$

$$T_R = 2.67\text{mm} / 10 \text{ mm/h} = 0.267 \text{ h} = 16 \text{ min}$$

3.3 Selección de la tubería

Para la selección de tubería, se debe analizar el caudal en la tubería principal, secundaria y lateral ver **figura 17**.

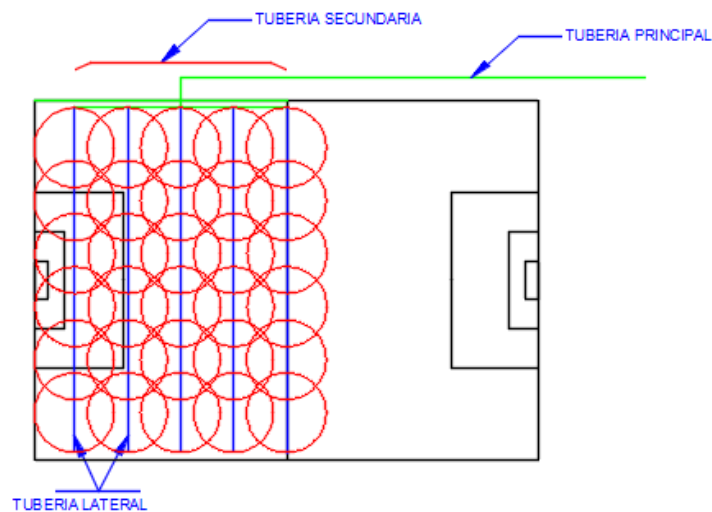


Fig 17. Identificación de tuberías dentro de la cancha

3.3.1 Caudal en tubería lateral

Para el cálculo del caudal de la tubería lateral se determina primeramente el número de aspersores; mediante la división de la longitud lateral de la cancha para el alcance de giro del aspersor seleccionado, dicha deducción se define con la **ecuación (10)**.

$$Na = L_{le} / A_a \quad (10)$$

Dónde:

L_{le} = Longitud lateral del estadio (m)

A_a = Alcance del aspersor (m)

$$Na = 5 \text{ aspersores}$$

Se establece que: para un uso eficiente de los aspersores se emplearán solo la mitad de la cancha, una vez regado la mitad se procederá a conectar en la otra mitad de la cancha por medio de un acople rápido reduciendo costos. Una vez determinado el número de aspersores para la mitad de la cancha, se calcula del caudal en la tubería lateral teniendo ya definido el caudal de trabajo del aspersor previamente seleccionado y mediante el uso de la **ecuación (11)**.

$$Q_{TL} = Q_a * Na \quad (11)$$

Dónde:

Q_a = Caudal del aspersor (m^3/h)

Na = Número de aspersores (adimensional)

Q_{TL} = Caudal tubería lateral (m^3/h)

$$Q_{TL} = 5 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

3.3.2 Cálculo de pérdidas en el tramo 1

El cálculo de pérdida de carga en las tuberías se empleará la ecuación de Hazen Williams que es una de las más idóneas en redes de distribución que se la define mediante la **ecuación (12)**.

$$h_L = 10,674 * \left(\frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} * D^{4,871}} \right) * L \quad (12)[14]$$

Dónde:

h_L = Pérdida de carga o de energía (m)

Q = Caudal (m^3/h)

C = Coeficiente de rugosidad (adimensional)

D = Diámetro interno de la tubería (m)

L = Longitud de la tubería (m)

En la fórmula de Hazen Williams se debe trabajar con el caudal correspondiente de cada línea, la longitud y el diámetro interior de tubería, una vez determinado las pérdidas se procede a definir la velocidad con la **ecuación (13)** y comparar con las velocidades recomendadas de la **tabla 12**.

$$v = Q/A \quad (13)[14]$$

Dónde:

v = Velocidad (m/s)

Q = Caudal (m^3/h)

A = Área transversal tubería (m^2)

3.3.2.1 Pérdidas en la tubería lateral

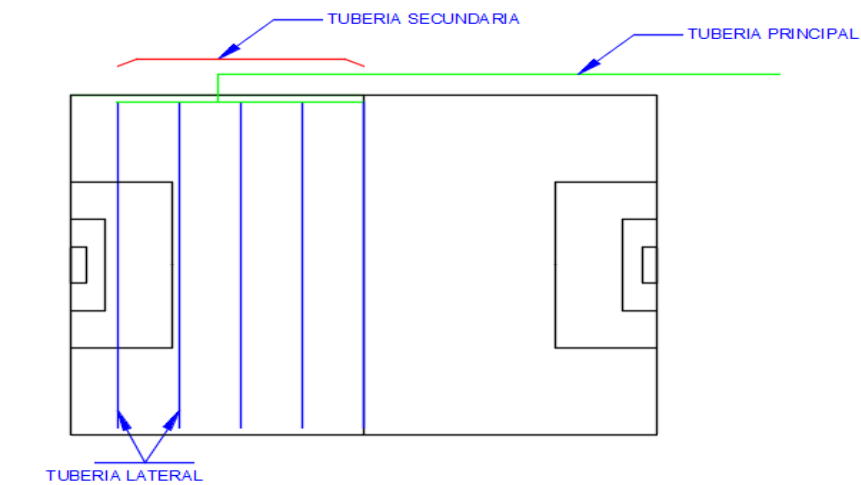


Fig 18. Distribución de la tubería lateral

La **figura 18** muestra la distribución de las tuberías laterales. Para calcular la caída de presión en las tuberías se debe enfocar las condiciones de velocidades recomendadas de trabajo ver **tabla 12**, comparando la real con la teórica, según [14], recomienda en las aplicaciones normales de abastecimiento de líquidos, que la velocidad del flujo este en el rango de 1.2 m/s a 3 m/s.

Tabla 12. Velocidades recomendadas de flujo [14]

Rango recomendado de velocidades		
Tipo de servicio	pie/s	m/s
Líneas de succión	2-4	0,6-1,2
Líneas de retorno	4-13	1,5-4
Líneas de descarga	7-18	2-5,5

Aplicando las **ecuaciones (12) y (13)** con las variables correspondientes de longitud lateral de la cancha de 68 m y un diámetro nominal de 40 mm y diámetro interior de 37 mm que se encuentran en el Anexo 3, se tiene que la pérdida de carga y las velocidades en la tubería lateral, son las siguientes.

$$h_L = 3,66 \text{ m}$$

$$v_L = 1,28 \text{ m/s}$$

3.3.2.2 Pérdidas en tubería secundaria

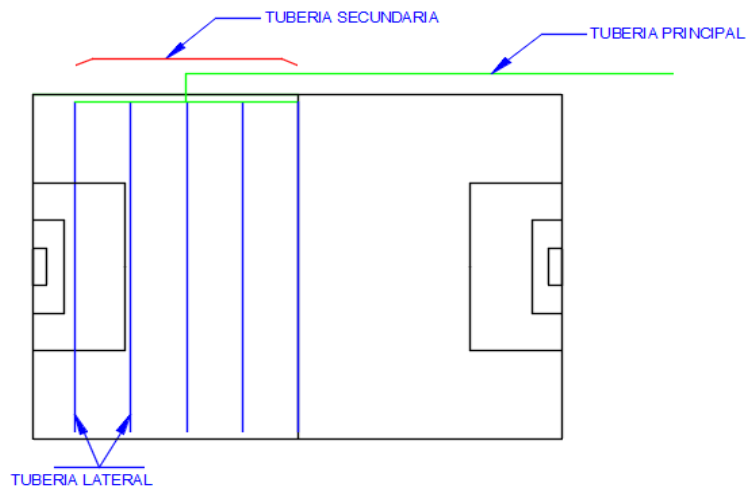


Fig 19. Tubería secundaria y principal

El caudal de la tubería secundaria es igual al caudal de la tubería lateral por el número de tuberías laterales ver **figura 19** y **ecuación (14)**.

$$Q_S = Q_{TL} * N_L \quad (14)$$

Dónde:

Q_S = Caudal tubería secundaria (m^3/h)

Q_{TL} = Caudal tubería lateral (m^3/h)

N_L = Número de tuberías laterales (adimensional)

$$Q_S = 15 \text{ m}^3/h$$

Definido el caudal en la tubería secundaria, se aplica la **ecuación (12)** y **(13)** con las variables correspondientes de longitud de la cancha de 47.5 m y un diámetro nominal de 63 mm y diámetro interior de 59 mm que se encuentran en el **Anexo 3**, se tiene que la pérdida de carga y las velocidades en la tubería lateral, son las siguientes.

$$h_s = 2,03 \text{ m}$$

$$v_s = 1,52 \text{ m/s}$$

3.3.2.3 Pérdidas en la tubería principal

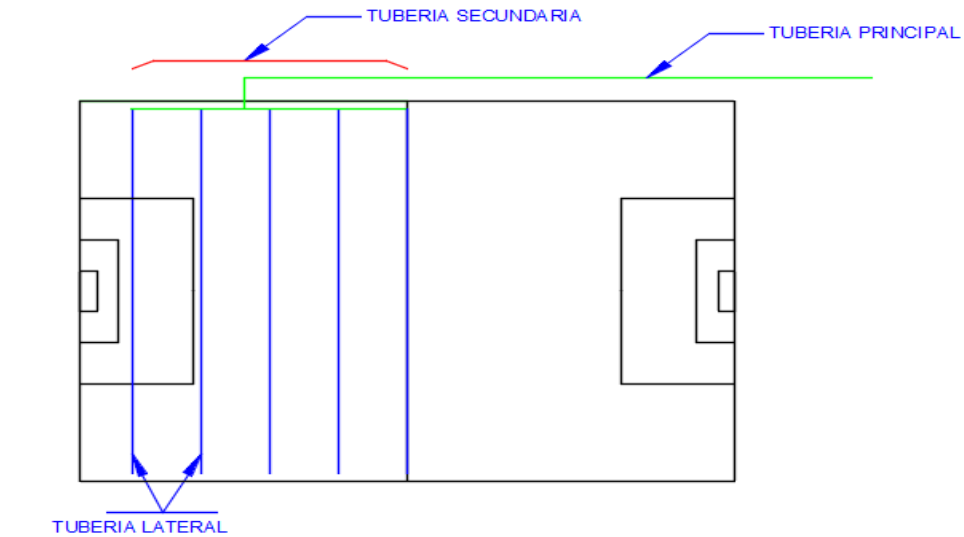


Fig 20. Tubería principal

El caudal de la tubería principal de la **figura 20**, se determina mediante el producto del flujo volumétrico de la tubería secundaria por el número de tuberías secundarias.

$$Q_p = 30 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dónde:

Q_p = Caudal primario

Definido el caudal en la tubería primaria, se aplica la **ecuación (12)** y **(13)** con las variables correspondientes de longitud de tubería de 620 m con un área 575 m^2 y un diámetro nominal de 90 mm y diámetro interior de 85.6 mm que se encuentran en el **Anexo 3**, se tiene que la pérdida de carga y las velocidades en la tubería lateral, son las siguientes.

$$h_p = 13,69 \text{ m}$$

$$v_p = 1,44 \text{ m/s}$$

3.3.2.4 Pérdidas por accesorios

Para realizar el cálculo de pérdidas generadas por los accesorios se utilizará el método de longitudes equivalentes tomadas del **Anexo 7**.

Los accesorios empleados en el primer tramo de tubería desde la cancha hasta el tanque, se describe en la **tabla 13** con sus debidas longitudes equivalentes en metros.

Tabla 13. Longitudes equivalentes en accesorios[27]

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente
Codos de 90°	4	2,6 m
Codos de 45°	1	1.4 m
Válvula de compuerta o mariposa	2	0,6 m

Para el cálculo de las pérdidas en el tramo de tubería desde la cancha hasta el tanque se aplica nuevamente la **ecuación (12)** con la única diferencia de longitud equivalente total (L_{ET}), se está considerando la parte de accesorios que deberán ir colocados en esa sección, con sus debidas longitudes equivalentes de pérdidas en metros.

A demás realizando los cálculos y obteniendo los resultados correspondientes se procede a remplazarlos en la **ecuación (12)**, se tiene los siguientes resultados.

$$L_{ET} = 13 \text{ m}$$

$$Q = 0.0083 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$h_A = 0,287 \text{ m}$$

3.4 Pérdida total del tramo 1 (estadio – tanque)

En el cálculo de pérdidas del tramo 1 es la suma de todas las pérdidas más la elevación del terreno y se realiza con la **ecuación (15)**.

$$H_T = h_L + h_s + h_p + h_A + h_F + E \quad (15)[14]$$

Dónde:

H_{T1} = Pérdida total

h_F = Pérdidas por filtrado

E = Elevación

$$H_{T1} = 10,367 \text{ m}$$

3.5 Dimensionamiento de la bomba en el tramo 1

Para el cálculo de la bomba se tiene los datos correspondientes y se lo realiza con la **ecuación (16)** que es una potencia teórica.

$$P_{OT} = H_T * \rho_{H2O} * g * Q \quad (16)[28]$$

$$P_{OT} = 842,25 \text{ W}$$

El cálculo de la potencia real considera que las bombas trabajan por lo general a una eficiencia del 70 % y mediante la **ecuación (17)**.

$$P_{\text{real}} = \frac{P_{OT}}{\eta} \quad (17)[28]$$

$$P_{\text{real}} = 1204,64 \text{ w}$$

$$P_{\text{real}} = 1.6 \text{ HP} \approx 2\text{HP}$$

3.6 Cálculo de pérdidas en el tramo 2

3.6.1 Pérdidas en la tubería principal

En el cálculo de pérdidas, desde el punto de captación hacia el tanque nuevamente se aplica la **ecuación (12)** de Hazen Williams con la única diferencia de la longitud equivalente en accesorios total mostrada en la **tabla 14**.

Tabla 14. Longitudes equivalentes en accesorios[27]

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente
Codos de 90°	5	2,6 m
Codos de 45°	3	1.4 m
Válvula de compuerta o mariposa	2	0,6 m

Al realizar el cálculo correspondiente de la longitud total equivalente más la suma de la longitud de tubería se obtendrá la longitud real.

$$L_{ET} = 18.4 \text{ m}$$

$$L_{TB} = 1136 \text{ m}$$

$$L = L_{TB} + L_{TB}$$

$$L = 1154,4 \text{ m}$$

Definido que el caudal en la tubería del tramo 2 es la misma que el caudal del tramo 1 ($Q = 30 \text{ m}^3/\text{h}$), se aplica la **ecuación (12)** con las variables correspondientes de longitud de tubería total de 1154,4 m con un área 575 m^2 y un diámetro nominal de tubería de 90 mm y diámetro interior de 85.6 mm que se encuentran en el **Anexo 3**, se tiene que la pérdida de carga y las velocidades en la tubería principal (tramo 2), son las siguientes.

$$h = 13,69 \text{ m}$$

$$v = 1,44 \text{ m/s}$$

3.7 Pérdida total tramo 2 (punto de captación-tanque)

La pérdida total del tramo 2 es la suma de las pérdidas de la tubería más la elevación del terreno.

$$H_T = 87,7 \text{ m}$$

3.8 Dimensionamiento de la bomba en el tramo 2

Para el cálculo de la bomba se tiene los datos correspondientes y se lo realiza utilizando la **ecuación (16)** que es una potencia teórica.

$$P_{OT} = 7133,52 \text{ W}$$

En el cálculo de la potencia real se debe considerar que las bombas trabajan por lo general a una eficiencia del 70 % y a partir de la **ecuación (17)**.

$$P_{real} = 10190,74 \text{ w}$$

$$P_{real} = 13,66 \text{ HP} \approx 15 \text{ HP}$$

3.9 Cálculo del NPSH

3.9.1 NPSH del tramo 2

En [29] mencionará que, el valor $NPSH_{disp}$ equivale a la reserva total de presión, por encima de la tensión de vapor del fluido, disponible en la brida de aspiración de la bomba.

El $NPSH_{disp}$ se lo define con la **ecuación (18)** y **ecuación (19)** tanto en acometida como para funcionamiento en aspiración que se las representa de la siguiente manera.

$$NPSH_{disp} = 10^5 \frac{(p' - p_t)}{\rho \cdot g} + e_z - Z \quad (18)[29]$$

$$\text{NPSH}_{\text{disp}} = 10^5 \frac{(p' - p_t)}{\rho \cdot g} - e_s - Z \quad (19)[29]$$

Dónde:

e_s = La altura geodésica de aspiración (m)

e_z = La altura geodésica de acometida (m)

p_t = Tensión de vapor (bar)

p' = Presión del gas (bar)

ρ = Densidad (kg/m^3)

g = Aceleración de la gravedad (m/s^2)

Z = Pérdida de carga (m)

Los datos claros de la presión atmosférica o también llamada presión de gas y la altura desde el punto de captación hasta el tanque tipo piscina que será de 4 m y el cálculo de la pérdida de carga que no será mayor a 1, se aplica la **ecuación (19)** en donde se tiene el siguiente resultado.

$$\text{NPSH}_{\text{disp}2} = 5.9 \text{ m}$$

El $\text{NPSH}_{\text{req}2}$ es un dato que se obtiene del fabricante de la bomba en donde por medio de la tabla del **Anexo 4** se puede llegar a determinar este valor con el caudal de trabajo, el dato obtenido del $\text{NPSH}_{\text{req}2} = 2.8 \text{ m}$ a una altura manométrica de 64 m con los datos obtenidos de los dos NPSH se puede determinar que no habrá cavitación en este tramo con los instrumentos adecuados.

$$5.9 \text{ NPSH}_{\text{disp}2} > 2.8 \text{ NPSH}_{\text{req}2}$$

3.9.2 NPSH en el tramo 1

En el cálculo del NPSH del tramo 1 aplica la **ecuación (18)** debido a que la bomba se encuentra ubicada bajo el tanque obteniendo una altura de acometida positiva y así obteniendo el siguiente resultado.

$$\text{NPSH}_{\text{disp}1} = 4.8 \text{ m}$$

El $\text{NPSH}_{\text{req}1}$ es un dato que se obtiene del fabricante de la bomba en donde por medio de la tabla del **Anexo 5** se puede llegar a determinar este valor con el caudal de trabajo, el dato obtenido del $\text{NPSH}_{\text{req}1} = 2.5 \text{ m}$ a una altura manométrica de 26 m con los datos obtenidos de los dos NPSH se determina que no habrá cavitación en este tramo con los instrumentos adecuados.

$$4.8 \text{ NPSH}_{\text{disp}1} > 2.5 \text{ NPSH}_{\text{req}1}$$

CAPÍTULO IV

COSTOS

4.1 Detalle de costos

El detalle de costos de un proyecto es el principio de costos y beneficios que ocurren en diferentes períodos de tiempo. La cual interesa para realizar la toma de decisiones en torno a la conveniencia de ejecutar o no determinado proyecto, es identificar los costos y beneficios atribuidos al mismo, con el objetivo de señalar si es conveniente o no su ejecución. A este enfoque se le denomina detalle de proyectos.

Antes de tomar una decisión para llevar a cabo un proyecto, es importante conocer los costos de cada una de las partes que lo conforman para poder hacer el análisis económico y de factibilidad.

4.2 Costos de inversión de un estudio de riego por goteo

4.2.1 Costos directos

Los costos directos son los valores o rubros que se pueden identificar de manera clara dentro de un proceso productivo o implementación de un proyecto sea un bien o servicio.

Para la implementación del proyecto del diseño de riego por goteo en la comunidad de “Agato” se abarca los siguientes puntos de costos a continuación descritos:

- Costo de materiales
- Costo de mano de obra
- Costo de equipos y maquinaria

- Costo de transporte

4.2.1.1 Costos de materiales

Los costos de materiales son elementos necesarios dentro de la implementación del proyecto, ya que son los insumos primarios que van a ser utilizados para la construcción del proyecto, estos costos de materiales son valores que se pueden identificar claramente y representan un valor representativo dentro del mismo.

Se debe aclarar que en esta lista están incluidos los materiales necesarios para la obra hidráulica y mecánica ver **tabla 15**.

Tabla 15. Costos de materiales

TABLA DE COSTOS DE INSUMOS ESTIMADOS PARA EL PROYECTO.					
ITEM	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNIARIO	PRECIO TOTAL
1	Canastilla de 3" PVC	2	u	\$75,00	\$150,00
2	Válvula check de 3" PVC	3	u	\$44,63	\$133,89
3	Empaques 3"	10	u	\$0,90	\$9,00
4	Bridas de 3" PVC	18	u	\$7,25	\$130,50
6	Tubo PVC E/C de 3" x 0.8 MPA x 6 m	295	u	\$7,34	\$2.165,30
7	Codo de 3" x 90° PVC E/C	29	u	\$1,25	\$36,25
8	Adaptador 3" x 3" hembra PVC /pega rosca	2	u	\$8,75	\$17,50
9	Adaptador 3" x 3" macho PVC /pega rosca	2	u	\$7,52	\$15,04
10	Manguera de 3" x 4 bar Polietileno	3	metros	\$40,00	\$120,00
12	Bidones	2	u	\$23,93	\$47,86
16	Tee de 3" x 90° PVC	4	u	\$0,54	\$2,16
19	Tubo PVC E/C de 1" x 0.8 MPA x 6 m	5	u	\$2,86	\$14,30
20	Adaptador de 1" x 1" hembra PVC	9	u	\$0,16	\$1,44
21	Válvula de aire 1" roscada PVC	9	u	\$3,02	\$27,18
22	Universal de 3" x 3 PVC	4	u	\$0,54	\$2,16
23	Codo de 3" x 45 grados PVC	2	u	\$0,74	\$1,48
24	Monturas de 3" x 1"	7	u	\$7,00	\$49,00

25	Adaptador de 1" x 1" macho PVC	9	u	\$0,29	\$2,61
26	Válvula de paso tipo mariposa 3" PVC	4	u	\$10,24	\$40,96
27	Pegas de 1/4 de galón WELD-ON IPS	4	u	\$9,70	\$38,80
28	Limpia de 1/4 de galón WELD-ON IPS	2	u	\$7,56	\$15,12
29	Guaípes	10	u	\$0,20	\$2,00
31	Brida de 3 plg PVC	2	u	\$7,25	\$14,50
32	Tanque de 20 metros cúbicos Polietileno	1	u	\$3.753,00	\$3.753,00
34	Codo de 2" x 90 grados PVC	8	u	\$1,82	\$14,56
35	Tubo PVC E/C de 2" x 0.6 MPA x 6 m	6	u	\$5,67	\$34,02
36	Adaptador de 2" x 2" macho PVC	4	u	\$0,77	\$3,08
37	Tapón macho de 2" PVC	4	u	\$0,54	\$2,16
38	Tee de 2" x 90 grados PVC	9	u	\$1,79	\$16,11
39	Tubo PVC E/C de 2" x 0.8 MPA x 6 m	2	u	\$6,95	\$13,90
40	Adaptadores de 2" x 2" hembra PVC	9	u	\$0,83	\$7,47
41	Acoples tipo V de 2" PVC	9	u	\$2,27	\$20,43
42	Acoples tipo F de 2" PVC	9	u	\$2,05	\$18,45
43	Codo roscado de 2" PVC	9	u	\$1,82	\$16,38
44	Bushing de 2" a 1/2" PVC	9	u	\$0,52	\$4,68
45	Adaptadores de 1/2" a 3/4" flex o de Compresión PVC	9	u	\$1,23	\$11,07
47	Manguera de 3/4" clase 6 Polietileno	340	metros	\$0,62	\$210,80
48	Tapón compresión hembra 3/4" PVC	1	u	\$0,26	\$0,26
49	Aspersor serie 5000 circulo completo alcance 15 m	30	u	\$15,00	\$450,00
50	Monturas de 3/4" x 3/4"	30	u	\$2,00	\$60,00
51	Bomba PEDROLLO modelo CP 750C 15HP trifásica	1	u	\$1.836,00	\$1.836,00
52	Adaptadores de 3/4" x 3/4" macho PVC	30	u	\$0,19	\$5,70
53	Bomba PEDROLLO modelo CP 160B 2HP trifásica	1	u	\$450,00	\$450,00
54	Adaptadores de 3/4" x 3/4" hembra PVC	30	u	\$0,16	\$4,80
				SUB-TOTAL	\$9.969,92
				TOTAL	\$11.365,71

4.2.1.2 Costos de equipos y maquinaria

Los costos de maquinaria son valores que se deben establecer cuidadosamente ya que son valores que estarán presentes dentro de todo el proceso de implementación, los equipos y maquinaria representan un respaldo tecnológico para lograr un grado alto en la terminación y entrega final del proyecto.

A continuación, se describen los equipos, máquinas y herramientas necesarias para la ejecución de las obras civiles e hidráulicas del proyecto ver **tabla 16**.

Tabla 16. Costos maquinaria

TABLA DE HORAS Y COSTOS DE EQUIPOS Y MAQUINARIA.				
ITEM	DENOMINACIÓN	HORAS/EQUIPO	COSTO/HORA	C. SUBTOTAL (USD)
1	Gallineta de excavación	15	\$30,00	\$450,00
2	Herramientas menores	480	\$0,60	\$288,00
3	Compactadora	15	\$6,00	\$90,00
4	Vibrador	15	\$4,00	\$60,00
5	Equipo de topografía	12	\$5,00	\$60,00
6	Concretera de 4 sacos, encofrado	15	\$6,00	\$90,00
7	Zanjadora	120	\$20,00	\$2.400,00
10	Torno Mecánico	20	\$4,00	\$80,00
11	Grúa móvil	15	\$3,00	\$45,00
12	Soldadora eléctrica	60	\$4,00	\$240,00
13	Compresor	6	\$2,00	\$12,00
			TOTAL	\$3.815,00

* NOTA 1 Se considera como herramientas menores a las cuales su valor no representa un valor significativo dentro del proyecto, sin embargo, son empleadas para ejecución del mismo

4.2.1.3 Costo mano de obra

Mediante el establecimiento de la mano de obra se puede valorar el rubro del esfuerzo tanto físico como mental de las personas necesarias para la implementación del proyecto dentro de este valor se incluye tanto a obreros y operarios que se pagan a través de salarios por unidades de tiempo prestadas ver **tabla 17**.

A continuación, se va a detallar los costos de mano de obra, según los salarios del registro oficial N° 328 estipulado 2017 como se indica a continuación.

En un proyecto se debe establecer necesariamente mandos jerárquicos mismos que se detallan a continuación en la **figura 21**:

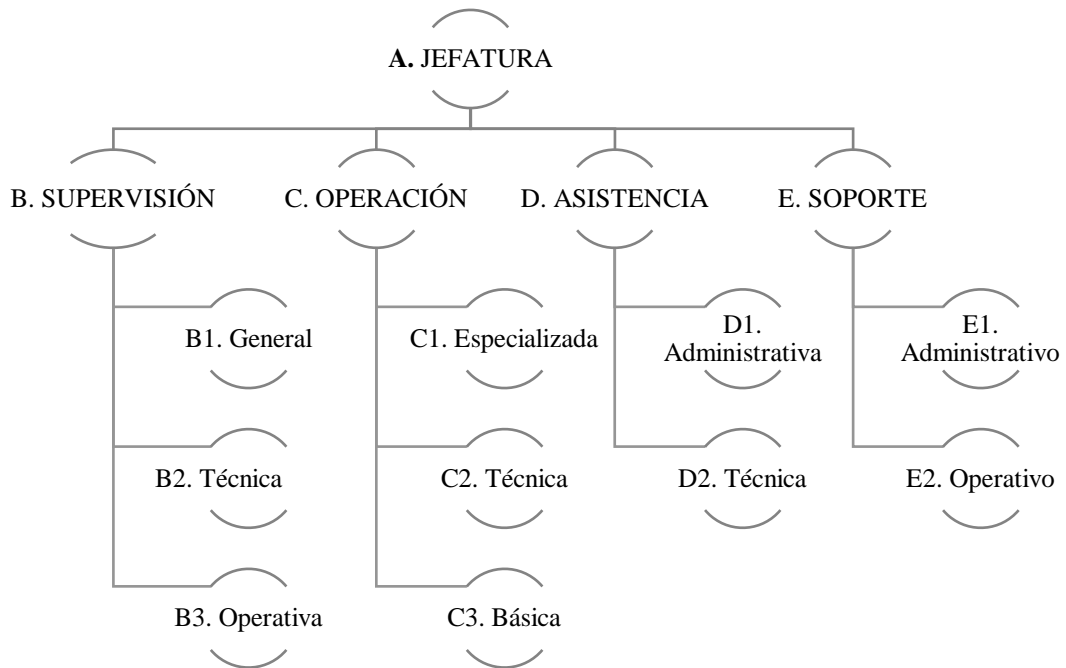


Fig 21. Jerarquía del proyecto

Tabla 17. Costos de mano de obra

TABLA DE HORAS Y COSTOS DE MANO DE OBRA.					
ITEM	DENOMINACIÓN	CATEGORIA	SAL. REAL x HORA (USD)	HORA HOMBRE	C. SUBTOTAL (USD)
1	Albañil	E2	\$6,00	80	\$480,00
2	Ayudante de albañil	E2	\$4,00	80	\$320,00
3	(Ing) Supervisor general	B3	\$30,00	50	\$1.500,00
4	Topógrafo	D2	\$3,34	12	\$40,08
5	Carpintero	E2	\$3,00	40	\$120,00
6	Ayudante general	E2	\$3,00	220	\$660,00
7	Cadenero	E2	\$2,50	12	\$30,00
9	Maestro soldador	D2	\$1,75	8	\$14,00
10	Plomero	C2	\$7,00	220	\$1.540,00
11	Iess				\$298,89
				TOTAL	\$5.002,97

Nota 1. El valor calculado de IESS es el valor vigente a la fecha este rubro es calculado en base a los sueldos percibidos por el albañil, ayudante de albañil, carpintero, ayudante general y plomero como estimación mensual como tiempo parcial.

4.2.1.4 Costos de transporte

Los costos de transporte son valores que se han podido establecer directamente para el traslado de los materiales a ser utilizados a través medición de costos a nivel del mercado.

En la **tabla 18** se detalla los costos de transporte para cada sistema de equipos, materiales, y del personal que eventualmente tengan que trasladarse fuera del área del proyecto.

Tabla 18. Costos de transporte

TABLA DE COSTOS DE TRANSPORTE				
ITEM	DENOMINACIÓN	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO SUBTOTAL (USD)
1	TRANSPORTE DE LAS BOMBAS QUITO-OTAVALO	1	\$40,00	\$40,00
2	TRANSPORTE DE TUBOS Y ACCESORIOS QUITO-OTAVALO	1	\$100,00	\$100,00
3	TRANSPORTE DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN	1	\$20,00	\$20,00
5	TRANSPORTE VARIOS	1	\$40,00	\$40,00
			TOTAL	\$200,00

Tabla 19. Costos totales directos

TABLA DE COSTOS DIRECTOS.		
ITEM	DENOMINACIÓN	SUB. TOTAL
1	COSTOS DE MATERIALES	\$11.365,71
2	COSTOS DE EQUIPOS	\$3.815,00
3	COSTOS DE MANO DE OBRA	\$5.002,97
4	COSTOS DE TRANSPORTE	\$200,00
	TOTAL	\$20.383,68

La **tabla 19** muestra los costos totales directos, de la **tabla 15** (Materiales), **tabla 16** (Equipos), **tabla 17** (Mano de Obra), y **tabla 18** (Transporte), ascienden a un costo total directo de 20.383,68 USD.

4.2.2 Costos indirectos

Son todos los valores que fuera de la medición de costos directos no se han podido identificar dentro del proceso productivo o implementación del proyecto con claridad, o

a su vez por su valor no significativo se deben aplicar de manera global en base a porcentajes

Para detallar los costos indirectos se consideran los siguientes aspectos en la **tabla 20**:

Tabla 20. Costos indirectos

TABLA DE COSTOS INDIRECTOS			
ITEM	DENOMINACIÓN	PORCENTAJE	C. SUBTOTAL (USD)
1	Imprevistos costos directos	4%	\$454,63
2	Montaje de equipos	3%	\$97,80
3	Conserje	2%	\$100,06
4	Servicios básicos (Luz, Agua, Teléfono)	2%	\$396,57
5	Diseño Ingenieril (soporte)	4%	\$200,12
6	Construcciones provisionales	3%	\$594,86
	COSTOS TOTALES INDIRECTOS	18%	\$1.844,04

4.3 Costos totales

Los costos totales son valores finales que engloban los costos directos más los costos indirectos.

El costo total del proyecto está representado por la suma de los costos directos e indirectos detallados en la **tabla 21**:

Tabla 21. Costos totales

TABLA DE COSTOS TOTALES ESTIMADOS		
ITEM	DENOMINACIÓN	VALOR
1	COSTOS DIRECTOS (USD)	\$20.383,68
2	COSTOS INDIRECTOS (USD)	\$1.844,04
	COSTO TOTAL (USD)	\$22.272,72

El costo estimado del proyecto tiene un total es de 22.272,72 USD, que se encuentra financiados en su totalidad por la comunidad de Agato.

4.4 Costos de operación y mantenimiento

4.4.1 Costo de operación mensual

Para estimar los costos de operación mensual del sistema de turbo bombeo se considera los siguientes aspectos de la **tabla 22**:

Tabla 22. Costos de mantenimiento

TABLA DE GASTOS ESTIMADOS PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO ANUAL	
RUBRO	COSTO (USD)
Personal de operabilidad	\$100,00
Personal preventivo	\$300,00
Gastos varios	\$50,00
Gastos totales anuales	\$450,00

4.4.2 Costos de mantenimiento

Los costos por mantenimiento son valores necesarios dentro del proyecto ya que representan salidas de dinero para poder garantizar el respectivo funcionamiento, así como su durabilidad de manera eficiente y eficaz a largo plazo.

Tomado en cuenta un plan de mantenimiento el sistema necesita anualmente \$380,00 USD para financiar los costos de inspección y sustitución de piezas y elementos en función de la periodicidad del plan de mantenimiento del sistema de turbo bombeo como se indica en el plan de mantenimiento preventivo, además para el respectivo mantenimiento anual se empleará las siguientes herramientas descritas en la **tabla 23**:

Tabla 23. Herramientas de mantenimiento

TABLA DE DETALLE DE RUBROS DE GASTOS DE HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO ANUAL		
ITEM	DENOMINACIÓN	UNIDAD
1	Alicate	u
2	Destornillador Plano	u
3	Destornillador Estrella	u
4	Martillo metálico y de goma	u
5	Juego de llaves mixtas	u
6	Juego de llaves hexagonales	u
7	Pala	u
8	Pico	u
9	Sierra con arco	u
10	Linterna	u
11	Machete	u
12	Barra	u
13	Lubricante (Aceite, grasa)	GL
14	Desengrasante	GL
15	Guaípe	KG
16	Rastrillo	u
17	Escoba	u
18	Trapos Limpios	u

4.4.3 Consumo energético de la bomba

Para conocer el consumo energético de cada bomba necesitamos saber el costo del Kwh que se está cobrando en la comunidad de Agato que es 0,04 ctvs y los datos de la Bomba

que se encuentran en el **Anexo 4 y 5** que se utilizarán en el proyecto, entonces se procede a realizar el siguiente cálculo:

4.4.3.1 Costo de consumo energético de la bomba 1

La bomba de 15 hp operará 6 días al mes durante 2 horas entonces con la **ecuación (20)** se tiene:

$$CTM = PB \times HTM \times CTK \quad (20)$$

$$C. \text{ mensual} = 11 \text{ kw} \times 12 \text{ h} \times 0.04 \text{ ctvs}$$

$$C. \text{ mensual} = 5,28 \text{ USD}$$

4.4.3.2 Costo de consumo energético de la bomba 2

De la **ecuación (20)** se realiza el cálculo para la bomba de 2 hp que operará al mes, 6 días, durante 2 horas entonces:

$$C. \text{ mensual} = 1.5 \text{ kw} \times 12 \text{ h} \times 0.04 \text{ ctvs}$$

$$C. \text{ mensual} = 0,72 \text{ Ctvs}$$

Tabla 24. Costo energía a pagar

COSTOS TOTALES ENERGIA PROYECTADA	
COSTO BOMBA 1 (15hp)	\$5,28
COSTO BOMBA 2 (2hp)	\$0,72
TOTAL, ENERGÍA EMPLEADA MENSUAL	\$6,00
TOTAL, ENERGÍA EMPLEADA ANUAL	\$72,00

4.5 Viabilidad del proyecto a partir del VAN y TIR

Al iniciar un proyecto se debe medir la rentabilidad del mismo, para esto se utilizará dos herramientas fundamentales que ayudan a realizar estos procedimientos que son:

- VAN
- TIR.

El VAN es un indicador financiero que permite identificar los ingresos o beneficios que se tiene al implementar el proyecto menos los gastos que se tienen por el mismo, cuando hay un valor positivo es el resultado de que el proyecto sea viable después de tener una inversión inicial. En el proyecto va a ser de 22.272,72 USD que es la suma total de costos indirectos y costos indirectos descritos en las tablas anteriores y un beneficio de 31,063.20 USD que es el resultado de realizar la inversión menos los gastos de mantenimiento anuales, para observar esta viabilidad se realiza un análisis a tres años, se mencionará que el proyecto tendrá una duración como mínima de 20 años con los respectivos mantenimientos anuales.

Al realizar los respectivos cálculos se tiene que el VAN es de 58.786,34 USD ver **tabla 25**, lo que significa que el proyecto es viable y que la inversión inicial va a ser recuperada.

El segundo indicador financiero es el TIR que es la tasa máxima que puede aceptar para no tener ni ganancia ni pérdida el TIR busca que el VAN sea igual a cero donde el proyecto es viable o no en el análisis el TIR representa 127.65% ver **tabla 25** y **figura 22**.

Tabla 25. Resultados de la viabilidad del VAN Y TIR

AÑOS	INVERSIÓN	BENEFICIO NETO	BENEFICIO	VAN	TIR	TASA DE DESCUENTO	VAN
0	\$ 22.272		\$ 22.272	\$ 22.272	127,65%	0%	\$ 70.917
1		\$ 31.063	\$ 31.063	\$ 28.836		1%	\$ 69.084
2		\$ 31.063	\$ 31.063	\$ 26.770		2%	\$ 67.310
3		\$ 31.063	\$ 31.063	\$ 24.851		3%	\$ 65.593
	\$ 22.272	\$ 93.189	\$ 70.917	\$ 58.186		4%	\$ 63.931
						5%	\$ 62.320
						6%	\$ 60.760
						8%	\$ 58.186
						9%	\$ 56.357
						10%	\$ 54.977
						100%	\$ 9.889
						130%	\$ 341
						128%	\$ 0,00
						140%	\$ 1.689
						150%	\$ 2.888
						170%	\$ 4.927
						200%	\$ 7.315

AÑOS	DESEMBOLSOS	INGRESOS	BENEFICIO	FONDOS ACTUALIZADOS
0	5000		-5000	-5000,00
1		1900	1900	1900,00
2		1700	1700	1700,00
3		1300	1300	1300,00
4		1200	1200	1200,00

Nota1. A partir de realizar una sumatoria del VAN se puede llegar a determinar que el proyecto a realizarse es viable.

Nota2. La tasa que escogió a del BCE es de 7,72% tasa activa del **Anexo 6.**

VAN Y TIR

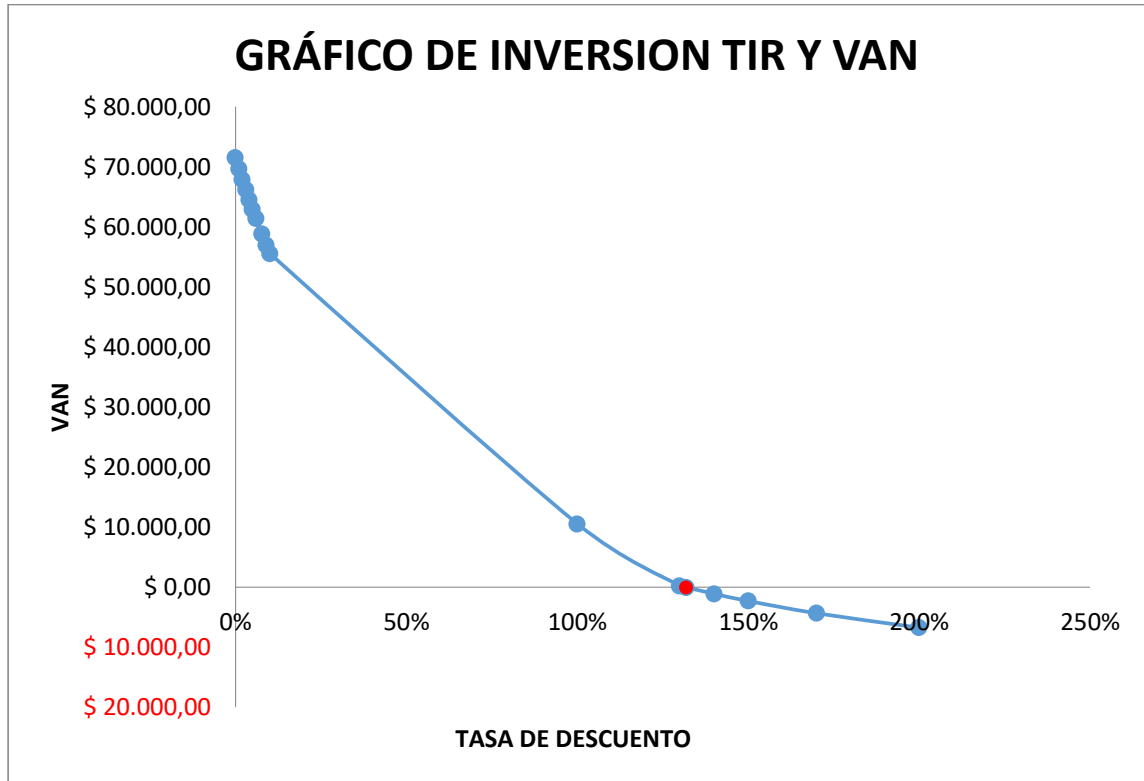


Fig 22. VAN Y TIR

A partir del primer año de implementación del proyecto se tendrá una ganancia **\$ 28.836,98.**

CONCLUSIONES

- En conclusión, se ha cumplido con los objetivos propuestos en el presente proyecto para trasladar el agua a lo largo de 1.8Km desde el río Katun Yacu hasta el estadio de la Comunidad de Agato , para lo cual se empleará una bomba centrífuga de 15 HP que transportará el recurso hídrico a lo largo de 1.1 Km de tubería de 3 pulgadas desde el punto de captación hasta el tanque reservorio y, en el segundo punto, se empleará una bomba centrífuga de 2 HP que llevará el agua desde el tanque hasta el estadio de la Comunidad.
- En base a los criterios de diseño se seleccionará un tanque plástico con 20 m³ de capacidad la misma que abastecerá a los 30 aspersores en el proceso de riego.
- Para implementar este proyecto fue necesario un levantamiento topográfico para determinar la longitud y altura máxima existente desde el punto de captación hasta el estadio de la Comunidad.
- Mediante un análisis hidráulico y agronómico se determinó el caudal necesario en las tuberías lateral, secundaria y principal.

RECOMENDACIONES

- Dar capacitación a los moradores de la Comunidad para la correcta manipulación de los equipos como son la bomba, los aspersores, válvulas, entre otros accesorios.
- Para aumentar la vida útil de los aspersores de debe realizar un lavado de las tuberías sin acoplar a los aspersores ya que puede existir impurezas que pueden obstruir el paso de agua durante la irrigación.
- Transportar con cuidado las tuberías de PVC ya que con un golpe puede presentarse fisuras internas.
- Tener en cuenta que toda la tubería quede enterrada para evitar un rápido deterioro a consecuencia de los rayos UV.
- Para evitar daños en los equipos que constituye el sistema de bombeo es necesario que se construya un cerramiento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] “Flextec: la historia del riego por goteo.” [Online]. Available: [http://flextec-online.blogspot.com/2009/06/la historia del riego por goteo.html](http://flextec-online.blogspot.com/2009/06/la-historia-del-riego-por-goteo.html).
- [2] R. Pachas, “EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: USO DEL GPS Y ESTACIÓN TOTAL Surveying: Use of GPS and Total Station,” *VIII*, no. 16, pp. 2009–29.
- [3] T. Alvaro and E. Villate, *Topografía*, Segunda Ed. Bogotá: Editorial Norma, 1968.
- [4] UNAD, “Conceptos y términos utilizados en los sistemas de bombeo,” 358003 – *SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*, 2013. [Online]. Available: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358003/Residuales contenido en linea/conceptos y terminos utilizados en los sistemas de bombeo.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358003/Residuales-contenido-en-linea/conceptos-y-terminos-utilizados-en-los-sistemas-de-bombeo.html).
- [5] S. Antúnez, Alejandro; Mora, David; Felmer, “Eficiencia en Sistemas de Riego por Goteo en el Secano,” *INIATierra adentro*, p. 40, 2010.
- [6] J. I. Patricio Méndez, “MÉTODOS DE RIEGO,” *INIA Carillanca*, p. 57.
- [7] R.-J. S. Foldeny, *Comisión Nacional del Agua*. 2007.
- [8] CEPIS, “Guías para el Diseño de Estaciones de Bombeo de Agua Potable,” *Organ. Panam. la Salud*, p. 39, 2005.
- [9] C. N. del Agua, *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*, 2007th ed. México, 2007.

- [10] D. F. Tapia Cadena and S. E. Jaya Quezada, “Manual de diseño de sistemas de riego tecnificado,” *Igarss 2014*, no. 1, pp. 1–5, 2014.
- [11] “Tipos y clasificación de Válvulas.” .
- [12] “MODALIDADES DE CAPTACION (AGUAS SUPERFICIALES).” .
- [13] C. Mataix, *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas*. Harla, 1982.
- [14] R. L. Mott, *Mecánica de Fluidos*, Sexta edic. 2006.
- [15] J. Saldarriaga, *Hidráulica de Tuberías: Abastecimiento de Agua, Redes y Riegos*. Marcombo, 2007.
- [16] “TEOREMA DE BERNOULLÍ.” [Online]. Available: [http://www.hangar57.com/teorema de bernoulli.html](http://www.hangar57.com/teorema-de-bernoulli.html). [Accessed: 26-Dec-2016].
- [17] C. D. E. Prestaciones, U. E. Instalaciones, L. D. E. Utilizo, E. Y. N. D. E. Seguridad, and E. B. Pedido, “Electrobombas centrífugas.”
- [18] C. D. E. Prestaciones, U. E. Instalaciones, L. D. E. Utilizo, E. Y. N. D. E. Seguridad, and E. B. Pedido, “Electrobombas centrífugas con doble rodete,” pp. 74–83.
- [19] C. D. E. Prestaciones, U. E. Instalaciones, L. D. E. Utilizo, E. B. Pedido, and E. Y. N. D. E. Seguridad, “Electrobombas centrífugas,” pp. 62–65.
- [20] S. D. A. Potable, “Sistemas de Agua Potable.,” 2014.

- [21] Rain Bird, “Aspersores Rain Bird.”
- [22] L. A. P. Huasteca, “Cálculo de volúmenes de agua para riego por goteo en el cultivo de jitomate en la planicie huasteca,” pp. 2–3.
- [23] J. H. Puebla, F. G. Robaina, and T. L. Seijas, “Coeficientes de cultivo (K_c) para la determinación de la necesidad de agua en campos deportivos,” *Riego y Dren.*, vol. 5, no. 2, pp. 3–9, 2015.
- [24] O. Oriolani, M Julio César; Carretero, José Feliú; Bagini, Ricardo Luis; Gonzalez, J.P.; Cappe, “Curso de riego para agricultores,” *Glob. Water Partnersh.*, p. 35, 2005.
- [25] J. Soto, “Manual para el diseño y gestión de pequeños sistemas de riego por aspersión en laderas,” pp. 1–79, 2002.
- [26] NETAFIM, “Cálculos Básicos para Operación del Sistema de Riego por Goteo.”
- [27] Comisión Nacional del Agua Mexico, *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*, no. 978-968–5. 2007.
- [28] Y. ÇENGEL and J. CIMBALA, *Mecánica De Fluidos*. 2006.
- [29] LEDERLE Hermetic, “El NPSH de bombas e instalaciones,” p. 1, 2010.

ANEXOS

ANEXO 1: Valores del coeficiente de desarrollo de cultivo

CUADRO 12 (continuación)

Cultivo	$K_{c,ini}^1$	$K_{c,med}$	$K_{c,fin}$	Altura Máx. Cultivo (h) (m)	
j. Forrajes					
Alfalfa (heno)	= efecto promedio de los cortes	0,40	0,95 ¹²	0,90	0,7
	= periodos individuales de corte	0,40 ¹⁴	1,20 ¹⁴	1,15 ¹⁴	0,7
	= para semilla	0,40	0,50	0,50	0,7
Bermuda (heno)	= efecto promedio de los cortes	0,55	1,00 ¹²	0,85	0,35
	= cultivo para semilla (primavera)	0,35	0,90	0,65	0,4
Trébol heno, Bersim	= efecto promedio de los cortes	0,40	0,90 ¹²	0,85	0,6
	= periodos individuales de corte	0,40 ¹⁴	1,15 ¹⁴	1,10 ¹⁴	0,6
Rye Grass (heno)	= efecto promedio de los cortes	0,95	1,05	1,00	0,3
Pasto del Sudán (anual)	= efecto promedio de los cortes	0,50	0,90 ¹²	0,85	1,2
	= periodo individual de corte	0,50 ¹⁴	1,15 ¹⁴	1,10 ¹⁴	1,2
Pastos de Pastoreo	= pastos de rotación	0,40	0,85-1,05	0,85	0,15-0,30
	= pastoreo extensivo	0,30	0,75	0,75	0,10
Pastos (césped, turfgrass)	= época fría ¹³	0,90	0,95	0,95	0,10
	= época caliente ¹³	0,80	0,85	0,85	0,10
k. Caña de azúcar	0,40	1,25	0,75	3	
l. Frutas Tropicales y Árboles					
Banana	= 1 ^o año	0,50	1,10	1,00	3
	= 2 ^o año	1,00	1,20	1,10	4
Cacao		1,00	1,05	1,05	3
Café	= suelo sin cobertura	0,90	0,95	0,95	2-3
	= con malezas	1,05	1,10	1,10	2-3
Palma Datilera		0,90	0,95	0,95	8
Palmas		0,95	1,00	1,00	8
Piña ¹⁵	= suelo sin cobertura	0,50	0,30	0,30	0,6-1,2
	= con cobertura de gramíneas	0,50	0,50	0,50	0,6-1,2
Árbol del Caucho		0,95	1,00	1,00	10
Té	= no sombreado	0,95	1,00	1,00	1,5
	= sombreado ¹⁷	1,10	1,15	1,15	2
m. Uvas y Moras					
Moras (arbusto)		0,30	1,05	0,50	1,5
Uvas	= Mesa o secas (pasas)	0,30	0,85	0,45	2
	= Vino	0,30	0,70	0,45	1,5-2
Lúpulo		0,3	1,05	0,85	5

¹ Los valores de $K_{c,ini}$ para cultivos destinados a heno son un promedio general que incluyen valores promedios de K_c para antes y después de los cortes. Este se aplica para el lapso que sigue al periodo de desarrollo inicial hasta el inicio de la etapa final de la temporada de crecimiento.

¹² Estos valores del coeficiente K_c para cultivos de heno se aplican inmediatamente después del corte; en cobertura completa; e inmediatamente antes del corte, respectivamente. La temporada de crecimiento se define como una serie de periodos individuales de corte (Figura 35).

¹³ Variedades de pastos de temporada fría incluyen sitios cultivados densamente con bluegrass, ryegrass y fescue. Variedades de temporada cálida incluyen pastos tipo bermuda y St. Agostine. El valor de 0,95 para pastos de época fría representa un 0,05 a 0,08 m de altura de corte, bajo condiciones normales de césped. Cuando se practica un manejo cuidadoso del agua y no se requiere de un crecimiento rápido, se puede reducir los valores de K_c para césped a 0,10.

¹⁴ La planta de piña posee una muy baja transpiración debido a que la misma cierra sus estomas durante el día y los abre durante la noche. Por lo tanto la mayor parte de la ET, en la piña esta constituida por la evaporación que ocurre en el suelo. El valor de $K_{c,med} < K_{c,fin}$ debido a que $K_{c,med}$ ocurre en condiciones de completa cobertura del suelo, por lo que la evaporación en el suelo será menor. Los valores indicados asumen que un 50% de la superficie del suelo se encuentra cubierta por una cobertura de plástico negro y que el cultivo es regado a través de riego por aspersión. En el caso de riego por goteo por debajo de la cubierta plástica, los valores de K_c pueden ser reducidos a 0,10.

¹⁷ Incluye el requerimiento de agua de los árboles bajo sombra.

Valores aproximados de $K_{c,ini}$ correspondientes a eventos moderados de humedecimiento (10-40 mm) y texturas medias del suelo.

Intervalo entre eventos de humedecimiento	Poder evaporante de la atmósfera (ET_0)			
	bajo 1 - 3 mm día ⁻¹	moderado 3 - 5 mm día ⁻¹	alto 5 - 7 mm día ⁻¹	muy alto > 7 mm día ⁻¹
- menor que semanal				
- semanal	1,2 - 0,8	1,1 - 0,6	1,0 - 0,4	0,9 - 0,3
- mayor que una vez por semana	0,8	0,6	0,4	0,3
	0,7 - 0,4	0,4 - 0,2*	0,3 - 0,2*	0,2* - 0,1*

Valores obtenidos a partir de las Figuras 29 y 30

(*) Nótese que el intervalo entre riegos podría ser demasiado largo para sostener una transpiración completa en algunos cultivos anuales jóvenes.

ANEXO 2: Aspersor ajustable serie 5000

SERIE 5000

Aspersor ajustable desde la parte superior

APLICACIONES

Los aspersores de la serie 5000 son robustos, de alcance medio, con mecanismo de turbina. Se emplean en aplicaciones residenciales o comerciales poco sofisticadas. Son aspersores duraderos, con excelente rendimiento, y con la ventaja añadida de permitir el ajuste del sector de riego desde la parte superior del aspersor.

CARACTERÍSTICAS

- Ajuste del sector de riego desde la parte superior del aspersor. Solo se necesita un destornillador de punta plana
- Garantía de 5 años
- Mecanismo de turbina lubricado con agua, para un funcionamiento duradero y fiable
- Tapa protectora de caucho
- Sectores de riego entre 40° y 360°, con retorno. Aspersor de círculo completo y riego sectorial en una sola unidad. (También existe un modelo de círculo completo sin retorno)
- Árbol de toberas, con toberas de ángulo bajo Uniformidad+, de ángulo estándar Uniformidad+ y toberas Alcance+, para un alcance de entre 7 y 15,2 metros
- Tornillo de ajuste del chorro, que permite reducir el alcance en un 25% sin necesidad de cambiar de tobera
- Altura de emergencia de 10, 15 y 30 cm (desde el centro de la tobera hasta la parte superior de la tapa de la carcasa)
- Función de verificación rápida del arco (Fast Forward Arc Check)
- Junta limpiadora multifuncional, activada por presión, que protege los elementos internos de la suciedad, asegurando la correcta emergencia y cierre
- Paso de agua reforzado, para mayor resistencia lateral
- Juntas adicionales para una mayor protección en caso de utilización de agua con partículas en suspensión
- Estátor autoajustable. No es preciso reemplazarlo al cambiar de tobera
- Muelle de gran potencia. Garantiza el cierre del aspersor
- Modelos con válvula antidrenaje SAM (Seal-A-Matic™), compensa diferencias de altura de hasta 2,1 m, evitando la escorrentía, el encharcamiento y la erosión que el drenaje produce
- Modelo aéreo disponible (NO EMERGENTE) para usar con un elevador
- Vástago de acero inoxidable en modelos SS



ESPECIFICACIONES

Alcance: de 7,0 a 15,2 m
Alcance con tornillo reductor del alcance: 5,2 m
Presión: de 1,7 a 4,5 bar
Caudal: de 0,16 a 1,91 m³/h
Toма rosca hembra de 3/4" (20/27), por la parte inferior
Ajuste de sector: entre 40° y 360°
Ajuste de círculo completo: 360°
Angulo de trayectoria:
- Angulo bajo Uniformidad+: 10°
- Angulo estándar Uniformidad+ y alcance+: 25°

DIMENSIONES

Altura de emergencia (desde la tapa de la carcasa al centro de la tobera):
5004: 10 cm
5006: 15 cm
5012: 30 cm
Altura total del cuerpo (aspersor cerrado):
5004: 18,5 cm
5006: 24,5 cm
5012: 42,9 cm
Diámetro expuesto: 4,5 cm



MODELOS

5004-FC: círculo completo
5004-PC: sectorial
5004-PC-SAM: sectorial con SAM
5004-PC-SS-SAM: sectorial, vástago acero inoxidable y válvula antidrenaje SAM
5006-PC: sectorial
5006-PC-SAM: sectorial con SAM
5012-PC: sectorial
5012-PC-SAM: sectorial con SAM
5000-S-PC: sectorial, no emergentes

ANEXO 3: Especificaciones para tuberías PVC (U)

Especificaciones para tuberías con unión por sellado elastomérico (UZ) y unión por cementado solvente (EC) para riego.

Diámetro Nominal (mm)		Diámetro Interior	Espesor Nominal	Presión de Trabajo		
UNIÓN U/Z	UNIÓN E/C	mm	mm	MPa	PSI (lb/pulg ²)	Kgf/cm ²
	20	17,6	1,2	1,25	181	12,75
		17,4	1,3	1,60	232	16,32
		17,0	1,5	2,00	290	20,40
	25	22,6	1,2	1,00	145	10,20
		22,4	1,3	1,25	181	12,75
		22,0	1,5	1,60	232	16,32
	32	29,6	1,2	0,80	116	8,16
		29,4	1,3	1,00	145	10,20
		29,0	1,5	1,25	181	12,75
	40	37,6	1,2	0,63	91	6,43
		37,4	1,3	0,80	116	8,16
		37,0	1,5	1,00	145	10,20
		36,2	1,9	1,25	181	12,75
	50	47,4	1,3	0,63	91	6,43
		47,0	1,5	0,80	116	8,16
		46,2	1,9	1,00	145	10,20
		45,2	2,4	1,25	181	12,75
	63	60,0	1,5	0,63	91	6,43
		59,0	2,0	0,80	116	8,16
		58,2	2,4	1,00	145	10,20
		57,0	3,0	1,25	181	12,75
	75	72,0	1,5	0,50	73	5,10
		71,4	1,8	0,63	91	6,43
		70,4	2,3	0,80	116	8,16
		69,2	2,9	1,00	145	10,20
	90	86,4	1,8	0,50	73	5,10
		85,6	2,2	0,63	91	6,43
		84,4	2,8	0,80	116	8,16
		83,0	3,5	1,00	145	10,20
		81,4	4,3	1,25	181	12,75
	110	105,6	2,2	0,50	73	5,10
		104,6	2,7	0,63	91	6,43
		103,2	3,4	0,80	116	8,16
		101,6	4,2	1,00	145	10,20
		99,6	5,2	1,25	181	12,75
	125	120,0	2,5	0,50	73	5,10
		118,8	3,1	0,63	91	6,43
		117,2	3,9	0,80	116	8,16
		115,4	4,8	1,00	145	10,20
		113,0	6,0	1,25	181	12,75
	140	134,6	2,7	0,50	73	5,10
		133,2	3,4	0,63	91	6,43
		131,4	4,3	0,80	116	8,16
		129,2	5,4	1,00	145	10,20
		126,6	6,7	1,25	181	12,75
	160	153,6	3,2	0,50	73	5,10
		152,2	3,9	0,63	91	6,43
		150,0	5,0	0,80	116	8,16
		147,6	6,2	1,00	145	10,20
		144,8	7,6	1,25	181	12,75

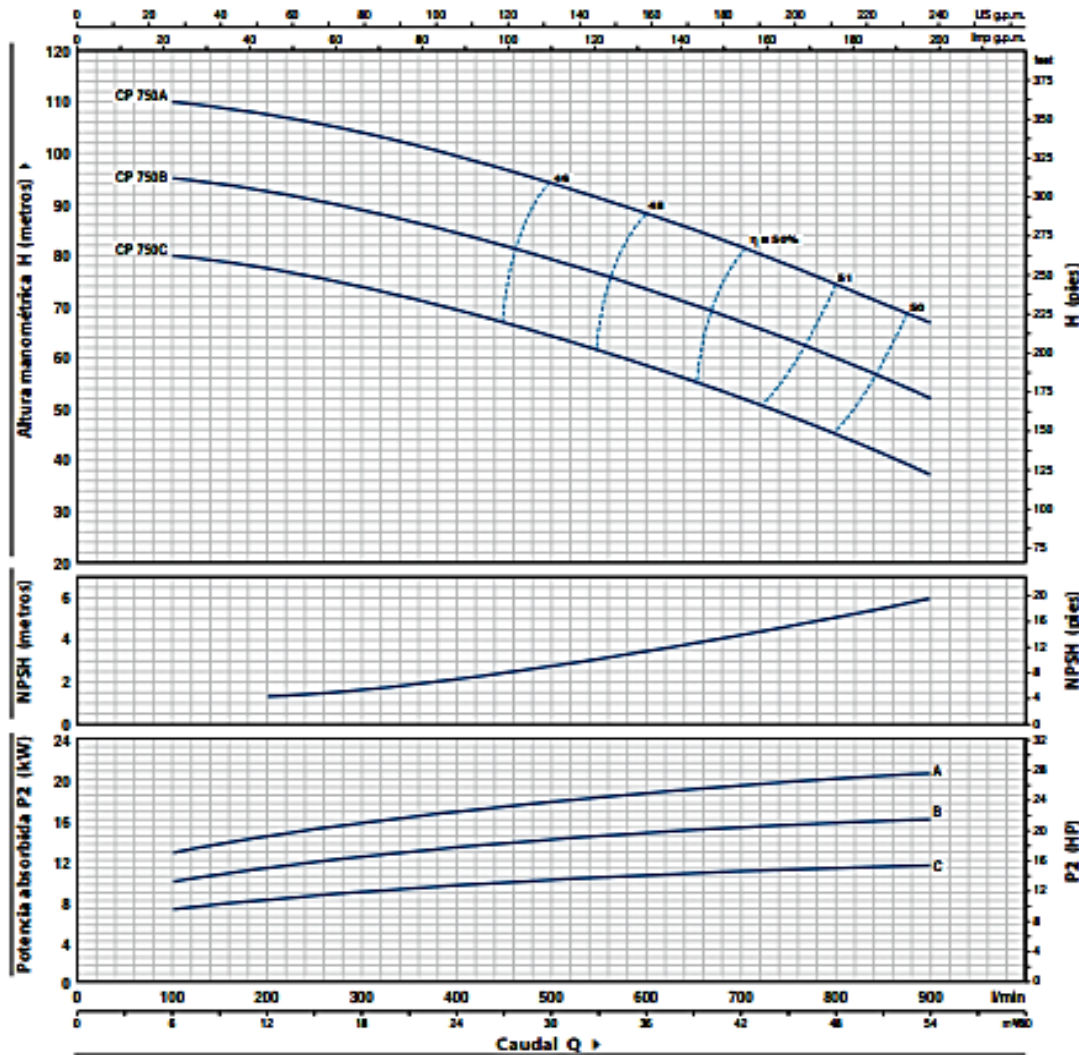
ANEXO 4: Curva característica de la bomba serie CP 750

CP 750



CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n=3450 1/min HS=0 m



MODELO	POTENCIA		Q	Caudal											
	kW	HP		0	6	12	18	24	30	36	42	48	54		
Trifásica				0	100	200	300	400	500	600	700	800	900		
CP 750C	11	15	H metros	80	80	78	74	69	64	58	52	45	37		
CP 750B	15	20		95	95	93	89	84	79	73	67	60	52		
CP 750A	18.5	25		110	110	108	104	99	94	88	82	75	67		

Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración

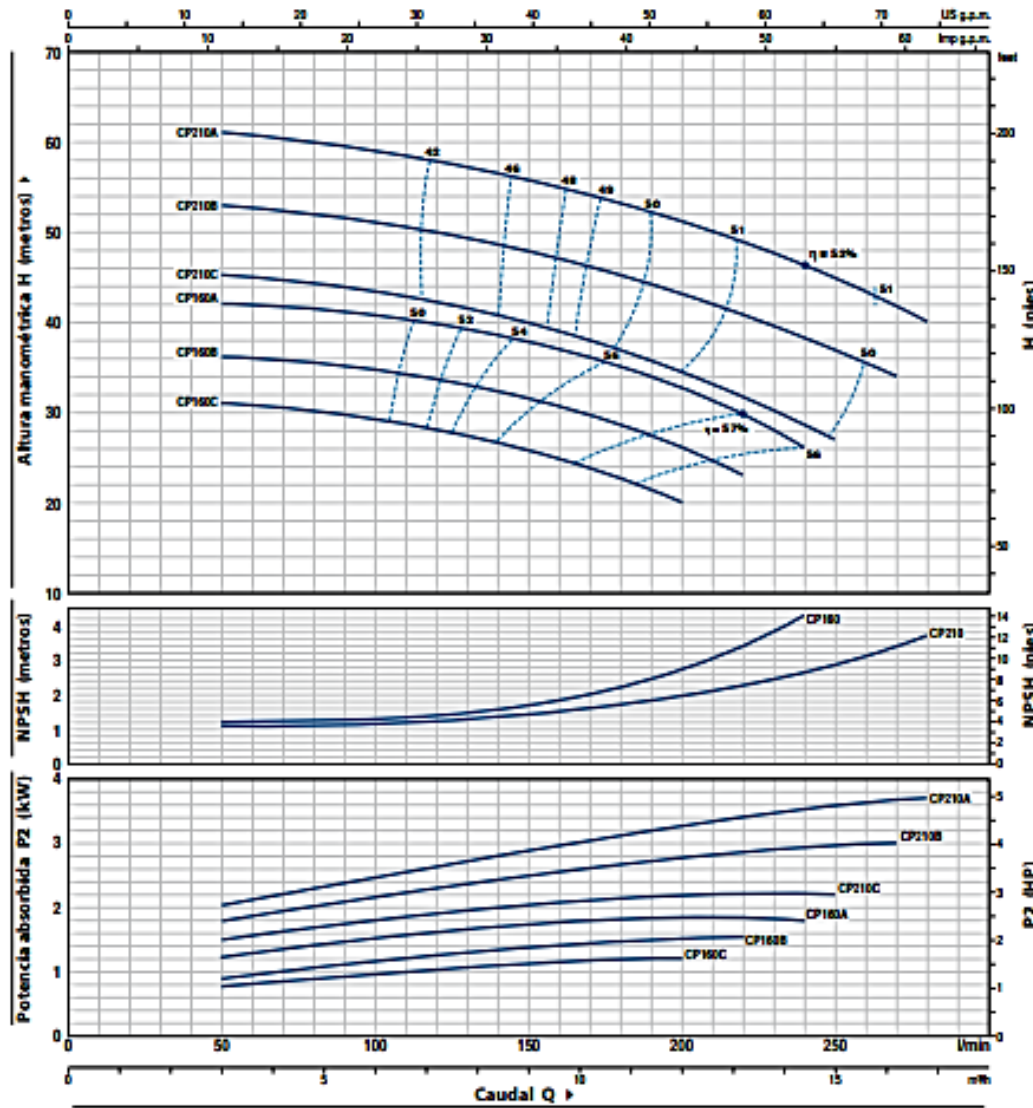
Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO 9906 Grade 3.

ANEXO 5: Curva característica de la bomba serie CP 160-210

CP 160-210

CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 1/min HS= 0 m



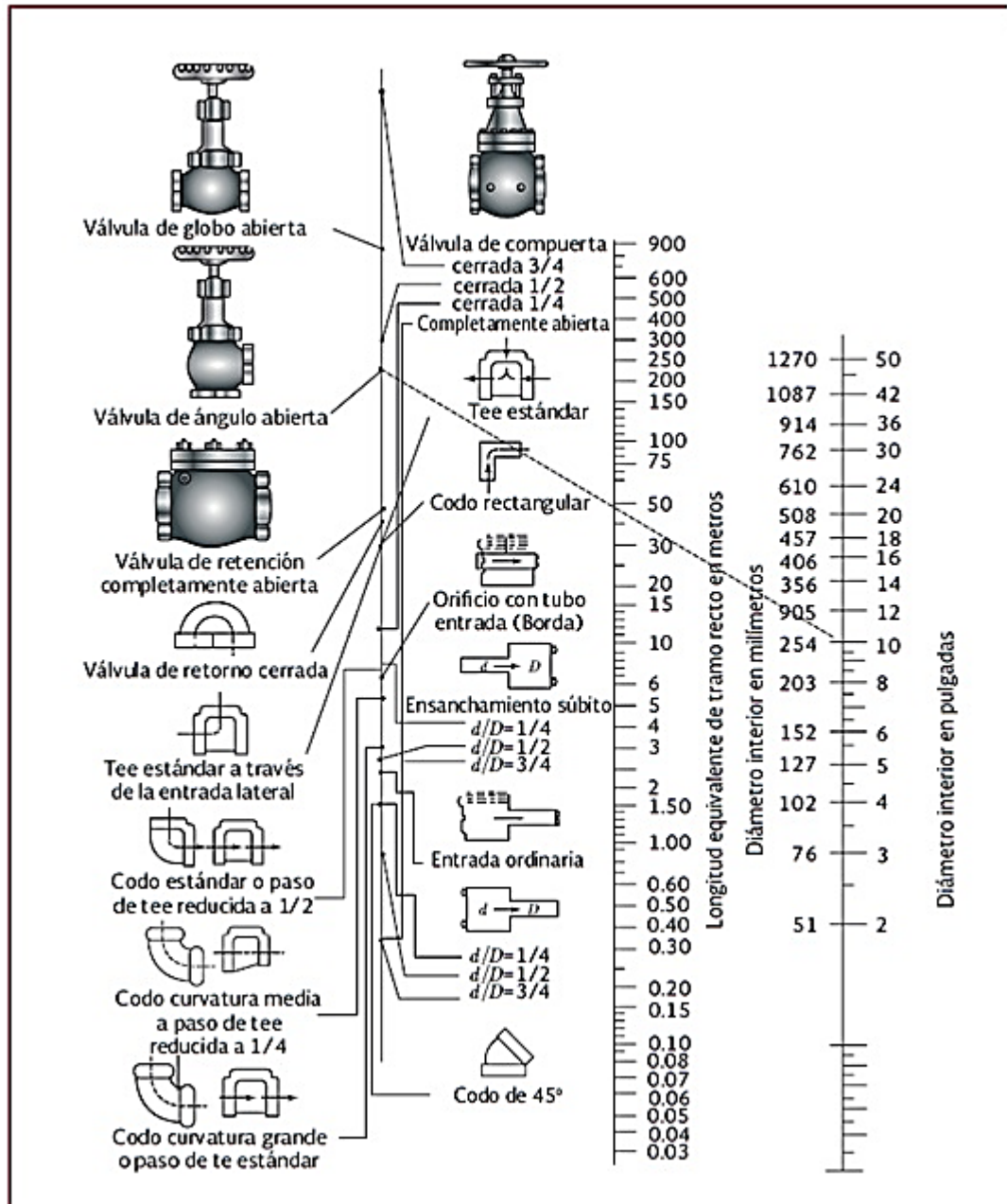
MODELO		POTENCIA		Q	0	3	4.5	6	7.5	9	10.5	12	13.2	14.4	15	16.2	16.8
Monofásica	Trifásica	kW	HP		0	50	75	100	125	150	175	200	220	240	250	270	280
CPm 160C	CP 160C	1.1	1.5		32	31	30.5	29.5	28	26	23	20					
CPm 160B	CP 160B	1.5	2		37	36	35.5	34.5	33.5	31.5	29	26.5	23				

ANEXO 6: Tasas de interés

Tasas de Interés			
junio - 2017			
1. TASAS DE INTERÉS ACTIVAS EFECTIVAS VIGENTES			
Tasas Referenciales		Tasas Máximas	
Tasa activa efectiva referencial para el segmento:	% Anual	Tasa Activa efectiva máxima para el segmento:	% Anual
Productivo corporativo	7.78	Productivo corporativo	9.33
Productivo empresarial	9.78	Productivo empresarial	10.21
Productivo PYMES	11.53	Productivo PYMES	11.83
Comercial ordinario	8.08	Comercial ordinario	11.83
Comercial prioritario corporativo	7.72	Comercial prioritario corporativo	9.33
Comercial prioritario empresarial	9.62	Comercial prioritario empresarial	10.21
Comercial prioritario PYMES	10.61	Comercial prioritario PYMES	11.83
Consumo ordinario	16.82	Consumo ordinario	17.30
Consumo prioritario	16.63	Consumo prioritario	17.30
Educativo	9.50	Educativo	9.50
Inmobiliario	10.55	Inmobiliario	11.33
Vivienda de interés público	4.98	Vivienda de interés público	4.99
Microcrédito minorista	28.04	Microcrédito minorista	30.50
Microcrédito de acumulación simple	25.07	Microcrédito de acumulación simple	27.50
Microcrédito de acumulación ampliada	21.60	Microcrédito de acumulación ampliada	25.50
Inversión pública	8.37	Inversión pública	9.33

ANEXO 7: Nomograma para determinar la longitud equivalente

Nomograma para determinar la longitud equivalente (adaptado de Valdez, 1990)



ANEXO 8: Proforma pernos y abrazaderas

Page 1 of 1

CONTRIBUYENTE ESPECIAL: NO

RUC:1790155102001

Proforma N° **001-002-0252833**

Fecha: Quito, jueves, 18/may/2017

Condiciones de Pago: Contado

Cliente: DIEGO.



CASTILLO HERMANOS SA

PRINCIPAL

Panam., Norte Km.5 1/2 #13135

Tel/Fax: 2475-785/6/7 2477-214

Celular: 09 7101-208

SUCURSAL 1 AMERICA

Av. América N22-148 Y Ramirez Dávalos

Tel/Fax: 2227-270 2523-064 2520-586

SUCURSAL 2 GUAJALO

Av. Maldonado #10145 y Curubamba

Tel/Fax: 2684-560/1

SUCURSAL 3 ACUÑA

Acuña E1-51 y Av. 10 de Agosto

Tel/Fax: 3238-641 3238-643 3238-644

SUCURSAL 4 GUAMANI

Panam.Sur Km. 12 1/2 Sector El Beaterio

Tel/Fax: 2965-700 2699-542 2699-706

SUCURSAL 5 SANGOLQUI

Av. Gral. Enriquez e Isla Salango

Tel/Fax: 3880-501 3880-502

ventas@castillohermanos.com

Cantidad	Código	Artículo	Precio Unitario	TOTAL			
28.00	708800	(1) PERNO HEX AC. GR.8 UNC 5/8X5"	2.0700	57.96			
28.00	708500	(2) PERNO HEX AC. GR.8 UNC 5/8X3"	1.1100	31.08			
12.00	800	(3) ABRAZADERA MANGUERA 3"	0.6000	7.20			
	Subtotal	Descuento	V. Imponible	I.V.A.	TOTAL US\$		
	96.24	21.0526%	20.26	75.98	14.00%	10.64	86.62

PREPARADO POR

ESTA PROFORMA ES VALIDA POR 15 DIAS

ACEPTADO POR

EL PORCENTAJE DE DESCUENTO VARIA DE ACUERDO AL MONTO DE COMPRA Y FORMA DE PAGO

ANEXO 9: Cotización del Tanque

COMERCIAL KYWI S.A. AUTOIMPRESORES AUTORIZACION S.R.I. 1116449266 DEL 23/FEB/2015
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL-RESOL.SRI. 5368
 AGENCIA 15 (MEGAKYWI) P R O F O R M A No. 407146
 RUC : 1790041220001 DOCUMENTO SIN VALOR COMERCIAL
 TELF : 403594
 CIUDAD: QUITO
 RUC : 1723552178 Cod.Cliente: 888885 0 FECHA DE EMISION : 2017/05/29 Pag.: 1
 Sr.(s) : DIEGO PARDO VALIDO HASTA : 2017/06/25
 DIRECCION: AV MALDONADO
 TELEFONO : 0987304644 TANQUE
 VENDEDOR : ROBERTO ARMIJO CL.CN

CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	PREC-UNIT	T O T A L
476595	BIDON PLASTICO P/GASOLINA 5GL MIDWEST	2	23,938596	47,88
550442	TANQUE USO INDUST.TIPO BOTELLA 20000LT	1	3.752,596489	3.752,60
* ---> CODIGOS EXENTOS DE IVA		SUBTOTAL	:	3.800,48
PAGUE COMO PAGUE KYWI LE OFRECE		IVA	:	532,07
LOS MEJORES PRECIOS		TOTAL	:	4.332,55

FIRMA : _____ FIRMA : _____
 COMERCIAL KYWI S.A. CLIENTE

Esta Proforma tiene validez solo con el nombre, firma del vendedor y sello de COMERCIAL KYWI S.A.

En el caso de existir cambios en los precios de nuestros proveedores nos veremos obligados a actualizar precios en el momento de la facturación previo su conocimiento.

ANEXO 10: Cotización de la Bomba de 15 HP



COTIZACIÓN No.	L0246
----------------	-------

DATOS DEL CLIENTE PROYECTOS OTAVALO

Ruc :

Ciudad: Quito

Teléfono 0987304644

Condiciones Comerciales

Almacen Quito/Luis Ortega
 Telefono: 3949400 Ext: 2161
 E-MAIL: lortega@la-llave.com

ATENCION DIEGO

DATOS DE VENTA

Lugar y fecha de emisión: Quito, 16 de Mayo del 2017

Orden de Compra:

No. De Pedido:

Transportista:

Bodega de Despacho Administración Quito

Consultor: Ing. Luis Ortega

Condición de Pago CONTADO

Oferta Válida Hasta: 15 DÍAS

CÓDIGO	CANT.	DESCRIPCIÓN	T/L	U.M.	PRECIO UNITARIO	PRECIO NETO	SUBTOTAL
COTIZ-01	1	BOMBA CP750C DE 15 HP 220V/440V TRIFASICA MARCA PEDROLLO PRODUCTO NO DISPONIBLE EN STOCK PORCESO DE DE COMPRA LOCAL DE 8-10 DIAS PREVIO ANTICIPO DEL 50%	S.N	U.M	1836,22	1.652,59	\$1.652,59

ANEXO 11: Cotización de la bomba de 2 Hp

ANEXO 11: Cotización de la bomba de 2 HP



Av. Gonzalo Rubio 1500 y Av. González Suarez - Quito
Victor Eduardo Toaquiza Tipantuña
TELF.:02-2232729; CEL.: 0986157430
Ruc.: 1717939720001

PROFORMA N° 201705-10262

SEÑORES: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
ATENCIÓN: DIEGO PARDO
REFERENCIA: ESTUDIANTE
FECHA: QUITO, 23 DE MAYO DEL 2017

"SUMIMAQ" se complace en presentar la siguiente oferta, según su requerimiento:

ITEM	CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	P. TOTAL US\$
1	1	UNID	BOMBA DE 2 HP" MARCA PEDROLLO IMPULSOR EN BRONCE SUCCIÓN DE 1.14" DESCARGA 1" MOTOR ELECTRICO TRIFÁSICO DE 2 HP 220 / 380V / 60 HZ / 34000RPM CONDICIONES DE OPERACIÓN CAUDAL= 20 GPM TDH = 36 M (51 PSI)	\$ 450,00	\$ 450,00
				SUBTOTAL:	\$ 450,00
				+ 14% I.V.A.	\$ 63,00
				A PAGAR:	\$ 513,00

NOTA: La cotización realizada en base a los datos proporcionados por el cliente en caso de realizar cambio o variaciones a lo ya mencionado se dará un alcance a la oferta, siempre y cuando se encuentren las dos partes en mutuo acuerdo.

CONDICIONES DE LA OFERTA

VALIDEZ DE LA OFERTA: 5 días salvo venta
TIEMPO DE ENTREGA: 24 HORAS
FORMA DE PAGO: CONTRA ENTREGA



ATENTAMENTE
VICTOR TOAQUIZA
GERENTE GENERAL
TEL.: (593) 2232-729
CEL.: 0986157430
E-MAIL: sumimaq1@gmail.com

ANEXO 12: Cotización de los accesorios

#	CODIGO	DESCRIPCIÓN	DISPONIBILIDA	PESO	CIJO UNITA	CANT.	SUBTOTAL POR ITEM	
1	37616562	VALVULA CHECK 3"	valvula check de 3" pvc	En Stock	0,98	\$44,63	3	\$133,89
2	10125243	TUBO PVC E/C 32MM X 1.25MPA X 6M	tubo de 32 mm clase 1 E/c	En Stock	1,38	\$2,86	5	\$14,30
3	10125847	TUBO PVC E/C 63MM X 0.63MPA X 6M	tubo de 63 mm clase 6 E/c	En Stock	2,79	\$5,67	6	\$34,02
4	10125820	TUBO PVC E/C 63MM X 0.8MPA X 6M	tubo de 63 mm clase 8 E/c	En Stock	3,68	\$6,95	2	\$13,90
5	10126320	TUBO PVC E/C 90MM X 0.8MPA X 6M	Tubo de 90 mm clase 8 E/c	En Stock	7,34	\$13,68	295	\$4.035,60
6	26142261	CODO 90° PVC DESAGÜE 110MM E/C	codo de 90 mm x 90 grados pvc	En Stock	0,33	\$1,25	29	\$36,25
7	35449086	ADAPT H PVC PRESION PEGA/ROSCA 50 X 1.12	adaptador 3" x 90 mm hembra pvc	En Stock	0,09	\$8,75	2	\$17,50
8	35449027	ADAPT H PVC PRESION PEGA/ROSCA 25 X 3/4	adaptadores de 3/4" x 25 mm macho pvc	10/06/2017	0,02	\$0,19	30	\$5,70
9	22401521	ADAPT M PVC PRESION PEGA/ROSC 25 X 3/4	adaptadores de 3/4" x 25 mm hembra pvc	En Stock	0,02	\$0,16	30	\$4,80
10	22401645	ADAPT M PVC PRESION PEGA/ROSC 63 X 2	adaptador de 63 mm x 2" macho pvc	En Stock	0,12	\$0,77	4	\$3,08
11	22401548	ADAPT M PVC PRESION PEGA/ROSC 32 X 1	adaptador de 32mm x 1" hembra pvc	En Stock	0,03	\$0,16	9	\$1,44
12	35449043	ADAPT H PVC PRESION PEGA/ROSCA 32 X 1	adaptador de 32 mm x 1" macho pvc	En Stock	0,04	\$0,29	9	\$2,61
13	27958320	VALVULA ESF PVC ROSCABLE 1	valvula de aire 1" roscada pvc	En Stock	0,23	\$3,02	9	\$27,18
14	26140358	CODO 45° PVC DESAGÜE 75MM E/C	codo de 90 mm x 45 grados pvc	En Stock	0,14	\$0,74	2	\$1,48
15	27958117	VALVULA ESF PVC E/C 63MM	valvula de paso tipo mariposa 3" pvc	En Stock	0,92	\$10,24	4	\$40,96
16	37458040	PEGA PVC 705 1/4 GALON WELD-ON IPS	pegas de 1/4 de galon	En Stock	1,00	\$9,70	4	\$38,80
17	37458104	LIMPIADOR C-65 1/4 GALON WELD-ON IPS	limpia de 1/4 de galon	En Stock	1,00	\$7,56	2	\$15,12
18	22405667	CODO 90° PVC PRESION E/C 63MM	codo de 63 mm x 90 grados pvc	En Stock	0,22	\$1,67	8	\$13,36
19	20161965	TAPON MACHO PVC ROSCABLE 2	tapones de 2" pvc	En Stock	0,06	\$0,54	4	\$2,16
20	22550810	TAPON HEMBRA PVC PRESION E/C 2	T de 90 mm x 90 grados pvc	En Stock	0,07	\$0,54	4	\$2,16
21	20091967	CODO 45° PVC ROSCABLE 2	acoples tipo V de 2" pvc	En Stock	0,21	\$2,27	9	\$20,43
22	20101962	CODO 90° PVC ROSCABLE 2	acoples tipo F de 2" pvc	En Stock	0,23	\$2,05	9	\$18,45
23	20161965	TAPON MACHO PVC ROSCABLE 2	universal de 90mm x 3 pvc	En Stock	0,06	\$0,54	4	\$2,16
24	20022663	BUJE PVC ROSCABLE 2 X 1	Bushing de 2" a 1/2" pvc	En Stock	0,06	\$0,52	9	\$4,68
25	22403532	TAPA HEMBRA PVC PRESION E/C 40MM	tapon compresión 40 mm pvc	En Stock	0,03	\$0,26	1	\$0,26
26	26543201	CANASTILLA TIPO PVC 3" BAJO PEDIDO	Canastilla de 3" pvc	SIN STOCK	0,03	\$75,00	2	\$150,00
27	130011742	EMPAQUE 3" BAJO PEDIDO	empaques 3"	SIN STOCK	0,01	\$0,90	10	\$9,00
28	23585321	BRIDA TIPO PVC DE 3" BAJO PEDIDO	Bridas de 90 mm pvc	SIN STOCK	0,35	\$7,25	18	\$130,50
29	32849001	ADAPT M PVC PRESION PEGA/ROSCA 50 X 1.12	adaptador 3" x 90 mm macho pvc	En Stock	0,09	\$7,52	2	\$15,04
30	438329764	MANGUERA POLIETILENO 3" X 4 BAR COSTO POR METRO BAJO PEDIDO	manguera de 3" x 4 bar polietileno	SIN STOCK	0,38	\$40,00	3	\$120,00
31	642789102	MONTURAS DE 5" X 1" BAJO PEDIDO	monturas de 90 mm x 1"	SIN STOCK	0,45	\$7,00	7	\$49,00
32	134964322	BRIDA TIPO PVC DE 3" BAJO PEDIDO	brida de 3 plg pvc	SIN STOCK	0,35	\$7,25	2	\$14,50
33	395473459	TEE DE 2" X 90° PVC BAJO PEDIDO	T de 63 mm x 90 grados pvc	SIN STOCK	0,08	\$1,79	9	\$16,11
34	347538421	CODO PVC TIPO ROSCA 2" BAJO PEDIDO	codo roscado de 2" pvc	SIN STOCK	0,13	\$1,82	9	\$16,38
35	427007223	MANGUERA POLIETILENO 1/2" 0.6 BAR COSTO POR METRO BAJO PEDIDO	manguera de 40 mm clase 6 polietileno	SIN STOCK	0,30	\$0,62	340	\$210,80
36	332743854	MONTURAS DE 1/2" X 3/4"	monturas de 40 mm x 3/4"	SIN STOCK	0,25	\$2,00	30	\$60,00
							SUB-TOTAL	\$5.281,62
							IVA	\$739,43
							TOTAL	\$6.021,05

Vigencia de los precios: 15 días. El Comprador acepta los Términos y Condiciones Generales de TIGRE ECUADOR S.A. que se adjunta a la presente Orden de Compra. Se permitirán devoluciones únicamente si el producto tiene defectos de fábrica (Previo Informe Técnico de Tigre Ecuador); además, cualquier otro tipo de reclamo se procesará hasta 8 días después de la fecha de emisión de la factura, los costos logísticos y administrativos serán asumidos por el cliente. Las devoluciones se podrán recibir de Lunes a Viernes de 09:00 a 12:00 horas.

ANEXO 13: Topografía en la comunidad de Agato

