



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

Informe de Proyecto de Investigación y Desarrollo en opción al Grado Académico de Magister en Gestión de la Producción

TEMA:

“Diseño de un sistema eficiente de bombeo, utilizando la fuerza hidráulica del agua generando carga artificial para utilizar en riego por goteo en el cultivo de alimentos y siembra de árboles frutales en las riveras del rio Yanayacu del Cantón Latacunga”

Autor:

.....
CHANATASIG Sánchez, Rafael Enrique

Tutor:

.....
Ing. MSc. Lara Landázuri Renán Arturo

LATACUNGA – ECUADOR

Diciembre – 2017



AVAL DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe del Proyecto de Investigación y Desarrollo de posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi; por cuanto, el posgraduado: Ing. Rafael Enrique Chantásig Sánchez, con el título del trabajo de investigación y desarrollo titulado: ***“DISEÑO DE UN SISTEMA EFICIENTE DE BOMBEO, UTILIZANDO LA FUERZA HIDRÁULICA DEL AGUA GENERANDO CARGA ARTIFICIAL PARA UTILIZAR EN RIEGO POR GOTEO EN EL CULTIVO DE ALIMENTOS Y SIEMBRA DE ÁRBOLES FRUTALES EN LAS RIVERAS DEL RIO YANAYACU DEL CANTÓN LATACUNGA”***, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga diciembre 15, 2017

Para constancia firman:

MSc. -----
Roberto Carlos Herrera Albarracín
cc 0502310253
PRESIDENTE

MSc. -----
David Santiago Carrera Molina
cc 0502663180
MIEMBRO

PhD. -----
Juan José La calle Domínguez
cc 1756604227
MIEMBRO

PhD. -----
Juan Mato Tamayo
cc 1756944284
OPONENTE



Responsabilidad del Autor

Del contenido del presente proyecto de investigación y desarrollo del tema “*DISEÑO DE UN SISTEMA EFICIENTE DE BOMBEO, UTILIZANDO LA FUERZA HIDRÁULICA DEL AGUA GENERANDO CARGA ARTIFICIAL Y UTILIZAR EN RIEGO POR GOTEO PARA EL CULTIVO DE ALIMENTOS Y SIEMBRA DE ÁRBOLES FRUTALES EN LAS RIVERAS DEL RIO YANAYACU DEL CANTÓN LATACUNGA*”. Los conceptos desarrollados, análisis, cálculos realizados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

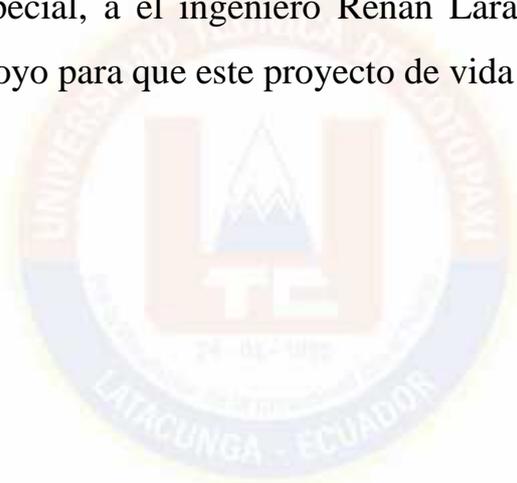
Ing. Rafael Enrique Chantásig Sánchez

CI. 0501640908



Agradecimiento.

Un eterno agradecimiento a mi querida familia que para el presente periodo de formación académica, suplieron algunas necesidad primordiales , a mi esposa Mercedes por creer que todo esfuerzo al final tiene su recompensa, a mi hija Karen quien sabe cuál es esfuerzo de estudiar lo que uno se desea para alcanzar las metas propuestas, a mi hija Dayely que va aprendiendo a ser exigente para que salgan muy bien las cosas, a mis queridos hermanos quienes me apoyaron incondicionalmente y pregonaron lo que se inicia se termina, y a una persona en especial, a el ingeniero Renán Lara tutor del presente trabajo que siempre me apoyo para que este proyecto de vida se vuelva realidad.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Dedicatoria.

El presente trabajo está dedicado a un ser muy especial que a pesar de que no se encuentra en este mundo se siente su presencia espiritual, él es quien nos cuida y protege a las familias que mucho quiso en este mundo, aquel ser maravilloso es mi padre que partió de la tierra hace cuarenta y dos años, también dedico el presente trabajo aquellas personas que puedan dar uso de él para obtener alimentos económicos, sanos para sus familias abasteciendo los mercados nacionales y que puedan contribuir con la disminución de la contaminación ambiental.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Índice General.

Contenido

TEMA:	I
AVAL DEL TRIBUNAL DE GRADO	II
Responsabilidad del Autor	III
Agradecimiento.	IV
Dedicatoria.	V
Índice General.	VI
Índice de Tablas.	XI
Índice de Gráficos.	XI
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
A.- Situación Problemática.	3
B.- Justificación de la investigación.....	4
C.- Objeto y problema de la investigación.	5
D.- Campo de acción y objetivo de la investigación.	6
E.- Objetivo general de la investigación.....	6
F.- Hipótesis de investigación y desarrollo de la investigación.	7
Desarrollo de la investigación.	7
G.- Sistema de objetivos específicos.....	7
Objetivos específicos.....	7
H.- Sistema de tareas señalando los métodos, procedimientos y técnicas que concretan las acciones en cada tarea.	8
Nivel de investigación.....	8
Alcance de la investigación.....	8
I.- Estructura del proyecto de investigación y desarrollo.	9
CAPÍTULO I.	11
MARCO CONTEXTUAL Y TEÓRICO.	11
1.1.Caracterización detallada del objeto de la investigación.....	11
1.2. Marco teórico de la investigación.	12
1.2.1. El Calentamiento global causas y consecuencias.	12
1.2.2. La contaminación cobra 13 millones de vidas al año.....	14
1.2.3. Carga de morbilidad en las regiones de la OMS.	15
1.2.4. Principales causas de mortalidad vinculada al medio ambiente.....	16



1.2.5. Otros datos sobre la contaminación en el mundo.	17
1.2.6. Algunas soluciones a la contaminación ambiental.	21
Valoración crítica.	23
1.2.7. Sistemas de bombeo.	23
1.2.8. Tipos y aplicaciones de las bombas.	23
1.2.9. Clasificación de bombas.	24
1.2.10. Bombas centrífugas.	24
1.2.11. El impulsor.	25
1.2.12. La carcasa.	25
1.2.13. Bombas rotatorias.	27
1.2.14. Bombas Reciprocantes.	28
1.2.15. Sistemas de riego por aspersión, surcos y goteo.	29
1.2.16. Sistemas de riego por aspersión.	29
1.2.17. Sistemas de riego por surcos y corrugaciones.	29
1.2.18. Sistemas de riego por goteo.	30
1.2.19. Emisores o goteros.	30
1.2.20. Red de distribución de tuberías.	32
1.2.21. Tuberías de PVC.	32
1.2.22. Dimensionado de tuberías y derivaciones.	33
1.2.23. Filtros.	34
1.2.24. Válvulas.	37
1.2.25. Válvula de pie.	37
1.2.26. Válvula de retención.	37
1.2.27. Válvula de regulación o llave de paso.	38
1.2.28. Válvula de seguridad.	38
1.2.29. Válvula de descarga o de drenaje.	39
1.3. Fundamentación de la Investigación.	40
1.4. Bases teóricas particulares de la Investigación.	41
1.4.1. Curvas características de las bombas.	41
1.4.2. Capacidad.	41
1.4.3. Presión de descarga, presión de succión y carga total.	42
1.4.4. Eficiencias de la bomba.	43
1.4.6. Tipos de pérdidas de las bombas.	45
1.4.7. Pérdidas por fricción en el disco del impulsor.	45
1.4.8. Pérdidas mecánicas por fricción en chumaceras y estoperos.	46
1.4.9. Cavitación.	46



1.4.10. Selección adecuada de una bomba centrífuga.	47
1.4.11. Cálculo de condicionantes de operación.	47
1.4.12. Cálculo carga estática total.	47
1.4.13. Cálculo de pérdidas en la succión.	48
1.4.14. Cálculo de la LEQT.	48
1.4.15. Cálculo de la caída de presión en la tubería de succión.	48
1.4.16. Cálculo de pérdidas en la descarga.	48
1.4.17. Cálculo de la caída de presión en de tubería la descarga.	49
1.4.18. Pérdida de carga producida en los tramos rectos de la tubería.	49
1.4.19. Pérdida de carga producida en puntos localizados de la red de riego.	50
1.4.20. Pérdida de carga producida en los emisarios o goteros.	51
1.4.21. Tanques de almacenamiento de agua o cisternas.	51
1.4.22. Especificaciones para la construcción de un tanque de abastecimiento.	51
1.4.23. Gasto medio diario.	52
1.4.24. Gasto máximo diario.	52
CAPÍTULO II.	53
METODOLOGÍA.	53
2.1. Argumentación acerca de la necesidad de la investigación.	53
2.2. Paradigma o enfoque epistemológico.	53
2.3. Alcance de la investigación.	53
2.4. Determinación de variables.	54
2.5. Operacionalización de variables.	54
2.6. La Investigación Científica.	54
2.6.1. Características de la investigación científica.	55
2.6.2. Tipo de investigación.	56
2.6.3. Investigación tecnológica y de campo.	57
2.7. Sistemas de tareas por objetivos específicos.	58
2.7.1. Etapas de elaboración del marco teórico-conceptual.	58
2.7.2. Funciones del marco teórico conceptual.	58
2.7.3. Criterios para evaluar una teoría.	59
2.7.3. Fuentes de información.	59
2.8. Establecer métodos, técnicas y procedimientos.	60
2.8.1. Método deductivo.	61
2.8.2. Método inductivo.	61
2.8.3. Método Hipotético – Deductivo.	61



2.8.4. Método Analítico-Sintético	61
2.9. Técnicas utilizadas para recolectar información.	62
CAPÍTULO III.	63
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	63
3.1. Potencia de la bomba.....	64
3.1.1 Medición de la velocidad.....	64
3.1.2 Área del conducto.....	65
3.1.3 Cálculo del Caudal	65
3.1.4. Altura Dinámica Total.....	65
3.1.5. Elección del tipo de bomba.	67
3.2. Cálculo de eficiencia de la bomba.....	68
3.3. Formulación de pérdidas de las bombas.....	68
3.4. Cálculo de pérdidas por succión.....	69
3.5. Dimensionado de tuberías y derivaciones.	70
3.6. Selección de los filtros.	71
3.7. Selección adecuada de las válvulas.	72
3.8. Cálculo de pérdida de carga de tubería recta.....	72
3.9. Calculo de pérdida de carga producida en puntos localizados.	73
3.10. Pérdida de carga producida en los emisarios o goteros.....	74
3.11. Selección del tanque reservorio de agua.	75
CAPITULO IV.	76
PROPUESTA.....	76
4.1. Título.....	76
4.2. Introducción.	76
4.3. Justificación.....	76
4.4. Objetivos	78
General	78
Específicos	78
4.5. Estructura de la propuesta	78
4.6. Desarrollo de la propuesta.....	79
4.6.1. Instalación de la bomba centrífuga.....	79
4.6.2. Instalación de tubería de ingreso y salida de la bomba.	80
4.6.3. Instalación de la válvula de ingreso o de pie.....	81
4.6.4. Instalación de acoples y tubería al tanque reservorio.....	82
4.6.5. Instalación de llave de paso.....	82



4.6.6. Instalación de tuberías primarias y secundarias.	83
4.6.7. Instalación de tuberías terciarias y goteros.....	84
4.6.8. Instalación de válvulas de descarga o de drenaje.	84
4.6.9. Esquema final del sistema.	85
.....	85
4.6.10. Pruebas de funcionamiento.....	86
4.7. Evaluación socio-económico-ambiental de la propuesta.....	86
4.7.1 Indicadores de impacto económico.	87
4.7.2 Indicadores de impacto social.	87
4.7.3. Indicador de impacto ambiental.	88
4.8. Conclusiones de la propuesta.	88
CONCLUSIONES GENERALES.	89
RECOMENDACIONES.	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	91
BIBLIOGRAFÍA.....	91
ANEXOS:.....	92



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Índice de Tablas.

Tabla 1: Índice de mortalidad.....	16
Tabla 2: Causas de muerte.....	16
Tabla 3: Equivalencia entre diámetro.....	32
Tabla 4: Presión de trabajo.....	33
Tabla 5: Velocidad real recomendada en filtros.....	36
Tabla 6: Caudal máximo en filtros.....	36
Tabla 7: Longitudes equivalentes de carga.....	51
Tabla 8: Longitudes equivalentes de goteros.....	74

Índice de Gráficos.

Ilustración 1: Calentamiento Global.....	14
Ilustración 2: Tipos de bombas.....	24
Ilustración 3: Emisor o gotero.....	31
Ilustración 4: Filtro de goteo.....	35
Ilustración 5: Válvula de pie.....	37
Ilustración 6: Válvula de retención.....	38
Ilustración 7: Llave de paso.....	38
Ilustración 8: Válvula de seguridad.....	39
Ilustración 9: Válvula de descarga.....	39
Ilustración 10: Selección de bombas.....	47
Ilustración 11: tipos de investigación.....	57
Ilustración 12: criterios para evaluar la teoría.....	59
Ilustración 13: métodos de investigación.....	60
Ilustración 14: Técnicas para recolección de información.....	62
Ilustración 15: Diagrama de procesos.....	63
Ilustración 16: Elección de bomba.....	67
Ilustración 17: Eficiencia del impulsor.....	68
Ilustración 18: Daños por Cavitación.....	69
Ilustración 19: Pérdidas por succión.....	70
Ilustración 20: Dimensionado de tuberías.....	71
Ilustración 21: Tipos de filtros.....	71
Ilustración 22: Tipos de válvulas.....	72
Ilustración 23: Pérdidas en tuberías rectas.....	73
Ilustración 24: Pérdidas en puntos localizados.....	74
Ilustración 25: Tanque reservorio.....	75
Ilustración 26: Diagrama de proceso de instalación del sistema.....	79
Ilustración 27: Bomba centrífuga.....	80
Ilustración 28: Tuberías y Accesorios de PVC.....	81
Ilustración 29: Válvula de ingreso.....	81
Ilustración 30: Tanque reservorio de agua.....	82
Ilustración 31: Llave de paso.....	83
Ilustración 32: Red de distribución de tuberías.....	83
Ilustración 33: Tubería terciaria y goteros.....	84
Ilustración 34: Válvula de descarga.....	85
Ilustración 35: Esquema del sistema eficiente de bombeo.....	85
Ilustración 36: Pruebas de funcionamiento.....	86



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRIA EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

TÍTULO: “Diseño de un sistema eficiente de bombeo, utilizando la fuerza hidráulica del agua generando carga artificial para utilizar en riego por goteo en el cultivo de alimentos y siembra de árboles frutales en las riveras del río Yanayacu del Cantón Latacunga”

Autor: Rafael Enrique Chanatásig Sánchez

Tutor: Ing. MSc. Renán Arturo Lara Landázuri

RESUMEN

Según la Organización Mundial de la Salud la contaminación ambiental es la principal causa de enfermedades cardiopulmonares ocasionando la muerte de 13`000.000 de personas, además enfrentamos la extinción de especies de flora y fauna por la sobreexplotación de los recursos naturales perdiéndose miles de hectáreas de áreas verdes que permite el avance de la desertización. Problemas que se menciona en la investigación donde se plantean alternativas de solución mediante la siguiente propuesta, la introducción analiza el problema de la investigación para establecer una hipótesis determinado los métodos, procedimientos y técnicas que concreten en la propuesta, basados en el marco contextual y teórico detallando el contexto macro, meso, micro, la parte científica del objeto de investigación plantea soluciones con el diseño de un sistema de bombeo e irrigación eficiente, la metodología determina los métodos utilizados con los objetivos específicos para establecer el trabajo de investigación, la presentación de los resultados de la investigación presenta cálculos y características de los componentes del sistema de bombeo e irrigación, la propuesta plantea un proceso de ensamble de los componentes y accesorios en un sistema de bombeo e irrigación por goteo, las conclusiones y recomendaciones permiten verificar si se cumplieron los objetivos planteados al inicio la propuesta, las páginas finales le dan solidez a la investigación. El diseño adecuado de sistemas limpios y eficientes en la producción de bienes y servicios, como el sistema de bombeo e irrigación por goteo para el cultivo de alimentos contribuirá a obtener una seguridad alimentaria, con la siembra de árboles se obtendrán frutos sanos, dando una solución muy limpia y económica a la agricultura, mejorando la calidad de vida de las personas y contribuir a la disminución de la contaminación ambiental.

DESCRIPTORES: Enfermedades cardiopulmonares, Calentamiento global, Sobreexplotación, Desertización, Seguridad alimentaria, Contaminación ambiental.



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

ADDRESS OF GRADUATE

MASTER IN PRODUCTION MANAGEMENT

TITLE: "Design of an efficient pumping system, by the hydraulic force of water generating artificial power to be used into drip irrigation in the cultivation of food crops and fruit trees planting on the streambed of the Yanayacu River of Latacunga Canton"

Author: Rafael Enrique Chanatásig Sánchez

Tutor: Engineer MSc. Renán Arturo Lara Landázuri

SUMMARY

According to the World Health Organization, environmental pollution is the main cause of cardiopulmonary diseases, causing the death of 13,000,000 people. In addition, everybody faces the extinction of a series of flora and fauna species due to overexploitation of natural resources, losing thousands the hectares of green areas that allow the advance of desertification. Problems that arise in the investigation but propose alternatives' solutions through the following proposal, the introduction analyzes the problem of research to establish a specific hypothesis of the methods, procedures and techniques that materialize in the proposal, in the contextual and theoretical framework detailing the macro , meso, micro context , the scientific part the research object proposing solutions with the design of an efficient pumping and irrigation system, the methodology determines the methods used with the specific objectives to establish the research work, the presentation of the results of the investigation calculations and characteristics of components the pumping and irrigation system, the proposal suggests to process of assembly of the components and accessories in to pumping and irrigation system by drip, the conclusions, and recommendations to verify if the objectives were met at the beginning of the proposal, the final pages give strength to the research. The proper design of clean and efficient systems in the production of goods and services, such as the pump and drip irrigation system for food crops will get to obtain food security, with the planting of trees healthy fruits will be obtained, giving a solution very clean and economic to agriculture, improving the quality of life of people and contribute to the reduction of environmental pollution.

Key words: Cardiopulmonary diseases, global warming, overexploitation, desertification, food safety, environmental pollution.



INTRODUCCIÓN

A.- Situación Problémica.

La contaminación ambiental es uno de los problemas más grandes que en la actualidad enfrenta nuestro planeta, lo que ha ocasionado el calentamiento global y los diferentes cambios climáticos, incrementando las aéreas de desertización, por la ausencia de agua superficial y por la carencia de precipitaciones de lluvias definidas en temporadas del año, esto conduce a tener una escasez de alimentos para las personas y animales en todo el mundo, ocasionando la extinción de una serie de especies animales, vegetales y la muerte de trece millones de seres humanos por la contaminación ambiental.

El incremento de la población en nuestro planeta en especial en las ciudades más grandes del mundo está comprometiendo que los terrenos cultivables sean utilizados para la construcción de viviendas, consecuentemente a que tenemos mayor demanda de alimentos y del líquido vital que es el agua, por lo que se ha incrementado la contaminación ambiental, y se hace muy difícil que se puedan obtener alimentos sanos y para los próximos años no tengamos una seguridad alimentaria.

Las personas que cultivan alimentos en las temporadas que dependen de las precipitaciones de la lluvia, han experimentado grandes pérdidas por falta del líquido vital, reduciendo su contribución alimentaria para sus familias y los mercados nacionales, muchas de las veces obligando a migrar a las grandes ciudades donde son objeto de discriminación e incrementando los cinturones de pobreza.

Los sistemas de bombeo y regadío convencionales son muy costosos por lo que no se encuentran al alcance de todos los agricultores, además los sistema de bombeo utilizan motores de combustión interna incrementando más la contaminación del aire, agua y suelo, agravando más el cambio climático, los sistemas de irrigación tradicionales utilizan gran cantidad de agua, desperdiciando de esta manera el líquido vital, el sistema de regadío por aspersión causa daños a las plantas por la presión ejercida por este sistema ocasionando enfermedades en los cultivos, el sistema de regadío por inundación a veces causan la muerte de las plantas por sofocación, los



sistemas de riego por micro aspersión, permite el crecimiento de maleza alrededor de la planta irrigada.

Es necesario que se busque la forma más adecuada para cultivar las tierras que se encuentran cerca de las riveras de los ríos para aprovechar el líquido vital que se encuentra en estos afluentes y de esta manera contribuir a solucionar parte del gran problema que es la falta de alimentos sanos, mediante la implementación de sistemas eficientes de riego para el cultivo de alimentos lo que permitirá asegurar la alimentación familiar, los excedentes se deberán distribuirse en el mercado nacional y cumpliendo con los estándares de calidad y medio ambiente poder exportar nuestros productos alimenticios sanos que contribuyan a la mejor calidad de vida de las personas.

B.- Justificación de la investigación.

El presente trabajo va enfocado a contribuir con la disminución de la contaminación ambiental y la seguridad alimenticia para los futuros años mediante la utilización de energías que no contaminen para el cultivo de alimentos y siembra de árboles frutales de las personas que tienen terrenos cultivables en las riberas del río Cunuyacu del Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi, que actualmente no se encuentran cultivados por falta de lluvias y ausencia de un adecuado sistema de irrigación, además el presente trabajo de investigación puede ser aplicado en todo el país y el resto del planeta.

-)] **Utilidad práctica.-** La presente investigación nos permitirá obtener un adecuado diseño de bombeo que por su tamaño y versatilidad puede ser instalado por una persona en cualesquier sitio del río para el funcionamiento respectivo.
-)] **Utilidad metodológica.-** Posterior a la investigación se obtendrá un sistema adecuado de bombeo que se complementa con el almacenamiento del agua en un tanque cisterna y un sistema eficiente de irrigación por goteo, utilizando la gravedad para su funcionamiento.
-)] **Utilidad teórica y novedad científica.-** Toda investigación lleva un objetivo concreto en nuestro caso servirá para la implementación de estos sistemas eficientes y limpios de irrigación por goteo en las riberas de los ríos de todo el país y el resto del planeta.



- J) **Utilidad medioambiental.**-Toda investigación debe conducir a la mejora de las personas y el planeta con el uso de una bomba mecanizada que aprovecha la fuerza del agua y no contamina el suelo, aire y agua de nuestro planeta, se considera una metodología limpia, además el cultivo de árboles disminuye la contaminación atmosférica.
- J) **Factibilidad.**- Con la implementación y la puesta en práctica del diseño del sistema de irrigación eficiente que es económico y limpio, va enfocado a pequeños y medianos agricultores, para su funcionamiento no utiliza ningún combustible fósil, resultando muy fácil para su montaje, funcionamiento y mantenimiento.
- J) **Relevancia social.**- La implementación del proyecto condescenderá el cultivo de alimentos durante todo el año permitiendo que se disponga de alimentos sanos y frescos en los mercados nacionales e internacionales por consiguiente mejorando ostensiblemente la economía de los hogares que cultivan en las riberas de los ríos.

C.- Objeto y problema de la investigación.

La contaminación ambiental causante del calentamiento global, cambio climático y la ausencia de lluvia.

El sistema de irrigación eficiente permitirá aprovechar el caudal de los ríos para cultivar diferentes tipos de alimentos en todas la épocas del año asegurando a futuro que las personas se alimenten de forma adecuada evitando la desnutrición y en muchos casos la muerte de las personas y animales.

- J) Mediante el problema planteado en la presente investigación se utilizaran los conocimientos científicos para solucionar parte de la problemática mundial por el cambio climático, la falta de agua por precipitaciones de lluvias, las pérdidas de cultivos por escasez de agua llevando a que no se pueda cubrir con la demanda de alimentos sanos.
- J) Las aguas de los diferentes ríos no son bien aprovechadas para la agricultura por el nivel freático que recorre el agua y el nivel del terreno cultivable, por lo que es necesario la



implementación de un sistema de bombeo limpio, aprovechando las corrientes de los ríos mediante el uso de una bomba mecanizada se solucionara en gran parte la falta de agua por la ausencia de precipitación de lluvias de nuestro cantón y provincia.

-) La implementación de un sistema de irrigación eficiente permitirá a los agricultores que tienen propiedades en las riveras en los ríos aprovechar el caudal de agua y cultivar diferentes tipos de alimentos en todas la épocas del año, lo que permitirá obtener alimentos sanos para sus familias, el mercado nacional y poder exportar a otros países, y de esta manera asegurar la demanda de alimentos en el futuro.

D.- Campo de acción y objetivo de la investigación.

El diseño adecuado de un sistema eficiente de bombeo e irrigación por goteo.

La presente propuesta evitara la gran pérdida de cultivos por la falta de lluvia o un deficiente sistema de irrigación por combustión, la propuesta de la investigación permitirá cultivar económicamente y obtener alimentos orgánicos para satisfacer las necesidades alimenticias de las personas y animales, permitiendo cultivar productos de ciclo corto y largo para abastecer el mercado local, nacional e internacional.

El cultivo de árboles frutales nos permitirán obtener frutos para las familias, refugio para los animales de la zona, además permitirán la purificación del aire disminuyendo notablemente la contaminación del ambiente, otro de los beneficios es la modificación de la temperatura de ambiente con un cierto grado de humedad permitiendo que los terrenos aledaños sean aptos para la agricultura los que absorberán gran parte de los rayos solares contribuyendo a la disminución del calentamiento global.

E.- Objetivo general de la investigación.

“Diseñar un sistema eficiente de bombeo, utilizando la fuerza hidráulica generando carga artificial y utilizar en riego por goteo para el cultivo de alimentos y siembra de árboles frutales en las riveras del rio Yanayacu del cantón Latacunga para contribuir con la disminución de la contaminación ambiental”



F.- Hipótesis de investigación y desarrollo de la investigación.

El diseño de un sistema eficiente de bombeo, utilizando la fuerza hidráulica del agua para generar carga artificial y utilizar riego por goteo en el cultivo de alimentos y siembra de árboles frutales en las riberas del ríos, dará una solución muy limpia y económica, para el cultivo de alimentos orgánicos mejorando la calidad de vida a los agricultores que vayan a hacer uso de este sistema, contribuyendo a la disminución de la contaminación ambiental.

Desarrollo de la investigación.

El uso adecuado de sistemas eficientes de irrigación, permitirá que se optimicé este valioso recurso del agua en el cultivo de alimentos y la siembra de árboles frutales se obtendrá reducir los gases de efecto invernadero causantes del calentamiento global y el cambio climático, un sistema adecuado de irrigación permitirán mantener los terrenos cultivables por lo que no serán arrastrados los nutrientes como con otros medio de irrigación, además se obtendrían productos sanos en todas las épocas del año asegurando la alimentación de la familias y poder satisfacer la demanda de los mercados nacionales e internacionales.

Para establecer el objetivo del presente trabajo se debe considerar:

-) Acción del proceso creativo DISEÑAR UN SISTEMA EFICIENTE DE IRRIGACIÓN
-) Variable independiente: UN SISTEMA EFICIENTE DE BOMBEO, UTILIZANDO LA FUERZA HIDRÁULICA DEL AGUA GENERANDO CARGA ARTIFICIAL
-) Variable dependiente: UTILIZAR EL RIEGO POR GOTEO PARA EL CULTIVO DE ALIMENTOS Y SIEMBRA DE ÁRBOLES FRUTALES EN LAS RIBERAS DE LOS RÍOS
-) Contexto específico EN LAS RIVERAS DEL RIO YANAYACU DEL CANTON LATACUNGA

G.- Sistema de objetivos específicos.

Objetivos específicos.

-) Establecer el referente teórico de las causas, efectos y soluciones de la contaminación ambiental.



-) Establecer el referente teórico de los sistemas mecanizados de bombeo y sistemas de riego.
-) Diseñar un sistema de regadío eficiente, libre de contaminación, de fácil manejo y económico.

H.- Sistema de tareas señalando los métodos, procedimientos y técnicas que concretan las acciones en cada tarea.

Las personas que no hacen uso de una técnica o tecnología limpia de irrigación por goteo es debido a que los antecesores no hacían uso de las mismas por que los ciclos de lluvias eran bien establecidos en cada temporada, no existía la contaminación ambiental que perjudique el planeta ni los cultivos y no era necesario producir en grandes cantidades para cubrir la demanda de ese entonces.

Es necesario que todos los agricultores que tienen terrenos cultivables cercanos a las riveras de los ríos utilicen estas tecnologías limpias con el fin de cultivar los alimentos sanos y cubrir la demanda en los mercados nacionales e internacionales, además con el cultivo de árboles frutales estaremos contribuyendo a la purificación del aire y disminuyendo considerablemente la contaminación atmosférica.

Método cualitativo o no tradicional es el más adecuado para el trabajo de diseño de un sistema de regadío porque permite cualificar y describir el fenómeno social a partir de rasgos establecido ante la situación analizada.

Nivel de investigación.- El nivel de investigación descriptivo nos permite puntualizar cada uno de los componentes del sistema eficiente de irrigación por goteo, el mismo consta de una bomba centrífuga con un eje central con álabes de movimiento que a su vez mueven a los álabes de impulsión conectada a tuberías de ingreso y salida del agua, el agua es conducida a un tanque reservorio para luego ser distribuida por una serie de tuberías a los cultivos entregando a los cultivos la cantidad de agua necesaria para su desarrollo y producción de los cultivos.

Alcance de la investigación.- La investigación de las causas y efectos de la contaminación nos permite proponer el diseño del sistema de bombeo aprovechando la fuerza motriz del agua. Será de gran utilidad por ser un sistema novedoso ya que no existen otros sistemas de características



similares que sean limpios para el cultivo de alimentos y siembra de árboles, y estará al alcance de todos los agricultores que cultiven junto a las riberas de los ríos.

Los sistemas eficientes de regadío permitirán que se obtengan alimentos sanos durante todo el año, además con el cultivo de árboles frutales, nos permite reducir gradualmente la contaminación, caso contrario se agravaran los efectos sobre el planeta si no se toman las medidas adecuadas para corregir estos eventos.

I.- Estructura del proyecto de investigación y desarrollo.

Páginas preliminares.- Aquí se describe el tema de investigación, también forman parte de las páginas de responsabilidad del autor, el agradecimiento a las personas o instituciones, dedicatoria a seres muy especiales, el índice general del proyecto, la lista de cuadros, la lista de gráficas, el resumen del trabajo, y el abstracto que se encuentra en idioma extranjero.

La introducción.- Es el cuerpo del proyecto de investigación y desarrollo, es el punto de partida de la investigación y contiene las siguientes partes: situación problemática, la justificación de la investigación, el objeto y problema de la investigación, el campo de acción y objetivo de la investigación, la hipótesis de investigación y desarrollo de la investigación, el sistema de objetivos específicos, el sistema de tareas señalando los métodos, los procedimientos y técnicas que concretan las acciones en cada tarea.

Capítulo I.- En este capítulo se describe el **marco contextual y teórico** en el se detalla el objeto de la investigación en su contexto, el marco teórico de la investigación se **plantea** algunas soluciones a la contaminación ambiental que es el problema planteado, en el sistemas de bombeo se describen las clases de bombas y sus componentes, en las bases teóricas particulares de la investigación se demuestran los cálculos de la potencia y pérdidas del sistema de bombeo, los tipos de riego por goteo es el mas adecuado, en los componentes del sistema de riego por goteo se demuestran todas sus capacidades, también se calcula la pérdida de carga producida en los tramos rectos de la tubería, en los tanques de almacenamiento de agua o cisternas, se demuestra su capacidad y gasto diario.

Capítulo II.- En este capítulo se demuestra la **metodología** que se utilizo para el trabajo contiene la argumentación acerca de la necesidad de la investigación demostrando la hipótesis y



la operacionalización de las variables, también contiene la investigación científica en donde se demuestran la importancia de la investigación, en el sistema de tareas por objetivos específicos se demuestra las diferentes etapas de investigación para la obtención del marco teórico, al establecer métodos, técnicas y procedimientos más utilizados que garantiza una buena investigación.

Capítulo III.- En este capítulo se presentan los resultados de la investigación, en la que se demuestran los cálculos y características fundamentales de cada uno de los componentes del sistema, como la potencia de la bomba, cálculo de eficiencia de la bomba, cálculo de pérdidas de las bombas, cálculo de pérdidas por succión, dimensionado de tuberías y derivaciones, selección de los filtros, selección adecuada de las válvulas, cálculo de pérdida de carga de tubería recta, cálculo de pérdida de carga producida en puntos localizados, pérdida de carga producida en los emisarios o goteros, selección del tanque reservorio de agua, es el producto final de una buena investigación.

Capítulo IV.- En este capítulo se presenta la Propuesta, la que contiene el título de la investigación, una introducción que es un resumen del trabajo, la justificación porque se realiza el trabajo, los objetivos que y como hacer el trabajo, la estructura de la propuesta es la columna vertebral de la investigación, desarrollo de la propuesta se plantean todos los componentes y accesorios del sistema de irrigación por goteo como, la válvula de ingreso o de pie, tuberías de pvc: (policloro de vinilo), bomba centrífuga, reservorio de agua, llave de paso, red de distribución de tuberías, válvula de descarga o de drenaje, en la evaluación socio-económico-ambiental de la propuesta se describen tres indicadores fundamentales como los indicadores de impacto económico, indicadores de impacto social, indicador de impacto ambiental y por último conclusiones de la propuesta.

Conclusiones Generales.- Aquí se elaboró en forma breve y precisa como una consecuencia lógica de los resultados obtenidos y deben expresar explícitamente el nivel de cumplimiento del objetivo general y de los objetivos específicos.

Recomendaciones.- Aquí se debe reflejar los tópicos que pueden constituir nuevos problemas científicos debido a que no fueron completamente estudiados en esta investigación y en las investigaciones revisadas.



CAPÍTULO I.

MARCO CONTEXTUAL Y TEÓRICO.

1.1. Caracterización detallada del objeto de la investigación.

Existe un problema científico en todo el planeta, es la contaminación ambiental lo que ha generado el calentamiento global determinándose un incremento de 1,5 a 2,5 °C de temperatura a nivel del mar, asimismo los diferentes cambios climáticos cambiando las aéreas verdes y cultivables en zonas desérticas por la tala de árboles y la quema indiscriminada de bosques, o por la carencia de precipitaciones de lluvias definidas en temporadas del año, esto conduce a tener una escasez de alimentos para las personas y animales en todo el mundo, ocasionando la extinción de una serie de especies animales, vegetales y la muerte de trece millones de seres humanos, presentándonos un futuro catastrófico para los seres humanos y el planeta.

Es fundamental que frente a un futuro catastrófico no deseado, las naciones y todas las personas a nivel del mundo se sujeten a la normativa internacional para la disminución de la contaminación ambiental estableciendo reglas claras para la protección del medio ambiente, se debe exigir el uso de energías limpias o renovables en las industrias y el transporte que son las más contaminantes, asimismo el uso adecuado del agua en los cultivos de alimentos orgánicos y la plantación de árboles es primordial lo que permitirán una agricultura limpia que sea el medio de desarrollo sustentable para las poblaciones del mundo.

En la actualidad en nuestro país el adelanto tecnológico nos permite contar con un sinnúmero de bombas que la agricultura tradicional utiliza, pero no se ha concientizado en la contaminación ambiental que generan el uso de estos mecanismos, por lo que es necesario contar con el uso de tecnologías limpias y eficientes para el cultivo en zonas agrícolas, permitiendo la disminución de la contaminación en todas sus etapas y niveles.

En el mundo hay una diversidad de mecanismos de bombeo (bombas), cuya capacidad, diseño y aplicación cubren un amplio rango que va desde pequeñas unidades utilizadas para dosificación de cantidades mínimas, hasta bombas centrifugas que son capaces de manejar grandes volúmenes para surtir de agua a las grandes concentraciones urbanas. Su variedad de diseños



cubren desde diferentes principios de operación, hasta bombas especiales para manejo de sustancias tan diversas como el agua, metales fundidos, concreto, etc.

1.2. Marco teórico de la investigación.

En un trabajo de investigación es importante el respaldo científico, que son hechos comprobados por expertos de materia, para que un trabajo tenga validez y no solo este basado en experiencias vividas o hechos empíricos, a continuación citaremos los temas importantes del trabajo que va desde las causas de la contaminación hasta el cálculo de pérdidas en los goteos del sistema.

1.2.1. El Calentamiento global causas y consecuencias.

El incremento de la temperatura en todo el planeta se debe fundamentalmente a los gases que emanan las grandes industrias y el transporte masivo de las personas, que son los causantes directos de los diferentes cambios climáticos, así lo corroboran otros autores.

(El calentamiento global causas y consecuencias, 2007) de la revista Ciencia en su primera parte nos dice: Este efecto invernadero (calentamiento global) es producido por las actividades humanas industriales que arrojan a la atmósfera más dióxido de carbono (CO_2) del que nuestro planeta está dispuesto a soportar y procesar, el 80% de los gases de efecto invernadero que producen el cambio climático están relacionados con la producción y consumo de energía; nuestra atmósfera está compuesta por 2 capas importantes que son la troposfera y la estratosfera, El aire de la troposfera es el que interviene en la respiración y está compuesto por un 78,08% de nitrógeno (N_2), un 20,95% de oxígeno (O_2), un 0,035% de dióxido de carbono (CO_2) y un 0,94% de gases inertes como el argón y el neón. En esta capa se encuentran las nubes y casi todo el vapor de agua Allí se producen todos los fenómenos atmosféricos que originan el clima. Más arriba, aproximadamente a 25 kilómetros de altura, en la estratosfera se encuentra la importante capa de ozono que protege a la Tierra de los rayos ultravioletas (UV).

Asimismo se estima que la sequía y el deshielo dejarán sin agua dulce a mil millones de personas, 50 millones de ella en las cuencas del sur, este y centro de Europa, y cientos de millones ya están condenadas a padecer inundaciones por el aumento del nivel del mar.



El cambio climático podría ocasionar una caída importante de los cultivos en África, una reducción de los glaciares del Himalaya, más olas de calor en Europa y Norteamérica y más muertes por hambre y enfermedades en el planeta.

Nuestro país no se encuentra exento de esta realidad del calentamiento global que atraviesa nuestro planeta, su manifestación se da cuando se prolonga el verano, consumiéndose el agua que se encuentra almacenada en los volcanes y paramos de la sierra recurso que son muy difícil que vuelve a regenerar, en las provincias de la costa y el oriente, la prolongación del verano y la explotación de los bosques hace que se termine con la vegetación y no existan sitio para el almacenamiento del agua y cuando se manifiestan las lluvias son muy torrenciales lo que causa inundaciones con daños a las propiedades, personas, animales y la perdida de los cultivos, así lo manifiestan otros artículos.

(El calentamiento global causas y consecuencias, 2007) El retroceso de las capas de hielo trae consigo la falta de agua en poblaciones que dependen de ella como es el caso de las personas que viven al pie de los nevados y de cuya sustentación de agua dependen cultivos, personas, y el ecosistema natural propio de esos sitios, como los nevados se van quedando “desnudos” el agua escasea, las lluvias se alejan porque los páramos son incapaces de traerla hacia sí mismos eso causa que la vegetación se quede sin riego natural lo que luego de largas sequías causa algunos incendios, las lagunas retroceden su nivel de agua, los animales propios de esos lugares emigran o simplemente desaparecen (se extinguen) como es el caso de los páramos ecuatorianos en donde hace 30 años en nuestros páramos se encontraba varias especies de ranas propias de los páramos, hoy en día ya no existen porque se extinguieron.

En regiones como las selvas tropicales el calentamiento global produce efectos de sequías prolongadas y si a eso se suma la tala indiscriminada de bosques y la explotación de oleoductos, los efectos son más que devastadores; impredecibles tanto para la flora y fauna de esas regiones como para las personas que habiten dichos lugares, actualmente las selvas tropicales ya sufrieron su primera temporada seca en muchos años lo que ocasionó la sequía de varios esteros, además de eso la subida de las temperaturas ha hecho que los animales de la zona busquen alejarse o como es el caso de varias especies de insectos que han subido a las partes montañosas, lo que deja sin



alimento a otras especies y si a todo eso le sumamos las investigaciones de varios científicos que han detectado la muerte interna de algunas especies de árboles, los efectos son simplemente catastróficos.

Para una mejor comprensión del calentamiento global en nuestro planeta citamos el siguiente gráfico.

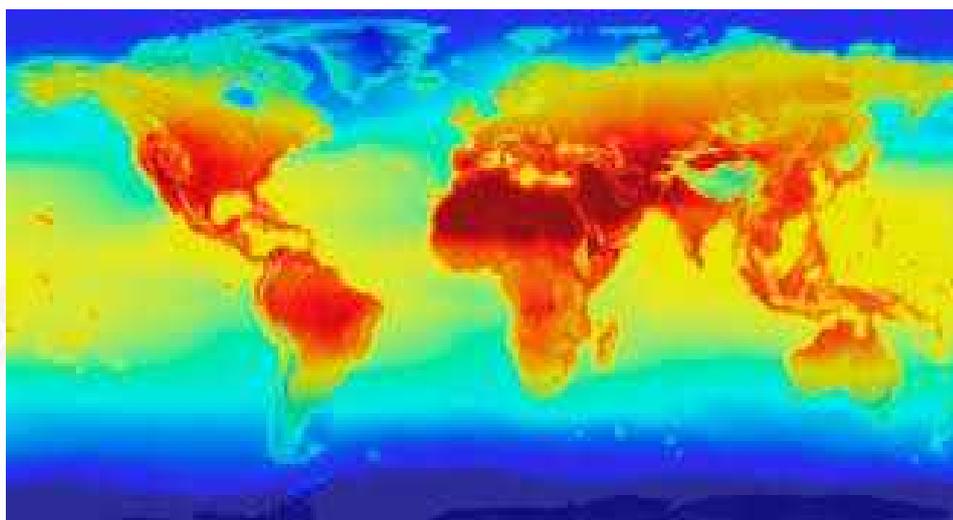


Ilustración 1: Calentamiento Global.
Fuente: Alaha (2016)

1.2.2. La contaminación cobra 13 millones de vidas al año.

La Organización Mundial para la Salud OMS considera que la contaminación ambiental en la actualidad es preocupante porque a más de las modificaciones de zonas climáticas, pone en evidencia las grandes pérdidas humanas y de otras especies, por causa de la contaminación ambiental y que solo el 12% de las personas que viven en las grandes ciudades cumplen con la normativa medioambiental así lo manifiesta la revista digital.

(Causas de la contaminación, 2015) La revista Universia de España manifiesta que: El 5 de junio 2016 concluyó la Asamblea Mundial de la Salud en Ginebra, donde el relator especial de la ONU para los derechos humanos y el manejo de sustancias y residuos peligrosos, Baskut Tuncak aseguró que el 25% de las enfermedades que afectan a los humanos son producto del ambiente, específicamente de la contaminación del aire, agua y tierra. Esta contaminación es la responsable de 13 millones de muertes al año, y es la



principal causa de muerte en países subdesarrollados. Además, 7 millones de muertes se asocian a problemas respiratorios, asegura la OMS.

Sólo el 12% de las personas que viven en grandes ciudades habitan zonas que cumplen las guías medioambientales de la OMS.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) solamente un 12% de las personas que viven en las grandes ciudades ocupan lugares que se ajustan a las guías medioambientales del organismo, y casi la mitad de la población mundial está expuesta a niveles de polución del aire 2,5 veces por encima de los recomendados. Las 10 ciudades con la concentración más elevada de contaminación en el mundo son Nueva Delhi, Karachi, Dacca, Dakar, Abu Dabi, Doha, Ulán Bator, El Cairo, Amán y Pekín.

1.2.3. Carga de morbilidad en las regiones de la OMS.

En una reunión realizada el 15 de marzo del 2016 en Ginebra se puso en evidencia el índice de mortalidad, las principales causas de muerte según investigaciones de años anteriores y proyectándonos las mismas tendencias para los próximos años, estas fueron establecidas por regiones a nivel de todo el mundo, como consecuencia de la contaminación.

El índice de mortalidad de las personas en las diferentes regiones del mundo por causas directas o indirectas de la contaminación son considerablemente elevados, y se dan generalmente en los países que se encuentran en vías de desarrollo así lo manifiesta en su informe según la OMS.

(Salud, 2016) Organización Mundial de la Salud mediante un comunicado de prensa expresa: Por regiones, según el informe, sobre los países de ingresos bajos y medianos de las Regiones de Asia Sudoriental y del Pacífico Occidental recayó la mayor carga de morbilidad vinculada al medio ambiente en 2012, con un total de 7,3 millones de muertes, la mayoría atribuibles a la contaminación del aire en espacios interiores o en el exterior.



Tabla 1: Índice de mortalidad

ORDEN	CANTIDAD	TIEMPO	REGIÓN
1	3,8 millones	muertes anuales	Asia Sudoriental
2	3,5 millones	muertes anuales	Pacífico Occidental
3	2,2 millones	muertes anuales	África
4	1,4 millones	muertes anuales	Europa
5	854 000	muertes anuales	Mediterráneo Oriental
6	847 000	muertes anuales	Américas

Fuente: Organización Mundial de la Salud (2016)

La mayor carga de morbilidad por razones ambientales recae sobre los países de ingresos bajos y medianos si se tienen en cuenta todos los tipos de enfermedades y lesiones; sin embargo para determinadas enfermedades no transmisibles, como las enfermedades cardiovasculares y los cánceres, la carga de morbilidad per cápita puede ser también relativamente alta en algunos países de ingresos altos.

1.2.4. Principales causas de mortalidad vinculada al medio ambiente.

Mediante los datos de índice de mortalidad por regiones podremos especificar cuáles son las principales enfermedades como las enfermedades cardiovasculares con un índice de 2.5 millones de muerte al año por causa de la contaminación.

Tras el análisis de más de 100 categorías de enfermedades y traumatismos, que la gran mayoría de muertes vinculadas al medio ambiente se deben a enfermedades cardiovasculares, como los accidentes cerebrales y la cardiopatía isquémica.

Tabla 2: Causas de muerte

ORDEN	ENFERMEDAD	CANTIDAD	TIEMPO
1	Accidentes cerebrovasculares	2,5 millones	muertes anuales
2	Cardiopatía isquémica	2,3 millones	muertes anuales
3	Traumatismos involuntarios (accidente de tránsito)	1,7 millones	muertes anuales
4	Cánceres	1,7 millones	muertes anuales



5	Neumopatías crónicas	1,4 millones	muertes anuales
6	Enfermedades diarreicas	846 000	muertes anuales
7	Infecciones respiratorias	567 000	muertes anuales
8	Afecciones neonatales	270 000	muertes anuales
9	Paludismo	259 000	muertes anuales
10	Traumatismos intencionados	246 000	muertes anuales

Fuente: Organización Mundial de la Salud (2016)

Para mejorar el medio ambiente y prevenir enfermedades, se deben utilizar tecnologías y combustibles limpios para el cultivo de alimentos, calefacción e iluminación, lo que reducirían las infecciones respiratorias agudas, las neuropatías crónicas, las enfermedades cardiovasculares y las quemaduras. Con una buena calidad de agua potable y un saneamiento adecuado, se potenciaría la reducción de las enfermedades infecciosas.

1.2.5. Otros datos sobre la contaminación en el mundo.

Las últimas investigaciones de las causas de muerte a nivel mundial por la contaminación ambiental en los países más grandes son la contaminación, esta es arrastrada por el agua enfermando a las personas y animales que lo consumen, posteriormente el producto de la contaminación es depositada en los océanos formándose islas flotantes de basura y matando la vida marina, las radiaciones que se encuentra en el pacífico son llevadas por el aire lo que atrae enfermedades como el cáncer y su posterior la muerte de las personas, para profundizar estos datos nos sustentamos en la revista Explora.

(Pino, 2015) Quien manifiesta:

11. Los estadounidenses son los que más contaminan.

Estados Unidos de América tiene casi el 5% de toda la población mundial. Sin embargo, utiliza el 25% de todos los recursos de la Tierra y produce el 30% de toda la basura en el mundo, siendo el país que más contamina.

10. Cuánta basura hay en los océanos.

Cada año, 6000 millones de kilogramos de basura son arrojados a los océanos. La mayor parte está constituida por plástico, material que provoca la muerte de más de 1 millón de



aves, 100.000 mamíferos e innumerables cantidades de peces y crustáceos, cada año. En promedio, por cada millón de toneladas de petróleo que se transporta en los océanos, cerca de 1 tonelada se derrama en el agua.

9. Cuántos niños mueren por la contaminación del agua.

Cada 8 segundos muere 1 niño por causas relacionadas con el consumo de agua contaminada. Sólo en India, se estima que por día mueren 1000 menores de edad por el consumo, la exposición prolongada o enfermedades relacionadas con la contaminación del agua.

8. La contaminación del aire en China y Bombay.

El aire de la ciudad de Beijing (o Pekín), capital de China, está tan, pero tan contaminado por las actividades humanas que respirar allí implica exactamente los mismos riesgos que fumar 21 cigarrillos por día. Peor aún es la situación en Bombay, India, donde respirar durante 1 día equivale a fumar 100 cigarrillos, según los expertos.

7. La contaminación del aire en el resto del mundo.

Según los últimos estudios relacionados con la contaminación del aire a nivel global, 1 de cada 8 muertes en el mundo entero tienen que ver con la contaminación en el aire.

6. Radiactividad en el Pacífico.

Tras la crisis nuclear en Japón, producto de la catástrofe que provocó el tsunami de 2011, 11 millones de litros de agua con extremos niveles de radiactividad fueron arrojados al océano Pacífico. Días más tarde, se detectaron peces contaminados con material radiactivo a más de 80 km de la costa.

5. Muertes por agua contaminada a nivel mundial.

En China, cerca de 700 millones de personas beben agua que está contaminada. Según las estadísticas, 3400 millones de personas, en el mundo entero, mueren cada año por afecciones relacionadas con el agua contaminada.



4. Enfermedades respiratorias en México D.F.

Según la OMS, sólo en la ciudad de México D.F., hay 1 millón de personas con enfermedades respiratorias relacionadas con la contaminación del aire en la ciudad. Por las mismas razones, cada año muere un promedio de 6400 personas en la ciudad.

2. El caso de Botsuana.

A pesar de que Botsuana, al sur de África, tiene menos de 2 millones de habitantes, es el segundo país más contaminado del mundo. El desarrollo extremo de la industria mineral y la deforestación son los dos factores más significativos en la cuestión.

2. Plomo en la sangre de los niños de Zambia.

En la ciudad de Kabwe, Zambia, análisis sanguíneos en los niños demostraron un contenido de plomo entre 5 y hasta 10 veces mayor de lo que es considerado peligroso. Los niños de Kabwe registran el máximo nivel de plomo en la sangre de todo el mundo y tienen altísimos niveles de mortandad.

1. Nuestros organismos evidencian el cambio.

En 1920, una serie de intensas investigaciones a nivel mundial analizaron los compuestos químicos y los diferentes tipos de sustancias que constituyen el cuerpo humano en el común de la gente. Las mismas investigaciones se desarrollan aún hoy en día, pero con la excepción de que actualmente se pueden identificar entre 300 y 500 compuestos químicos que no figuraban en los análisis de años anteriores.

Ser consciente de todos estos datos sobre la contaminación en el mundo es muy importante; reflexionar al respecto lo es aún más, pero nada es tan importante como actuar, y una excelente forma de hacerlo es educando.

1.2.5.1. La situación del Ecuador

Nuestro país no está exento de esta realidad que atraviesa el planeta el deterioro por causa de la contaminación ambiental y según la Organización de las Naciones Unidas la ciudad de



Latacunga también se encuentra entre las ciudades más contaminadas del Ecuador, pero como parte de este maravilloso planeta debemos ayudar que no continúe el avance de la contaminación y buscar los mecanismos más adecuadas para poder revertir sus efectos, así lo manifiesta en su artículo Preocupante situación ambiental en el Ecuador

(Anonimo, 2004) Del diario la Hora.

En el Ecuador, como en los llamados países en desarrollo la situación ambiental se considera alarmante, los indicadores, así lo demuestran:

- Alta tasa de deforestación y erosión de los suelos.
- Pérdida de biodiversidad y recursos genéticos.
- Desertificación, sequías e inundaciones.
- Deterioro de las cuencas hidrográficas, entre otros
- Actividades hidrocarburíferas.
- Industrias generadoras de desechos tóxicos y peligrosos.
- El sector del transporte de servicio público y privado.
- La producción agrícola con uso de fertilizantes, plaguicidas y químicos en general.

(Sorgato, 2016) De acuerdo a los análisis de la OMS (2012-2013), Santo Domingo, Milagro, Quito, Latacunga, Manta y Portoviejo sobrepasan los niveles internacionales de contaminación perjudiciales para la salud. Ibarra, Cuenca y Ambato son las ciudades menos polutas con $9 \mu / m^3$ de PM 2,5. Por otro lado, solo Quito, Santo Domingo y Milagro son las urbes que superan los límites de contaminación nacionales.

Qué podemos hacer?

En general, el creciente deterioro ambiental también ha agravado la calidad de vida de los ecuatorianos, por lo que se deben tomar las medidas correctivas pertinentes, como son:

- Utilizar los recursos únicamente en la medida en que estos pueda volver a renovarse.
- Utilizar los recursos renovables con la mayor tecnología disponible a fin de evitar su degradación.
- Proteger los ecosistemas frágiles.



- Mejorar la calidad de vida de vida del sector urbano como rural.
- Contar con políticas de Estado adecuadas que favorezcan la conservación del ambiente.

Además, existen organismos como el Ministerio de Ambiente, Fundación Natura, Acción Ecológica y muchos más que están ejecutando programas y proyectos encaminados a mejorar y preservar nuestro ambiente.

La contaminación se encuentra en todo el planeta por lo debemos tomar las medidas de seguridad necesarias para proteger nuestra la salud, de nuestros semejantes y del planeta.

1.2.6. Algunas soluciones a la contaminación ambiental.

Las investigaciones no solo nos permite determinar cuáles son las causas de los problemas, también nos permite establecer las posibles soluciones en forma general o específica para cumplir con nuestras obligaciones tanto institucionalmente y a nivel personal, para contribuir a la disminución de la contaminación ambiental, dentro de la sustentación del presente tema nos apoyaremos en la revista virtual Perú Ecológico

(Algunas Soluciones a la Contaminación Ambiental, 2010) donde se manifiesta que:

1. El Estado debe preocuparse del problema de la contaminación, dando leyes severas, controlando su cumplimiento y sancionando a los transgresores. El problema ambiental es un problema que afecta al bien común y a la calidad de la vida, y, en consecuencia, no puede quedar al libre albedrío de las personas. El bien común es una responsabilidad del Estado como representante del bienestar de todos los ciudadanos.
2. Una alta responsabilidad incumbe a los gobiernos municipales, responsables directos de la disposición de la basura y las aguas servidas; del control del parque automotor; de las áreas verdes; del control de los ruidos molestos; del ornato, y de las emisiones contaminantes en su jurisdicción.
3. Los ciudadanos deben tomar más conciencia del problema, exigir respeto por el medio ambiente y no contribuir a su deterioro. El aporte de los ciudadanos, individualmente, puede ser muy grande en algunos aspectos:



- No arrojar la basura y los desechos en las calles ni en cualquier lugar.
 - Evitar los ruidos molestos, tanto a nivel de barrio (escapes abiertos, bocinas, música fuerte) como a nivel doméstico.
 - Erradicar hábitos sumamente contaminantes, como el escupir y hacer deposiciones en la calle o en los parques y jardines, etc.

 - **Sembrar árboles** y colaborar en el mantenimiento de las áreas verdes.
 - No utilizar productos que contienen contaminantes, como CFC (desodorantes en aerosol), gasolina con plomo, etc.
 - Si utilizan vehículos automotores, regular periódicamente la combustión del motor para evitar la producción de gases tóxicos.
4. Se deben usar alternativas menos contaminantes como abonos orgánicos en lugar de los sintéticos; transformar los desechos urbanos orgánicos en abonos; controlar biológicamente las plagas, es decir, combatir los insectos dañinos con sus enemigos naturales, etc.
5. Prohibir la propaganda ciega para los insecticidas, herbicidas y otras sustancias tóxicas, debiéndose alertar obligatoriamente al usuario sobre los efectos contaminantes y letales de las mismas.
6. Educar a la población a través de las escuelas y medios de comunicación (TV, radio, periódicos) en el respeto por el medio ambiente y en la erradicación de pésimas costumbres de contaminación ambiental.
7. En el Ecuador el ministerio del Ambiente debe asumir a plenitud su responsabilidad de controlar la contaminación en un esfuerzo concertado, y fomentar soluciones a los problemas, dando plazos de adecuación a las normas de control de la contaminación ambiental a nivel nacional.
8. Los maestros tienen una muy alta participación en educar a las futuras generaciones hacia la responsabilidad con el medio ambiente y ayudar a la toma de conciencia sobre los daños de la contaminación.



Ocho pasos que si ponemos en práctica estas sugerencias desde nuestros hogares o desde las instituciones a las que pertenecemos estaremos dejando un lugar sano y limpio digno de vivir a nuestras futuras generaciones.

Valoración crítica.- Después de presentar el marco teórico en el cual se describe el análisis del problema se presentan los resultados encontrados que están relacionados con la investigación y fundamentalmente contribuyen a la solución del problema científico en el sentido planteado en el objetivo de la investigación, que presentaremos los sistemas macros y todos sus componentes, las características científicas, para mejor sustentación citaremos a.

(Martínez, 2016) en su artículo de cálculos de bombas que nos demuestra:

1.2.7. Sistemas de bombeo.

Una necesidad muy antigua presentada al ser humano, fue la necesidad de transportar el agua de un lugar a otro, por lo que empezó a idear diversos mecanismos para su solución, iniciando así el desarrollo tecnológico en sistemas de bombeo.

Una bomba sirve para producir una ganancia en carga estática de un fluido procedente de una energía mecánica que se transmite en su eje por medio de un motor.

Hay una diversidad de mecanismos de bombeo (bombas), cuya capacidad, diseño y aplicación cubren un amplio rango que va desde pequeñas unidades utilizadas para dosificación de cantidades mínimas, hasta bombas centrifugas que son capaces de manejar grandes volúmenes para surtir de agua a las grandes concentraciones urbanas. Su variedad de diseños cubren desde diferentes principios de operación, hasta bombas especiales para manejo de sustancias tan diversas como el agua, metales fundidos, concreto, etc., gastos diferentes y materiales de construcción.

1.2.8. Tipos y aplicaciones de las bombas.

Debido a la diversidad de bombas ya mencionadas, hay muchas formas de clasificar las bombas. Por rangos de volúmenes a manejar, por fluidos a mover, etc. Sin embargo, la clasificación más general es en función de la forma en que las bombas imprimen el

movimiento al fluido, separándose en cuatro tipos principales: bombas de engranajes, tornillos, pistón y de paletas.

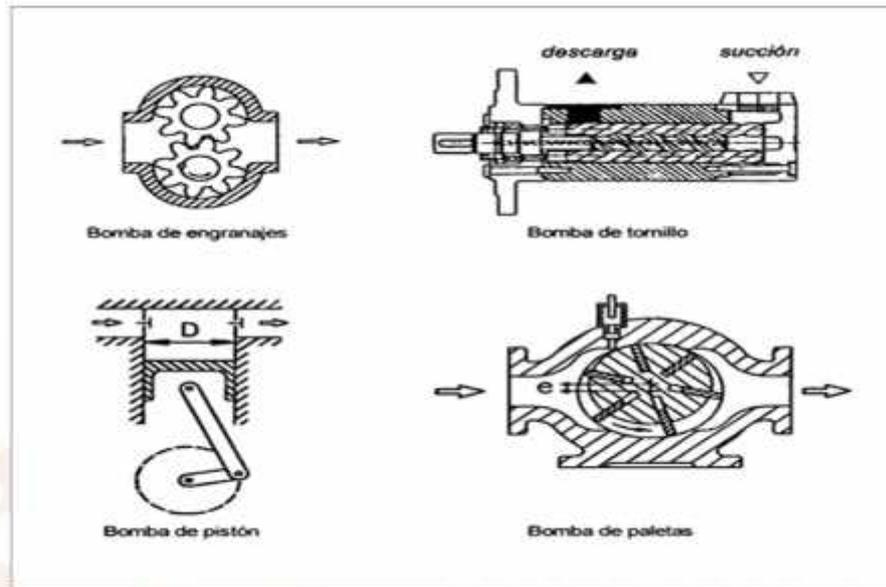


Ilustración 2: Tipos de bombas.
Fuente: Ingemecánica

1.2.9. Clasificación de bombas.

La clasificación anterior, nos permite apreciar la gran diversidad de tipos que existen y si a ello agregamos materiales de construcción, tamaños diferentes para manejo de gastos y presiones sumamente variables y los diferentes líquidos a manejar, etc., entenderemos la importancia de este tipo de maquinaria.

Dentro de ésta clasificación los tipos de bombas más comúnmente utilizadas son las llamadas Centrífugas, Rotatorias y Reciprocantes, y en ellas concentraremos éste estudio.

1.2.10. Bombas centrífugas.

Si tenemos un cubo lleno de agua atado al extremo de una cuerda, y lo ponemos a girar, el agua contenida en el cubo permanecerá ahí, pegándose al extremo del cubo con una fuerza originada por la velocidad rotacional. Esa es la fuerza centrífuga, y es la base del principio de operación de las bombas centrífugas.



Imaginando un impulsor en reposo dentro del agua. Si dicho impulsor se pone a girar, el agua saldrá impulsada por entre los álabes del mismo. A medida que el agua es arrojada fuera de los álabes, más agua llega al centro del impulsor, por ser ésta la zona de menor presión; por ello es ahí donde generalmente se coloca la solución.

Al continuar girando el impulsor, más agua es expulsada y más agua llega al centro del impulsor, manteniéndose así un flujo continuo, sin variaciones de presión; estas son las características principales de las bombas centrífugas. Si el impulsor se coloca dentro de un envolvente o carcasa, el flujo es dirigido hacia donde es requerido, para lograr de ésta manera el objetivo deseado.

Algunas de las características de estas bombas son las siguientes:

- Descarga de flujo continuo, sin pulsaciones.
- Puede bombear todo tipo de líquidos, sucios abrasivos, con sólidos, etc.
- Altura de succión máxima del orden de 4.5 metros de columna de agua.
- Rangos de presión de descarga hasta de 150 kg/cm^2 .
- Rangos de volúmenes a manejar hasta de $20,000 \text{ m}^3/\text{h}$

1.2.11. El impulsor.

Es el corazón de la bomba centrífuga, pues es el componente que imprime la velocidad al fluido; consiste en un cierto número de paletas o álabes curvados con una forma tal que permite un flujo continuo del fluido a través de ella. El diseño de los impulsores se hace en función del fluido a bombear, pudiendo ser abiertos, semicerrados y cerrados.

1.2.12. La carcasa.

En una bomba centrífuga, también con la posibilidad de ser de diferentes diseños, tiene la función de hacer la conversión de energía cinética o de velocidad que se imparte al fluido



por el impulsor, en energía de presión o potencial. Existen dos tipos básicos de carcasas: de tipo espiral y de tipo difusor.

En las carcasas de **tipo espiral**, el impulsor descarga el fluido en un área que se expande gradualmente, disminuyendo así la velocidad para irse convirtiendo en energía de presión.

La carcasa de **tipo difusor**, se basa en unas guías estacionarias con una trayectoria definida, que va ampliando el área desde el impulsor hacia la propia carcasa, haciendo también la conversión de energía cinética (velocidad) a energía potencial en el flujo (presión). Este tipo de carcasa es más utilizado en bombas de varias etapas.

Si la combinación de carga (presión que se tiene que vencer con la bomba) que se requiere es mayor de la que se puede desarrollar con un solo impulsor, se puede hacer una combinación de ellos, con el flujo en serie donde el primer impulsor descarga a la succión del segundo, y así sucesivamente; en éstos casos el gasto se mantiene constante a lo largo de los distintos impulsores, pero la presión va adicionándose de impulsor en impulsor. Estas bombas se conocen como multi etapas o de varias etapas.

A diferencia de otros tipos de bombas, las centrífugas, operando a velocidad constante proporcionan un flujo desde 0 hasta su valor máximo, en función de la carga, diseño propio y condiciones de succión.

Existen curvas características, típicas, de bombas centrífugas, donde se puede interrelacionar la presión de descarga (carga), capacidad, potencia requerida y eficiencia de operación de la bomba.

La presión requerida del sistema se obtiene de la combinación de la carga estática más la presión diferencial del sistema. La curva de pérdidas de fricción es la suma de las pérdidas producidas en tuberías, conexiones y válvulas. Ya que la carga por fricción varía en proporción cuadrática al flujo, la curva característica es generalmente una parábola. Analizando en forma sobrepuesta las curvas de capacidad - carga de la bomba con la carga del sistema, se obtienen los puntos de capacidad y carga en las cuales la bomba podrá operar para ese sistema en particular.



1.2.13. Bombas rotatorias.

Las bombas rotatorias, en sus diferentes variedades, se consideran de desplazamiento positivo, pues su principio de operación está basado en un transporte directo del fluido de un lugar a otro.

Los elementos rotatorios de la bomba crean una disminución de presión en el lado de succión, permitiendo así que una fuerza externa (en ocasiones la presión atmosférica) empuje al fluido hacia el interior de una cavidad; una vez llena ésta, los elementos rotatorios, en su propia rotación, arrastran o llevan el fluido que quedó atrapado en la mencionada cavidad, formada por la parte rotatoria de la bomba y la carcasa (estacionaria), siendo empujado hacia la descarga, forzándose a salir. El fluido así es prácticamente desplazado de la entrada hacia la salida en un movimiento físico de traslación.

Los tipos de bombas rotatorias más comunes son las llamadas de engranes, tanto externos como internos, bombas de lóbulos y bombas de tornillo. Algunas de las características de las bombas rotatorias son las siguientes:

- Producen flujo continuo, sin pulsaciones.
- Su capacidad de succión es de 0.65 atmósferas (6.5 mca. metros de columna de agua).
- Su capacidad de flujo es generalmente de bajo rango.
- Su rango de presión de descarga es medio, del orden de 20 kg/cm^2 máximo.

Por sus características de operación, la capacidad de manejo de flujo en una bomba rotatoria, está en función de su tamaño y velocidad de rotación.

Pueden usarse para líquidos con cualquier índice de viscosidad, pero son bombas sensibles a la presencia de abrasivos, por la gran fricción que hay entre los engranes o lóbulos y el fluido. En particular su rango de fluidos más adecuado, son los de alta viscosidad como grasas, mezclas, pinturas, etc.

También, por su adecuado control de volúmenes en función de la velocidad, son adecuadas para usarse como bombas dosificadoras de productos que deben ser medidos con precisión.



De los diferentes tipos de bombas rotatorias, las más conocidas y simples son las llamadas de engranes.

Otra variedad, son las llamadas de tornillo, que pueden tener 1, 2 o hasta 3 tornillos, dependiendo de la capacidad y presión requerida. Existen modificaciones como las llamadas de "cavidad viajera", consistente en un rotor con forma de tornillo helicoidal, mientras que el estator tiene un espiral doble opuesto al espiral del rotor. Los espacios entre rotor y estator atrapan el material, y en cada revolución lo mueven continuamente hacia la descarga.

1.2.14. Bombas Reciprocantes.

Como su nombre lo indica, producen el bombeo de fluidos con base a un movimiento reciprocante de uno o varios pistones, siendo por ello también bombas de desplazamiento positivo.

La bomba reciprocante tiene la particularidad de producir un flujo pulsante en función del movimiento de su(s) pistón(es). Su capacidad máxima de succión recomendada es de 0.65 atmósferas (6.5 mca. metros de columna de agua) (aunque teóricamente pueden succionar a 1 atmósfera), y pueden construirse para trabajar a presiones hasta de 1,000 kg/cm².

Por sus características, su aplicación es amplia donde se requieren altas presiones, o volumen es controlado de fluido, por lo que se usan mucho en líquidos de alta viscosidad y en el campo de medición y dosificación. Las bombas reciprocantes no hacen succión en los fluidos a manejarse. Al avanzar el pistón se hace una reducción de presión en la cámara de succión, requiriéndose de una fuerza externa (generalmente la presión atmosférica) que empuja el fluido a la cámara.

La capacidad o flujo a manejarse por la bomba está en función de la velocidad, y existe una interrelación entre la temperatura y la viscosidad del fluido, que afectan también la capacidad en el manejo del fluido.



La eficiencia varía dependiendo del tamaño, diseño y su aplicación. Dado que el suministro del líquido es función del barrido del pistón en el cilindro (carrera), y el número de carreras realizadas en una unidad de tiempo, pero como se descarga un volumen real menor al teórico por deficiencias en el llenado del cilindro, en operación real de las válvulas, fugas en el pistón, la eficiencia volumétrica se define como la relación que existe entre la descarga real y la descarga ideal (desplazamiento del pistón) siendo del orden del 95%.

1.2.15. Sistemas de riego por aspersión, surcos y goteo.

Para optimizar el recurso más importante que es el agua se analizó varios sistemas de regadío, algunos muy costoso, otros contaminan el agua, aire y suelo, otros desperdician de forma desmedida el recurso más importante que es el agua, para una mejor sustentación de los sistemas de regadío por aspersión, surcos y goteo citamos a.

(Muñoz, 2016) De la revista digital **Agropecuario**.

1.2.16. Sistemas de riego por aspersión.

Este tipo de riego es aquel que se suministra en el campo en forma de lluvia artificial y se adapta a la mayoría de los cultivos. Este sistema de riego se realiza por medio de una presión hidráulica mediante una bomba y equipos constituidas y aspersores la distribución no depende de la gravedad ni de la topografía del terreno mantiene un índice de eficiencia que puede alcanzar hasta el 80 %, tiene el problema en cambio que el viento obstaculiza la uniformidad del riego y que las pérdidas por evaporación pueden ser mayores.

1.2.17. Sistemas de riego por surcos y corrugaciones.

Este sistema de riego es el que se llena a través de surcos se lo utiliza en suelos de pocas pendientes posee una eficiencia del 50 % de agua se infiltra lateralmente en los camellones frecuentemente este sistema es usado debido a la gran cantidad de cultivos que se siembra en hileras los surcos tienen una profundidad de 20 – 30 cm. Las corrugaciones son en realidad pequeños surcos con una profundidad acerca de 15 cm. En



terrenos nivelados los surcos son rectas en el caso de terreno ondulado los surcos siguen las curvas de nivel.

1.2.18. Sistemas de riego por goteo.

El sistema por goteo consiste en la distribución de gotas de agua que humedecen el área cercana a la planta, es decir, en el área de mayor concentración de las raíces el sistema consta de filtros, reguladores de presión tubos conductores, laterales para bajar la presión y goteros la limpieza del agua por medio de filtros es una parte importante para el funcionamiento del sistema, para gotear bien cada gotero está provisto de un regulador para bajar la presión del agua como este sistema no es afectado por el viento y el agua cae en la mayor concentración de raíces la eficiencia de este sistema es mayor que la del riego por aspersión su nivel de eficiencia alcanza un 90%-95 %. La emisión de agua del sistema está comprendido entre 1 a 8 litros/s. por hectárea.

El agua utilizada para este sistema debe estar libre de impurezas tales como: Sales químicas, bicarbonatos, debido a que estos pueden bloquear el flujo.

De los anteriores sistemas de regadío el más eficiente es el riego por goteo por lo que centraremos nuestra investigación en la descripción de cada uno de los componentes del sistema de riego por goteo, para una mejor sustentación nos basamos en el Tutorial N° 207.

(Ingemecánica, 2015) De su tutorial nos describe:

1.2.19. Emisores o goteros.

Los emisores, también llamados goteros, son los dispositivos que insertados en la tubería porta goteros, serán los encargados de verter el agua al suelo en forma de gotas continuadas.

Los goteros más utilizados son los de tipo botón, que van pinchados directamente sobre el propio ramal porta goteros, como se ve en la figura adjunta.



Ilustración 3. Emisor o gotero
Fuente: Ingemecánica

Su funcionamiento se basa en hacer pasar el agua a través de pequeños orificios o laberintos por el interior del gotero lo que provoca una pérdida de carga por fricción del agua, y que hace que la presión del agua a la salida del gotero sea muy pequeña, prácticamente cero.

De esta forma, los goteros son unos dispositivos que necesitan muy poca presión en el flujo de agua para poder funcionar, manteniendo un continuado goteo de agua en el suelo.

Dependiendo de las medidas de paso a través del gotero, existen distintos tipos de goteros que pueden descargar un caudal de agua que puede oscilar entre 1 hasta los 10 litros/hora (l/h).

En otro orden de cosas, el régimen de funcionamiento de un gotero viene establecido por una formulación del tipo:

$$q = k \cdot h^x$$

Donde,

q es el caudal de descarga del gotero, en l/h .

k es un coeficiente adimensional que debe ser suministrado por el fabricante del gotero

h es la presión que tiene el agua a la entrada del gotero, expresada en m.c.a. (metros de columna de agua)

x es el exponente de descarga del gotero, que también debe ser suministrado su valor por el fabricante.



1.2.20. Red de distribución de tuberías.

Tanto para las líneas principales como las secundarias de distribución, y dado que las presiones de trabajos en las instalaciones de riego por goteo no son muy elevadas, las tuberías de material plástico, en concreto, policloruro de vinilo (PVC) y de polietileno (PE) son las más utilizadas por su economía y facilidad de instalación.

La correspondencia entre el diámetro nominal y diámetro en pulgadas para las tuberías de plástico se indica en la siguiente tabla:

Tabla 3: Equivalencia entre diámetro

Equivalencia entre diámetro nominal y diámetro en pulgadas										
Diámetro nominal, DN (mm)	12	16	20	25	32	40	50	63	75	90
Diámetro en pulgadas (inch, in)	¼	3/8	½	¾	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3

Fuente: Ingemecánica.

1.2.21. Tuberías de PVC.

Las tuberías de PVC se clasifican según varios Tipos y dentro de cada tipo, en Grados. Las de Tipo I son las que ofrecen mejor resistencia a la tracción y a los agentes químicos.

Las más empleadas para sistemas de conducción y abastecimiento de agua son las tuberías de PVC, Tipo I, Grado I, con las siguientes características:

-) Gran resistencia a la corrosión y a los agentes químicos; buena resistencia a la tracción y al golpe de ariete; buen comportamiento frente al envejecimiento, bajo coeficiente de fricción y poco peso.
-) No pueden estar expuesta a la radiación solar porque perjudica a sus propiedades mecánicas.



En general, las tuberías de PVC resisten poco a la radiación solar y terminan degradándose si no se protegen. Por ello, si se emplean tuberías de PVC, éstas deberán ser enterradas en el terreno para protegerlas del sol y las inclemencias atmosféricas.

Las profundidades mínimas recomendadas, según el diámetro de la tubería son las siguientes:

- 50 cm para diámetros comprendidos entre 20 y 75 mm
- 65 cm para diámetros comprendidos entre 75 y 110 mm
- 80 cm para diámetros mayores de 110 mm

Además de Tipos y Grados, las tuberías de PVC se dividen en clases, las cuales indican cuál es la presión de trabajo máxima y la mínima que puede producir la rotura de la tubería:

Tabla 4: Presión de trabajo

Presión de trabajo y Presión de ruptura en tubos de PVC, según Clase		
Clase	Presión Mínima de Ruptura	Presión Máxima de Trabajo
16	68 kg/cm ² (680 m.c.a)	16 kg/cm ² (160 m.c.a)
10	51 kg/cm ² (510 m.c.a)	10 kg/cm ² (100 m.c.a)
6	28 kg/cm ² (280 m.c.a)	6 kg/cm ² (60 m.c.a)
4	22 kg/cm ² (220 m.c.a)	4 kg/cm ² (40 m.c.a)

Fuente: Ingemecánica.

1.2.22. Dimensionado de tuberías y derivaciones.

La elección del diámetro de las distintas tuberías que conforman la instalación de riego deberá realizarse con el objetivo de limitar en lo posible las pérdidas de carga originadas por el rozamiento del flujo de agua con las paredes interiores de la tubería, a la vez que se garantiza que llegue el caudal previsto a todos los emisores que conforman la instalación.



Como criterio de buena práctica se recomienda que para tuberías de naturaleza termoplásticas, la velocidad que alcance el flujo de agua por el interior de la tubería se encuentre en el rango de 0,5 a 3,5 m/s.

Velocidades superiores a los 3,5 m/s darán lugar a problemas de arrastres, ruidos y fenómenos abrasivos en las paredes interiores que afectarían a la durabilidad de la tubería, mientras que velocidades inferiores a los 0,5 m/s podrían ocasionar problemas de sedimentación de partículas y residuos debida a la escasa velocidad de movimiento del agua.

La expresión que relaciona la velocidad del agua (v) por el interior de la tubería con el caudal (Q) es la siguiente:

$$Q = v \cdot A$$

Donde

Q es el caudal volumétrico o flujo de agua que circula por la tubería;

v es la velocidad del agua en el interior de la tubería;

A es el área de la sección interna de la tubería ($\cdot D^2/4$) siendo D el diámetro interior de la tubería.

Despejando el valor (v) de la expresión anterior, la velocidad del agua que discurre por el interior de una tubería podrá ser expresada en función del caudal (Q) y del diámetro interior (D) de la tubería, como:

$$v = Q/A = (4 \cdot Q) / (\cdot D^2/4)$$

1.2.23. Filtros.

Uno de los mayores problemas que puede presentarse en los sistemas de riego por goteo son las obturaciones en la salida de los goteros, debido al reducido diámetro del orificio de salida y la escasa velocidad que alcanza el agua ya en la salida del gotero.

Entre los agentes que pueden causar las obturaciones en los goteros están:

- Partículas minerales (arenas, limos, arcilla)
- Partículas orgánicas (como algas, restos vegetales y de animales)
- Precipitados químicos (tales como sales, fertilizantes...)

Básicamente, en los sistemas de riegos por goteo se pueden emplear tres tipos de filtros, según su función de filtrado:

- Filtros de hidrociclón, como el de la figura adjunta, empleados para separar las partículas más pesadas que lleva el agua en suspensión, tales como la arena presente en el flujo.
- Filtros de arena, para retener las partículas de arcilla y materia orgánica presentes.
- Filtros de malla y filtros de anillas (o disco), muy empleados sobre todo para flujos de agua procedente de pozos.

El caudal a tratar por un filtro de malla dependerá de la calidad del agua, el área neta del elemento filtrante y la pérdida de carga admisible.

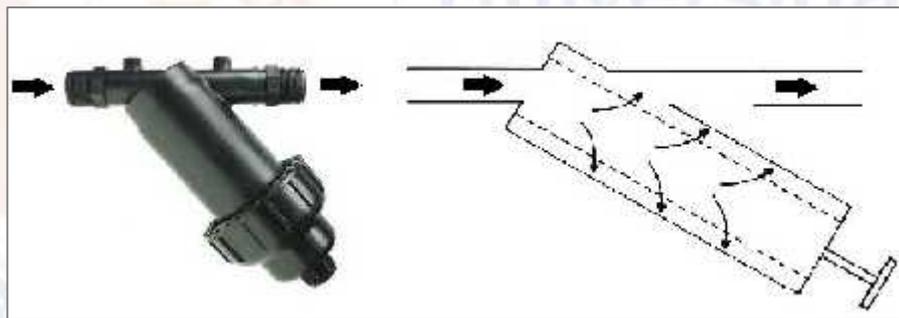


Ilustración 4: Filtro de goteo
Fuente: Ingemecánica.

Para calcular la superficie filtrante (S) necesaria, es decir, el tamaño y el número de filtros que se deben instalar, se aplica la siguiente formulación:

$$S > 1,2 \cdot Q_e / Q_t$$

Expresión anterior que proporcionará la superficie mínima filtrante (S) que sería necesaria instalar, y donde los anteriores parámetros que aparecen en la expresión son:

Q_e es el caudal de agua que entra por el filtro (que es un dato conocido propio de la instalación), y

Q_t es el caudal máximo que es posible atravesar por el filtro.



Para calcular Q_t , se parte de la Tabla 8 anterior, donde a partir del tamaño del orificio de los goteros instalados se puede obtener el tamaño de malla (en micras o en mesh) necesario.

Con el tamaño de malla y la calidad de agua que se tenga en la instalación se utiliza la siguiente tabla 5, de donde se obtiene la velocidad real del agua a su paso por la malla.

Tabla 5: Velocidad real recomendada en filtros

Velocidad real recomendada en filtros de malla, según orificio de malla y calidad de agua		
Tamaño del orificio de la malla (micras, μm)	Clase de agua	Velocidad real del agua, v (m/s)
300 a 125	Limpia	0,4 - 0,9
300 a 125	Con algas	0,4 - 0,6
125 a 75	Cualquiera	0,4 - 0,6

Fuente: Ingemecánica.

Por último, con el dato obtenido de la tabla anterior para la velocidad real del agua a su paso por la malla, se emplea la tabla 6 siguiente de donde se obtiene el caudal máximo (Q_t) que puede circular por el filtro de mallas por unidad de área de filtrado:

Tabla 6: Caudal máximo en filtros

Caudal máximo en filtros de malla según la velocidad del agua	
v (m/s)	Q_t (m^3/h) por m^2 del área total
0,4	446
0,6	670
0,9	1004

Fuente: Ingemecánica.

Una vez obtenido los valores de Q_t y Q_e de la expresión anterior se obtiene la dimensión total del área filtrante (S).

En general, para un filtro de malla fina (50-200 mesh) se recomienda una velocidad de filtración (velocidad de paso del agua a través del orificio de malla) de 0,4 a 0,9 m/s. En aguas superficiales, generalmente muy cargadas de algas, no conviene sobrepasar la velocidad de 0,6 m/s.

1.2.24. Válvulas.

Como elemento de regulación y control del flujo de agua, las válvulas se instalan en la red de conducción, cumpliendo con distintas funcionalidad según el tipo de válvula.

1.2.25. Válvula de pie.

Es el primer elemento de la instalación. Colocada al inicio de la línea de aspiración de la bomba, abre el paso cuando la bomba comienza a aspirar el agua del fondo del depósito o pozo. Al parar la bomba, la válvula de pie evita que se descargue la tubería de aspiración, que causaría el descebado de la bomba.



Ilustración 5: Válvula de pie.
Fuente: Ingemecánica.

1.2.26. Válvula de retención.

Si por fallo del suministro eléctrico o por fallo del motor se detiene la bomba de una manera brusca o instantánea, se genera una sobrepresión en el flujo de agua que se transmite en forma de onda de choque a través del fluido dentro de la tubería, denominado Golpe de Ariete, que puede alcanzar varias veces la presión nominal de trabajo.



Ilustración 6: Válvula de retención
Fuente: Ingemecánica.

1.2.27. Válvula de regulación o llave de paso.

Es un tipo de válvula que permite regular e interrumpir el paso del agua de acuerdo a la cantidad de caudal de agua que desea irrigar.



Ilustración 7: Llave de paso
Fuente: Ingemecánica.

1.2.28. Válvula de seguridad.

También llamada válvula de alivio de presiones. Es un dispositivo que permite la salida automática de un cierto caudal, con el fin de evitar un aumento excesivo de la presión en la red de conducciones.



Ilustración 8: Válvula de seguridad
Fuente: Ingemecánica.

1.2.29. Válvula de descarga o de drenaje.

En los extremos de la instalación se suelen colocar válvulas de drenaje. Este tipo de válvula permite desaguar las tuberías una vez que el riego haya finalizado, con el objeto de evitar que en el interior de la instalación se desarrollen microorganismos o se produzcan precipitados químicos.



Ilustración 9: Válvula de descarga
Fuente: Ingemecánica.

También se utilizan para descargar el agua por los extremos durante las fases de lavado de la instalación de riego.

Se recomienda que cada seis meses se realice un lavado de las tuberías bombeando agua y dejando abiertas las válvulas de descarga de los extremos, con objeto de permitir la salida de los sedimentos que se hayan podido acumular en el interior.



1.3. Fundamentación de la Investigación.

La contaminación ambiental es una de las mayores propulsoras del cambio climático por lo que no permite la precipitación de lluvias en determinadas regiones del planeta, lo que acelera el proceso de desertización de los terrenos cultivables, y no se pueda cultivar alimentos consecuentemente hay poca oferta de alimentos orgánicos en los mercados nacional e internacionales, los sistemas de producción limpios no son aprovechados de una forma adecuada, permitiéndonos realizar el presente trabajo de investigación de diseño de un sistema de irrigación eficiente que constara de una bomba mecanizada impulsado por la fuerza motriz del agua, y no será necesario otra fuerza adicional para su funcionamiento resultando muy económica y fácil de manipular, que impulsara el agua del río a un tanque reservorio elevado para su distribución mediante un sistema de mangueras por goteo utilizando la fuerza de gravedad entregando la cantidad de agua necesario a cada planta, optimizando el líquido vital y evitando el crecimiento de maleza alrededor de la planta.

El presente trabajo se basa en la parte fundamental que es el diseño de una bomba mecanizada impulsada por la corriente de agua que se conduce por un río, por lo que es necesario que conozcamos científicamente las propiedades de los materiales con la que estará elaborada y su capacidad de propulsión más las pérdidas generadas por los materiales en que será elaborada.

El diseño de un sistema eficiente de bombeo contara con dos ingresos de agua el uno dará movimiento a los alavés que se encuentran en el eje central la bomba utilizando la fuerza hidráulica, el otro ingreso de agua será directo a los alavés que se encuentran interior de la bomba para generar carga artificial y el agua ser impulsada hasta un tanque reservorio.

Al utilizar en riego por goteo es necesario contar con un tanque cisterna elevada y un sistema de mangueras que llevara el agua por gravedad del tanque para el cultivo de alimentos y siembra de árboles frutales en las cantidades necesarias evitando el desperdicio y la proliferación de malezas.



1.4. Bases teóricas particulares de la Investigación.

El sustento científico de la investigación del problema y su respectiva solución que es el diseño del sistema de bombeo e irrigación por goteo se desprende el sustento teórico científico de cada uno de los componentes del sistema que a continuación lo describimos basados en **Ingemecánica** (2015) Tutorial N° 207 en donde nos permite que se realice los cálculos de los componentes del sistema de bombeo que a continuación se describe:

1.4.1. Curvas características de las bombas.

La variación de la “Carga” con respecto a la “Capacidad”, a la velocidad constante, representa la “Característica de una Bomba”. Un juego completo de características de bombas, también incluye eficiencia y curvas de potencia requerida (BHP). Las variables que intervienen en el comportamiento de la curva característica de una bomba se describen a continuación.

1.4.2. Capacidad.

Se refiere al volumen del fluido bombeado por unidad de tiempo. También llamado “gasto”, y se expresa en litros por minuto, metros cúbicos por minuto, galones por minuto, o unidades equivalentes.

Algunos factores de conversión útiles son los siguientes:

$$1 \text{ f}^3/\text{s} = 448.8 \text{ gpm (gasto por minuto)}$$

$$1'000,000 \text{ galones/día} = 694.4 \text{ gpm}$$

$$1,000 \text{ barriles por día} = 29.2 \text{ gpm}$$

$$1 \text{ litro por segundo} = 15.95 \text{ gpm}$$



1.4.3. Presión de descarga, presión de succión y carga total.

En un sistema típico de bombeo, se involucran tres términos diferentes de presión, que deben identificarse claramente, estos son: Presión de descarga, Presión de succión y Presión o Carga Total, de donde:

$$P_t = P_d - (P_s), P_s \text{ puede ser negativa o positiva.}$$

En el arreglo típico se muestra la manera de identificar los tres diferentes términos de presión, relacionados con la posición de la bomba. La presión de descarga se refiere a la altura a la cual puede ser bombeado un fluido, expresándose en unidades de longitud de columna de agua (o en kg/cm^2 o Psi). La presión de succión se refiere a la altura desde la cual el fluido puede ser succionado por la bomba, pudiendo ser presión de succión positiva o negativa, dependiendo de la posición relativa de la bomba con el nivel el fluido. La presión total se refiere a la diferencia entre la Presión de descarga y la Presión de succión. En una bomba centrífuga, la carga total dinámica se expresa así:

$$H = H_d - H_s + (V_d)^2/2g - (V_s)^2/2g$$

H_d = Carga a la salida o descarga de la bomba, medida en la tobera de descarga, expresada en pies de columna referida a la línea de centros de la flecha de la bomba.

H_s = Carga de succión, expresada en pies de columna, también referida a la línea de centros de la flecha de la bomba.

V_d = Velocidad del flujo de descarga de la bomba.

V_s = Velocidad del flujo de succión de la bomba.

Los últimos dos términos representan la diferencia de energía cinética o carga de velocidad entre toberas de succión y descarga.

NPSH (Carga Neta Positiva de Succión): NPSH (iniciales para Net Positive Suction Head), en español conocida como la carga neta positiva de succión, se define como la lectura de presión, medida en pies o metros de columna de líquido, tomada de la boquilla



de succión, referida a la línea de centro de la bomba, menos la presión de vapor del líquido correspondiente a la temperatura del líquido, más la carga de velocidad en el mismo punto. Es la carga estática que recibe la bomba en la succión menos las pérdidas en la propia tubería de succión.

$$\text{NPSH} = \{(\text{Ps} - \text{Pvp}) * 2.31 / \text{densidad relativa}\} + \text{hs} - \text{hfs}$$

Ps = Presión de succión en pies.

Pvp = Presión de vapor del fluido, en Psi.

hs = Carga estática en pies.

hfs = pérdidas por fricción a la succión en pies.

Una bomba no puede operar adecuadamente si no tiene un mínimo de NPSH especificado, para cada diseño y condiciones de operación.

$$\text{NPSH} = \text{Patm} + \text{hs} - \text{hfs} - [(V)^2 / 2g]$$

1.4.4. Eficiencias de la bomba.

El grado de perfección mecánico o hidráulico de una bomba es juzgado por su eficiencia bruta, definida como sigue:

$$\text{Eficiencia} = (\text{Salida de la Bomba}) / \text{BHP} = QgH / (550 * \text{BHP}) = (\text{gpm} * H) / (3960 * \text{BHP})$$

Dónde: Q = Capacidad o gasto en f^3 / seg

g = Peso específico del líquido = $62.4 \text{ lb}/\text{f}^3$

BHP = Potencia recibida por la flecha de la bomba.

Curvas Características y Leyes de Afinidad: La carga, capacidad y potencia requerida de una bomba varían con la velocidad de tal manera que las curvas de desempeño retienen



sus características. Esta variación se le conoce como “Leyes de Afinidad”. Aplicable en cualquier punto de la curva Carga vs. Capacidad, estas leyes establecen que:

- Cuando la velocidad se cambia, la capacidad (flujo), varía directamente con la velocidad.
- La carga varía directamente con el cuadrado de la velocidad.
- La potencia BHP varía directamente con el cubo de la velocidad.

$$Q1 / Q2 = n1 / n2; H1 / H2 = (n1 / n2)^2; (BHP)1 / (BHP)2 = (n1 / n2)^3$$

1.4.5. Bombas Geométricamente Similares.

Cuando dos bombas, geométricamente similares se operan a la misma velocidad rotacional, la capacidad varía directamente con el cubo de la relación de diámetros de los impulsores. La carga es proporcional al cuadrado de la misma relación y la potencia requerida varía con la quinta potencia de esa relación.

$$Q2 / Q1 = (D2 / D1)^3$$

$$H2 / H1 = (D2 / D1)^2$$

$$(BHP)2 / (BHP)1 = (D2 / D1)^5$$

Reducción del Diámetro del Impulsor: Si se conserva la velocidad rotacional constante de una bomba, se puede reducir capacidad y carga de la bomba, al reducir el diámetro el impulsor. La reducción sigue, en una forma aproximada las leyes de afinidad.

- La capacidad se reduce en forma directamente proporcional a la relación de diámetros.
- La carga decrece en función cuadrática a la relación de diámetros.
- La potencia se reduce en función cúbica de la relación de diámetros.
- La eficiencia normalmente se reduce con una reducción apreciable de diámetros.



1.4.6. Tipos de pérdidas de las bombas.

Toda la carga de una bomba centrífuga se genera en el impulsor. El resto de las partes no contribuyen a la creación de presión, sin embargo contribuyen a pérdidas que son inevitables, hidráulicas, mecánicas y fugas. Todas las pérdidas de carga entre los puntos de succión y descarga, constituyen las pérdidas hidráulicas.

$$E_h = H / H_i = (H_i - \text{pérdidas hidráulicas}) / H_i$$

La capacidad disponible de una bomba de descarga, es menor que el flujo que pasa a través del impulsor, debido a la recirculación interna que ocurre por los claros entre el impulsor y la carcasa. La relación entre los dos es la llamada eficiencia volumétrica.

$$Q / Q_i = Q / (Q + Q_L) = e_v; Q_L \text{ recirculación interna, } e_v. (\text{eficiencia volumétrica.})$$

Las pérdidas mecánicas incluyen la pérdida de energía en baleros o chumaceras; sellos o estoperos y fricción del impulsor con el fluido. La eficiencia mecánica es la relación que existe entre la potencia entregada al impulsor y convertida a carga de la bomba, con respecto a la potencia entregada en la flecha.

$$E_m = (\text{BHP} - \text{pérdidas mecánicas}) / \text{BHP}$$

La eficiencia Total de la Bomba es: $e = e_h * e_v * e_m$

Las pérdidas en bombas pueden ocurrir en uno o varios de los siguientes lugares:

- Fugas internas entre el impulsor y la carcasa, principalmente en el ojo del impulsor.
- Fugas internas en pasos adyacentes de bombas multietapas.
- Fugas por los estoperos.
- Fugas a través de dispositivos internos para balancear empuje axial.
- Fugas a través de bujes de alivio, cuando se usan para reducir la presión en estoperos.
- Fugas a través de álabes del impulsor en impulsores abiertos.
- Fugas a través de chumaceras y estoperos, para efectos de enfriamiento.

1.4.7. Pérdidas por fricción en el disco del impulsor.

Es la pérdida mecánica más importante de una bomba centrífuga. Se reduce cuando se utilizan impulsores pulidos, y las paredes de la carcasa con acabado superficial suave.



1.4.8. Pérdidas mecánicas por fricción en chumaceras y estoperos.

Las pérdidas en estoperos dependen del arreglo, tamaño y lubricación empleada. Las pérdidas en chumaceras dependen del tipo de resistencia al empuje axial usado, así como de la carga axial recibida. En bombas pequeñas estas pérdidas pueden ser del orden de 2 a 3% de la potencia manejada por la bomba; en las bombas multietapas de alta velocidad, no exceden de 1%.

1.4.9. Cavitación.

El término cavitación, se refiere a ciertas condiciones dentro de la bomba, cuando debido a una pérdida de presión localizada, el fluido manejado hierve en ese punto, formando burbujas o cavidades llenas de vapor. Esas cavidades desaparecen cuando las burbujas llegan a regiones de la bomba con mayor presión. La cavitación puede ocurrir a lo largo de partes estacionarias de la carcasa o sobre el impulsor. La reducción de la presión absoluta por debajo de la presión del fluido puede ser generalizada en la bomba, o solamente local.

Cuando la reducción es generalizada, puede ser resultado de:

- Un incremento en la altura de succión.
- Un decremento en la presión atmosférica.
- Un decremento en la presión absoluta del sistema cuando se está bombeando de un recipiente.

Obstrucciones en la succión que provoca incremento en las pérdidas.

- Un incremento en la temperatura del fluido en la succión.

Cuando la reducción es local:

- Un incremento en la velocidad.
- Al resultado de cambios de velocidad en el flujo, distorsiones en el mismo, cuando hay un cambio repentino en la dirección el flujo.

La cavitación se nota por ruido y vibración, una disminución en la carga y capacidad de la bomba, así como en la eficiencia y produce erosión, en los álabes de los impulsores.

1.4.10. Selección adecuada de una bomba centrífuga.

Para seleccionar una bomba centrífuga se determina el siguiente procedimiento: Cálculo de las condicionantes de operación, Selección teórica de la bomba y Trazo de la curva de operación se realizara el siguiente ejemplo del cual se presenta un esquema.

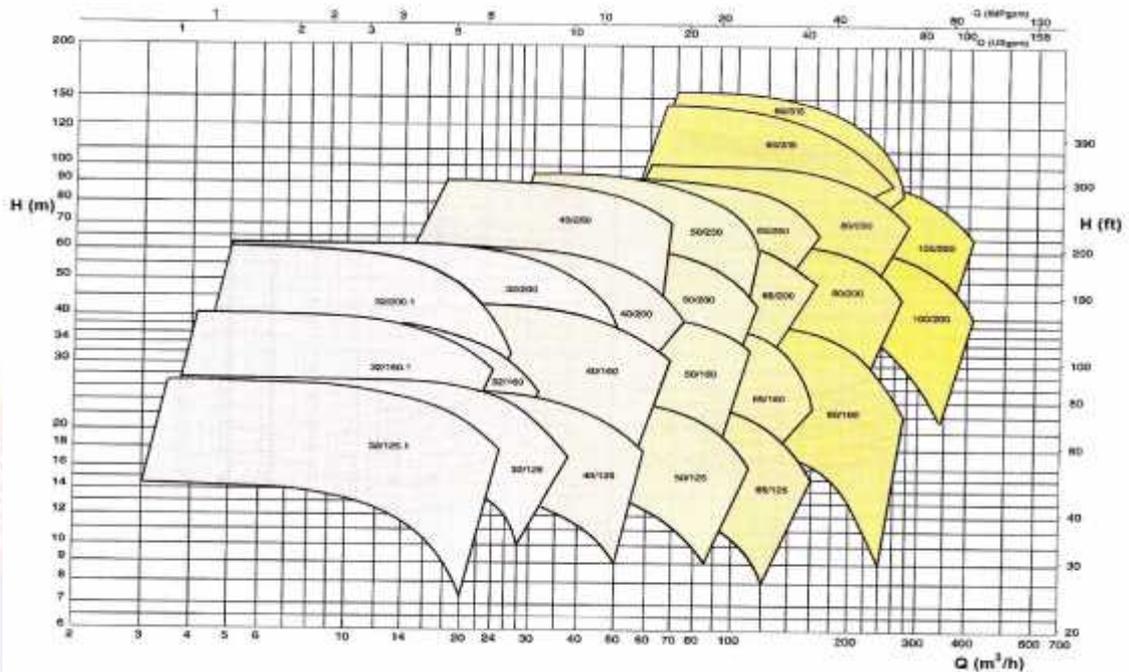


Ilustración 10: Selección de bombas

Fuente: Ingemecánica.

1.4.11. Cálculo de condicionantes de operación.

Calcular la carga manométrica

s = SUCCIÓN d = DESCARGA

$$\mathbf{HMAN = ESTATICA TOTAL + hfs + hfd + V^2/2}$$

ESTATICA TOTAL = Carga de fricción estática.

hfs = Carga de fricción dinámica en la succión.

hfd = Carga de fricción dinámica en la descarga.

$V^2/2$ = Carga de velocidad

1.4.12. Cálculo carga estática total.

$$\mathbf{ESTATICA TOTAL = hs + hd}$$

$$\mathbf{ESTATICA TOTAL = 2.5 m + 13.5 m}$$



ESTÁTICA TOTAL = 16 m

1.4.13. Cálculo de pérdidas en la succión.

$$h_{fs} = (\text{Caída de presión por cada 100 ft de Tubería}) * (\text{LEQT})$$

1.4.14. Cálculo de la LEQT. (Pérdidas en longitud equivalente de tubería)

ACCESORIO	CANTIDAD L/D L LEQ	
	TABLA 1	TABLA 2
COLADOR CON VÁLVULA DE PIE DE 3"	1 75 19 ft.	19 ft.
CODOS A 90 RL	2 20 5 ft.	10 ft.
TRAMOS RECTOS DE TUBERÍA 3".	26.24 ft.	55.24 ft.
LONGITUD EQUIVALENTE TOTAL = LEQT = 55.24 ft.		

1.4.15. Cálculo de la caída de presión en la tubería de succión.

De la tabla de flujo de agua en tuberías obtenemos estos datos conociendo el Flujo y el diámetro de la tubería.

$$\text{Diámetro de Tubería} = 2.5$$

$$\text{Flujo en la tubería} = 150 \text{ gpm.}$$

$$\text{Caída de presión PSI / 100 ft} = 2.24 \text{ PSI / 100 ft.}$$

Por lo que la carga de fricción resultante en la succión equivale:

$$h_{fs} = (2.24 \text{ PSI / 100 ft}) * (55.24 \text{ Ft})$$

$$h_{fs} = 1.23 \text{ PSI}$$

$$h_{fs} = (1.23 \text{ PSI}) * (2.31 \text{ ft } H^2O / \text{PSI}) * (1M / 3.28 \text{ ft})$$

$$h_{fs} = 0.87 \text{ m. } H^2O$$

1.4.16. Cálculo de pérdidas en la descarga.

$$h_{fd} = (\text{Caída de presión por cada 100 Ft de Tubería}) * (\text{LEQT}) = h_{fd1}$$

$$+ \text{Pérdidas Adicionales Entradas o Salidas } h_{fd2}$$



1.4.17. Cálculo de la caída de presión en de tubería la descarga.

De la tabla de flujo de agua en tuberías obtenemos estos datos conociendo el Flujo y el diámetro de la tubería.

Diámetro de Tubería = 2 ½ “

Flujo en la tubería = 150 gpm.

1.4.18. Pérdida de carga producida en los tramos rectos de la tubería.

Para el cálculo de la pérdida de carga que se produce en un tramo recto de tubería (p) de una longitud considerada "L", se empleará la formulación de Darcy- Weisbach, que se expresa de la siguiente manera:

$$\Delta p = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Donde,

p es el valor de la pérdida de carga expresada en metros de columna de agua (m.c.a.) que se produce en un tramo recto de tubería de longitud L.

L es la longitud del tramo considerado de tubería (m)

D es el diámetro interior de la tubería (m)

v es la velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s)

g es la aceleración de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$)

f es el es el factor de fricción de Darcy-Weisbach.

La anterior expresión, también puede ser expresada en función del caudal (Q) de agua que circula por la tubería en ese tramo, quedando de la siguiente forma

$$p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot D^5}$$

De la anterior expresión todos los parámetros son conocidos, la longitud de la tubería (L), su diámetro (D), el caudal de agua que circula (Q), salvo el factor de fricción (f).



Por lo tanto, sólo faltaría conocer cuál es el valor del factor de fricción (f) en cada tramo recto de tubería para poder aplicar la expresión anterior y calcular la pérdida de carga que se origina en ese tramo.

El factor de fricción (f), es un parámetro a dimensional que depende del número de Reynolds (Re) del fluido (en este caso, del agua) y de la rugosidad relativa de la tubería (r)

$$f = f(Re, r)$$

1.4.19. Pérdida de carga producida en puntos localizados de la red de riego.

En el apartado A) anterior, se ha mostrado el proceso para calcular la pérdida de carga producida en los tramos rectos de tuberías, pero en la instalación hay otros elementos, como válvulas, filtros, derivaciones, codos, cambios de dirección, etc., que también contribuyen generando pérdidas de carga en la instalación.

Para evaluar las pérdidas locales que se originan en estos elementos que se encuentran intercalados en la instalación (codos, derivaciones en T, bifurcaciones, reducciones...) se puede emplear la siguiente formulación de tipo empírica:

$$p = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

o bien,

$$p = K \cdot \frac{8 \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot D^4}$$

Donde el coeficiente a dimensional k (coeficiente de pérdida) sirve para medir la caída de presión que se produce en cada elemento de la instalación.



1.4.20. Pérdida de carga producida en los emisarios o goteros.

La conexión del gotero a la tubería porta goteros produce una pérdida de carga que en general se puede expresar en forma de longitud equivalente de la tubería donde se inserta el gotero.

En función del diámetro nominal del ramal porta goteros, esta longitud equivalente toma el valor que se indica en la siguiente tabla:

Tabla 7: Longitudes equivalentes de carga

Longitudes equivalentes de pérdida de carga en goteros					
	Diámetro del portagoteros	12 mm	16 mm	20 mm	25 mm
	Longitud equivalente	0,35 m	0,23 m	0,18 m	0,12 m

Fuente: Ingemecánica.

Por tanto, y finalizando con el cálculo, una vez obtenidas las distintas pérdidas de carga anteriores (A, B y C), se suman todas ellas, con objeto de obtener la pérdida de carga total de la instalación, resultando ser de: $p_{TOTAL} = 10,96 m$.

1.4.21. Tanques de almacenamiento de agua o cisternas.

Como parte fundamental del sistema de irrigación por goteo es el tanque de reserva para aprovechar la fuerza de gravedad y el agua que será conducida desde el tanque que estará a la altura diferencial del terreno hacia las plantas mediante unos sistemas de tuberías.

Los tanques de agua son un elemento fundamental en una red de abastecimiento de agua potable, para compensar las variaciones horarias de la demanda de agua potable.

1.4.22. Especificaciones para la construcción de un tanque de abastecimiento.

- El tanque debe ser cubierto para protegerlo del polvo, los insectos y la luz del sol.



- La parte superior del tanque deberá tener un ingreso lo suficientemente grande para que una persona pueda entrar a limpiarlo y repararlo. Este ingreso deberá tener una tapa bien segura
- El tubo de entrada y el de rebalse deberán taparse con malla para evitar la entrada de moscas y otros animales.
- Es necesario de un mecanismo para vaciar el agua; un grifo en el fondo para los tanques sobre el suelo o una bomba y tuberías para los enterrados.

1.4.23. Gasto medio diario.

El gasto medio es la cantidad de agua requerida, para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio.

$$Q_{med} = P \times D / 86400$$

Donde:

Q_{med} Gasto medio diario en l./s.

P Número de habitantes

D Dotación en l./ hab. / día

86400 segundos / día

1.4.24. Gasto máximo diario.

Es el caudal que debe de proporcionar la fuente de abastecimiento y, se utiliza para diseñar:

La obra de captación

Los equipos de bombeo

La línea de conducción antes del tanque de regularización

El tanque de regularización y almacenamiento

$$Q_{md} = CVd \times Q_{med}$$

Dónde: Q_{md} Gasto máximo diario en l./s.

CVd Coeficiente de variación diaria (de 1.2 a 1.5)

Q_{med} Gasto medio diario en l./s.



CAPÍTULO II.

METODOLOGÍA.

2.1. Argumentación acerca de la necesidad de la investigación.

La contaminación ambiental es una de las mayores propulsoras del cambio climático por que no permite la precipitación de lluvias en determinadas regiones del planeta, lo que acelera el proceso de desertización de los terrenos cultivables, y no se pueda cultivar alimentos consecuentemente exista poca oferta de alimentos orgánicos en los mercados nacional e internacionales, los sistemas de producción limpios no son aprovechados de una forma adecuada, permitiéndonos realizar el presente trabajo de investigación de diseño de un sistema de irrigación eficiente que constara de una bomba mecaniza impulsado por la fuerza motriz del agua, y no será necesario otra fuerza adicional para su funcionamiento resultando muy económica y fácil de manipular, que impulsara el agua del rio a un tanque reservorio elevado para su distribución mediante un sistemas de mangueras por goteo utilizando la fuerza de gravedad entregando la cantidad de agua necesario a cada planta, optimizando el líquido vital y evitando el crecimiento de maleza.

2.2. Paradigma o enfoque epistemológico.

El uso de energías tradicionales como la quema de combustibles fósiles para generar movimiento de bombas hidráulicas, conlleva a la contaminación al aire, agua y suelo agravando más el cambio climático generado por la contaminación y la destrucción de la capa de ozono. Con el uso de la bomba centrífuga impulsada por el agua se rompe la forma de irrigación tradicional y se entra a otra forma de irrigación por goteo que es la más eficiente porque permite aprovechar al máximo este valioso recurso.

2.3. Alcance de la investigación.

Al tener un sistema de riego eficiente y ecológico permitirá que los agricultores que cultiven a las riberas de los ríos tengan sus alimentos en todos meses del año, abasteciendo de muy buenos productos orgánicos a los hogares, de los agricultores, los excedentes llevando a los mercados nacionales e internacionales, lo que permite obtener tener un ingreso económico, evitando la migración a las grandes ciudades.



2.4. Determinación de variables.

Para establecer las variables se debe partir de un problema como es la contaminación ambiental lo que ha ocasionado el cambio climático, una escasez de lluvias, y la disminución de alimentos a nivel de todo el planeta mediante el presente trabajo queremos dar solución del problema planteado, con las siguientes variables

Variable independiente: **Sistema eficiente de bombeo.**

Variable dependiente: **Uso en riego por goteo.**

2.5. Operacionalización de variables.

Variable independiente.- El diseño de un sistema eficiente de bombeo contara con dos ingresos de agua el primer ingreso generará movimiento a los álabes que se encuentran en el eje central la bomba utilizando la fuerza hidráulica, el segundo ingreso de agua será directo al interior de la carcasa donde se encuentran los álabes de la bomba para generar carga artificial y el agua será impulsada hasta un tanque reservorio.

Variable dependiente.- Al utilizar en riego por goteo es necesario contar con un tanque cisterna elevado y un sistema de mangueras que llevaran el agua por gravedad del tanque elevado hacia los terrenos para el cultivo de alimentos y siembra de árboles frutales en las cantidades necesarias evitando el desperdicio y la proliferación de malezas.

2.6. La Investigación Científica.

Es un procedimiento lógico y ordenado que las personas deben seguir para el descubrimiento de algo nuevo que sean aporte para el desarrollo y evolución de la humanidad, procesos que deben estar basados en hechos comprobados científicamente que servirán como bases o guías de los nuevos descubrimientos o que permitan mejorar o solucionar los problemas y cosas que ya existe. Para nuestro trabajo la investigación nos permite primeramente para saber las características de los materiales a ser utilizados en el diseño del sistema de irrigación por goteo, las capacidades y el funcionamiento de cada uno de los componentes que forman parte de un sistema, y como nuestro trabajo aportaría en la solución del cambio climático, que producto del calentamiento global y es consecuencia de la contaminación ambiental.



2.6.1. Características de la investigación científica.

Para que una investigación se encuentre bien realizada debe cumplir con ciertos parámetros que todo trabajo debe cumplir para garantizar la verdad de los nuevos conocimientos generados, a partir de hechos comprobados por un grupo de expertos en el ámbito de la investigación.

Acosta (2016) en su artículo la investigación como herramienta de estudio nos proporciona las características de la investigación:

-) Es un procedimiento mediante el cual se recoge *nuevos conocimientos* de fuentes primarias, que permiten el avance científico. La investigación exige *comprobación y verificación*, no consiste tan sólo en la elaboración de ideas.
-) La investigación coloca el acento en el descubrimiento de *principios generales*; trasciende las situaciones particulares investigadas, y utilizando procedimientos de “muestreo”, procura hacer inferencias sobre la totalidad o conjunto de la población.
-) Debe considerarse como un sistema. Sus partes (sujeto, problema y objeto de la investigación) deben estar coordinadas y en interacción para lograr el objetivo de la investigación. Además, debe considerarse el entorno de la investigación, sus recursos y mecanismos de control.
-) La investigación es una *exploración experta, sistemática y exacta*. A partir de un marco teórico-conceptual en el que se ordenan las sistematizaciones teóricas que interesan a la investigación, se formulan los problemas e hipótesis, se recogen los datos y se ordenan, sistematizan y analizan con tanta exactitud como sea posible. Para recoger datos utiliza los instrumentos adecuados que puede hallar y, emplea los medios mecánicos que ayudan a la exactitud de la observación humana y el registro y comprobación de datos.
-) La investigación es *lógica y objetiva*, empleando todas las pruebas posibles para el control crítico de los datos recogidos y los procedimientos empleados.



- J La investigación intenta organizar los datos en términos *cuantitativos*, en cuanto esto sea posible.
- J Por último, la investigación se registra y se expresa en un *informe, documento o estudio*. Se indica la metodología utilizada, se documentan las referencias bibliográficas, etc., se precisa la terminología utilizada, se reconocen los factores limitativos y se expresan los resultados registrados con la mayor objetividad. Esto conduce por último a las conclusiones y generalizaciones.
- J En la elaboración del marco teórico y conceptual, es frecuente que los investigadores al construirlo se basen únicamente en los elementos teóricos disponibles y, no tomen en cuenta la información sobre el problema que proviene de su observación directa o indirecta. Esto impide que el problema sea analizado dentro de la realidad en que se encuentra ubicado. En cuanto a la redacción del marco teórico y conceptual, es importante señalar que en ocasiones la forma de expresarse es confusa e imprecisa.
- J En el planteamiento de las hipótesis se pueden cometerse varios errores:
 - a) Que las hipótesis no respondan efectivamente a las interrogantes formuladas,
 - b) Que no se prevean las técnicas para probar las hipótesis cuando éstas se pretenden someter a verificación empírica y,
 - c) Que se utilicen juicios de valor.

2.6.2. Tipo de investigación.

Existen varios tipos de investigación que pueden ser utilizados de acuerdo a las circunstancias que la investigación lo requiera y el investigador abordara al momento del estudio, utilizando uno más tipos de investigación apoyándose en las técnicas, métodos, instrumentos y procedimientos propios de cada tema y los objetivos planteados en la investigación.

Para una mejor interpretación de los tipos de investigación que podemos utilizar en nuestros trabajos mencionaremos la siguiente ilustración.

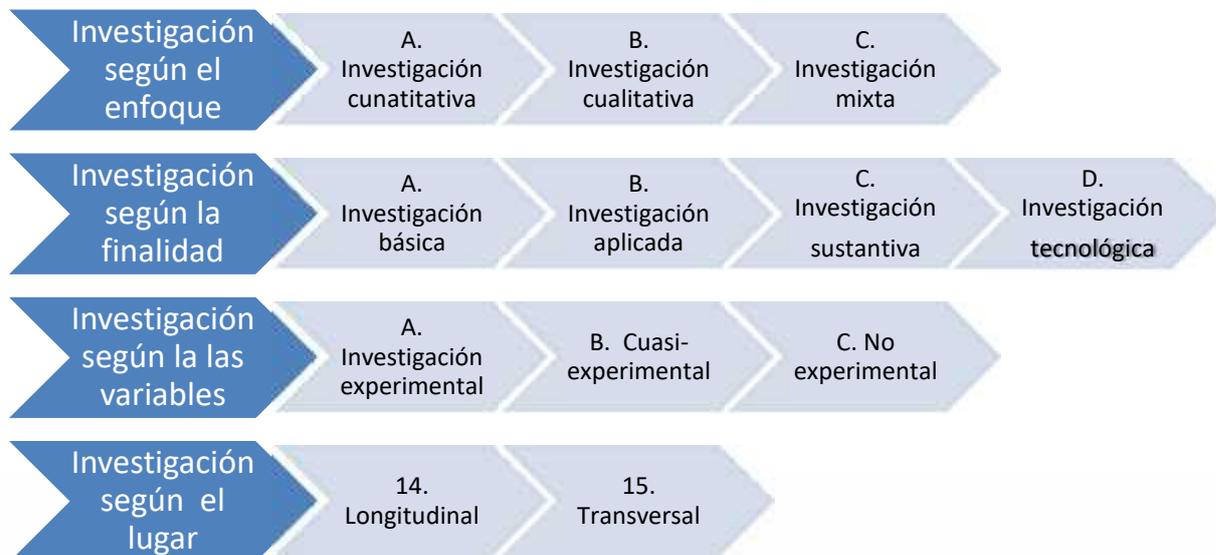


Ilustración 11: tipos de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

2.6.3. Investigación tecnológica y de campo.

Posterior al análisis del tipo de investigación y determinar cuál es más aplicable para el tema de nuestra investigación se determinaron que la investigación tecnológica y de campo son las más adecuadas por las características que a continuación demostraremos.

Félix (2014) en su artículo tipos y niveles de investigación científica manifiesta: Responde a problemas técnicos, está orientada a demostrar la validez de ciertas técnicas bajo las cuales se aplican principios científicos que demuestren su eficacia en la modificación o transformación de un hecho o fenómeno. La investigación tecnológica aprovecha del conocimiento teórico científico producto de la investigación básica o sustantiva y organiza reglas técnicas cuya aplicación posibilita cambios en la realidad.

La Investigación de campo.-Se realiza en una situación natural lo cual permite la generalización de los resultados a situaciones afines; sin embargo no permite el riguroso control propio de la investigación experimental. Es necesario señalar que los diferentes tipos de investigación mencionados están dentro del enfoque de investigación cuantitativa, no son los únicos, pero sí los más importantes.



2.7. Sistemas de tareas por objetivos específicos.

Para la Investigación de los diseños sistemas de bombeo e irrigación por goteo impulsado por la fuerza del agua, se realizaron mediante la compilación bibliográfica de primer orden como libros, artículos científicos que respalden la forma precisa el tema investigado donde encontramos un conjunto de conceptos, definiciones y proposiciones relacionadas entre sí, que presentan un punto de vista sistemático de fenómenos, especificando relaciones entre variables con objeto de explicar que a continuación describimos:

2.7.1. Etapas de elaboración del marco teórico-conceptual.

En la primera etapa es necesario realizar una revisión de la literatura correspondiente: a detectar, obtener y consultar la bibliografía, así como extraer y recopilar la información relevante y necesaria para la investigación.

De la revisión bibliográfica la otra etapa es la adopción de una teoría correspondiente al tema para el desarrollo de una perspectiva teórica que sustente la investigación.

2.7.2. Funciones del marco teórico conceptual.

El marco teórico es el respaldo bibliográfico de hechos pasados y comprobados científicamente que se convierte en la base fundamental de la investigación sin la misma no existiría un trabajo valedero dentro de una investigación, para nuestro trabajo citaremos algunas características que son necesaria dentro del marco teórico.

(Roberto, 2012) Nos proporciona seis pasos para el cumplimiento de funciones de buen marco teórico que a continuación describiremos:

1. Ayuda a prevenir errores que se han cometido en otros estudios.
2. Orienta sobre cómo habrá de llevarse a cabo el estudio
3. Amplía el horizonte del estudio y guía al investigador para que éste se centre en su problema evitando desviaciones del planteamiento original.
4. Conduce al establecimiento de hipótesis o afirmaciones que más tarde habrán de someterse a prueba en la realidad.



5. Inspira nuevas líneas y áreas de investigación.
6. Provee de un marco de referencia para interpretar los resultados del estudio

2.7.3. Criterios para evaluar una teoría.

Para validar una teoría debe estar redactada de una manera sencilla en forma ascendente o descendente que tenga una secuencia lógica para poder entender la teoría en su contenido, para lo cual citaremos algunos criterios de evaluación.

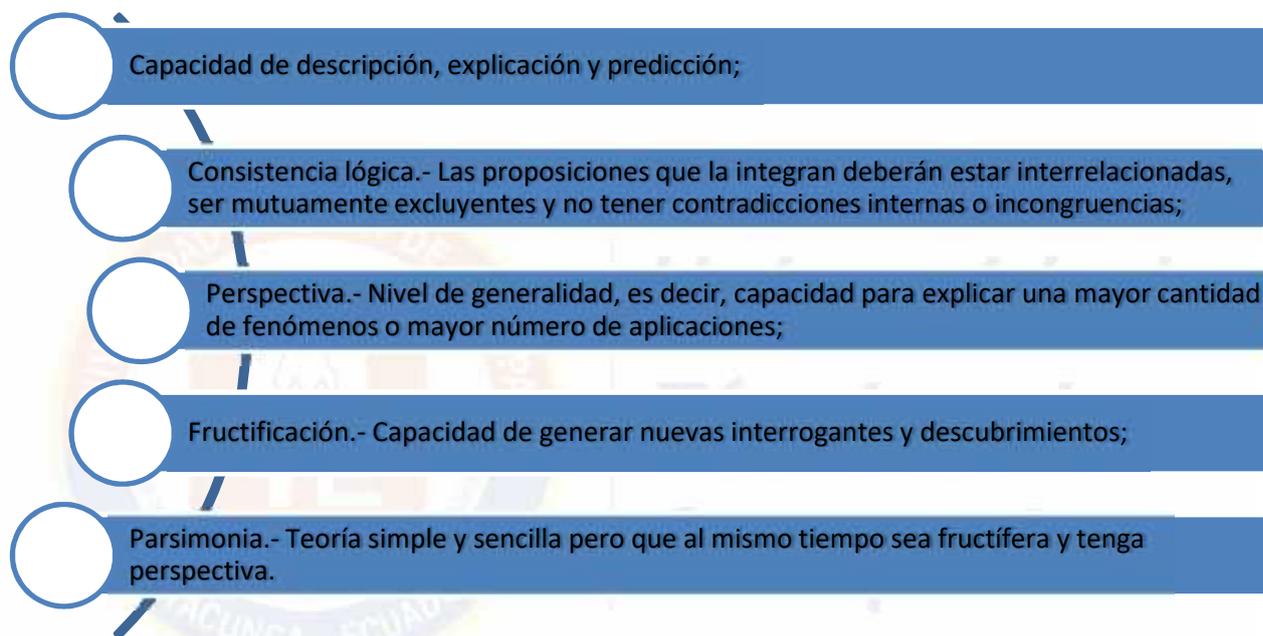


Ilustración 12: criterios para evaluar la teoría.
Fuente: Elaboración propia.

2.7.3. Fuentes de información.

Para obtener una buena fundamentación teórica científica es necesario realizar la revisión y sustentación de una fuente confiable como son las fuentes **Primarias** o directas dentro de estas fuentes podemos destacar: Libros, antología, artículos de publicidad, monografías, trabajo de grado, disertaciones, documentos oficiales, reportes oficiales, trabajos presentados en conferencias, artículos periodísticos, testimonios de expertos, películas, videocintas, software especializado, lo que garantizara la veracidad de la investigación.

No podemos descartar el uso de fuentes **Secundarias** dentro de estas fuentes podemos encontrar: Compilaciones, resúmenes y listados de referencias publicadas en un área de conocimiento en particular. Actualmente este tipo de fuentes están disponibles en bancos y bases de datos para redes de computadores, manuales o discos para computador, que permite ahorrar el tiempo para encontrar los datos de estas fuentes.

Los datos encontrados en las fuentes antes mencionadas permitirán realizar el correcto diseño de un sistema de regadío eficiente, fundamentara los cálculos a realizarse sobre caudales y perdidas de presión, y pruebas prácticas de bombas lo que permitirá obtener un diseño libre de contaminación, de fácil manejo y económico.

2.8. Establecer métodos, técnicas y procedimientos.

El método científico se entiende como el conjunto de postulados, reglas y normas para el estudio y la solución de los problemas de investigación, institucionalizados por la denominada comunidad científica reconocida, así lo determina “En un sentido más global, el método científico se refiere al conjunto de métodos o procedimientos que, valiéndose de los instrumentos o técnicas necesarias, examina y soluciona un problema o conjunto de problemas de investigación, para explicar y predecir ciertos comportamientos de la naturaleza y de la sociedad, apoyados en teorías”.(Bernal C. 2010).

Para la presente investigación se utiliza algunos métodos científicos que nos permite analizar cada uno de los componentes y llegar a un todo que es el sistema de irrigación, a continuación describimos algunos tipos de métodos.

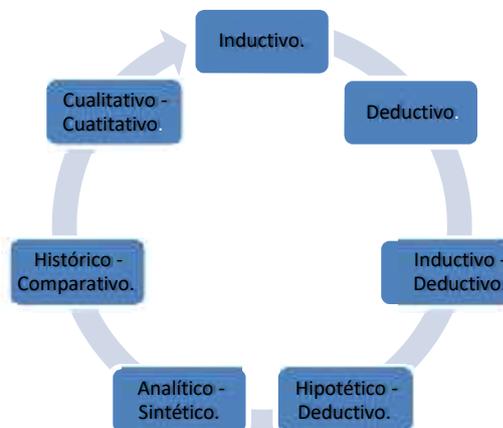


Ilustración 13: métodos de investigación
Fuente. Elaboración propia



Para la presente investigación se utilizaron algunos de los métodos de acuerdo al tema a ser tratado, algunos de estos métodos describiremos a continuación:

2.8.1. Método deductivo.

Es un método que permite analizar los eventos o hechos desde la perspectiva en forma general, que mediante el razonamiento lógico y matemático llegar a los eventos o hechos particulares. El método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes, principios, etcétera, de aplicación universal, para aplicarlos en soluciones o hechos de carácter particular.

2.8.2. Método inductivo.

Es un método que utiliza el razonamiento para analizar los eventos o hechos de carácter particular aceptados como válidos, para llegar a conclusiones de hechos o eventos de carácter general. El método se inicia con un estudio individual de los hechos y se formulan conclusiones universales que se postulan como leyes, principios o fundamentos de una teoría, de forma general.

2.8.3. Método Hipotético – Deductivo.

Es un método que mediante un procedimiento que parte de unas afirmaciones en calidad de hipótesis y busca refutar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con algunos hechos comprobados científicamente.

2.8.4. Método Analítico-Sintético

Es un método que estudia o analiza los eventos o hechos, mediante la descomposición del objeto de estudio en cada una de sus partes para estudiarlas en forma individual, y luego se integran esas partes para estudiarlas de manera integral, similar al método inductivo – deductivo.

Los métodos antes descritos permitieron obtener un procedimiento lógico para describir cada uno de los componentes del gran sistema de bombeo que será utilizado en riego por goteo.

2.9. Técnicas utilizadas para recolectar información.

Las técnicas utilizadas para nuestro trabajo son las de observación porque no se cultivan todo el año los terrenos que se encuentran en las riberas de los ríos.

En la actualidad, en investigación científica hay gran variedad de técnicas o instrumentos para la recolección de información en el trabajo de campo de una determinada investigación. De acuerdo con el método y el tipo de investigación que se va a realizar, se utilizan unas u otras técnicas que a continuación representamos.



Ilustración 14: Técnicas para recolección de información.
Fuente: Elaboración propia.

De las técnicas antes mencionadas para nuestra investigación nos basaremos en la observación porque es la técnica que más se encuentra alineado a nuestro trabajo, porque permite realizar un análisis minucioso de los componentes del sistema.

(Custodio, 2008) en su artículo métodos y técnicas de la investigación manifiesta: La observación como método científico hace posible investigar el fenómeno directamente, en su manifestación más externa, en su desarrollo, sin que llegue a la esencia del mismo, a sus causas, de ahí que, en la práctica, junto con la observación, se trabaje sistemáticamente con otros métodos o procedimientos como son: la medición y el experimento. Por supuesto, para llegar a la esencia profunda del objeto se hace necesario el uso de los métodos teóricos.

CAPÍTULO III.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Dentro de la presentación de los resultados nos basaremos en un diagrama de procesos que es una herramienta básica que nos permite ir demostrando paso a paso y de forma secuencial las capacidades, cálculos y resultados de cada uno de los componentes que conforman el sistema de riego por goteo.

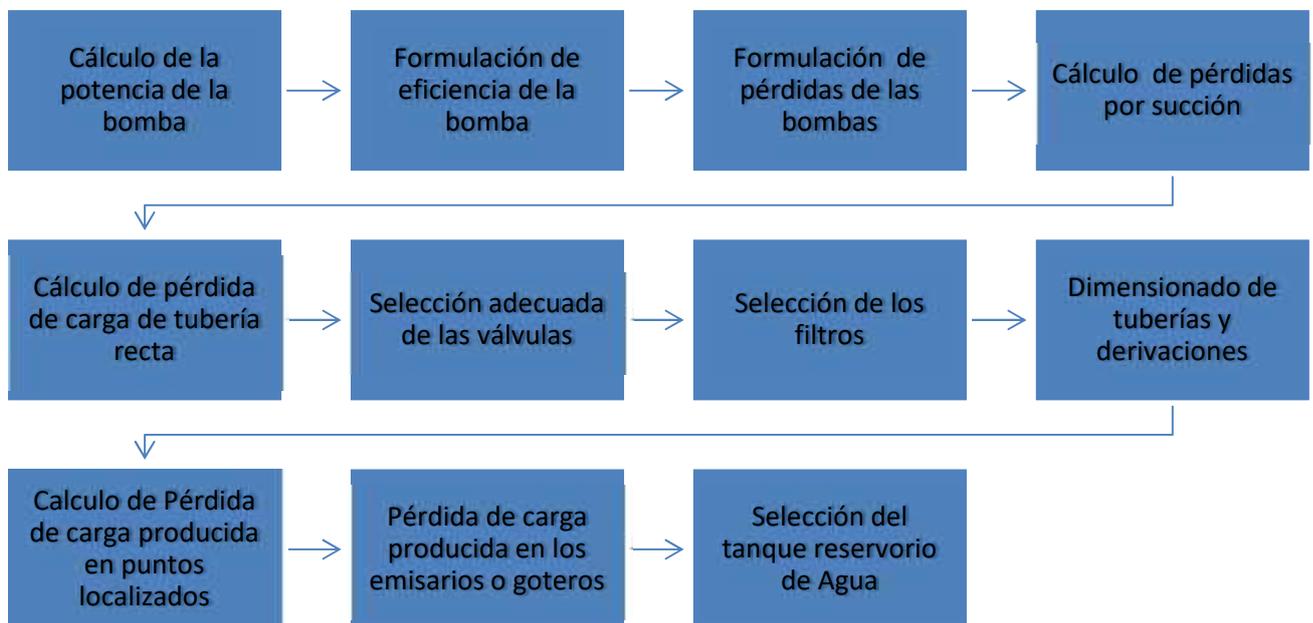


Ilustración 15: Diagrama de procesos

Fuente: Elaboración propia.

La parte central o el corazón del sistema de riego por goteo es la bomba que aprovecha la fuerza del agua para impulsar el líquido que se encuentra a nivel del río y depositar en el tanque reservorio, para saber que potencia se necesita para este trabajo lo demostraremos mediante el cálculo de la potencia de la bomba.



3.1. Potencia de la bomba.

Es la cantidad de caballos fuerza que necesita la bomba para impulsar el volumen de agua por el diámetro de un ducto en una unidad de tiempo, y se expresa en metros cúbicos por segundo, se aplicó la fórmula:

$$P_b \times \frac{Q \cdot ADT}{75 \cdot n}$$

Esta fórmula permitió calcular la potencia teórica de la bomba, siendo necesario conocer la velocidad del fluido en el lecho del río (v), luego calcular el caudal (Q) y determinar la altura dinámica total (ADT)

3.1.1 Medición de la velocidad.

Para la medición de la velocidad se utilizó el método del flotador para lo cual se ubicaron dos puntos de medición, separados diez metros del punto A al punto B, se consideró dos pedazos de madera el un pedazo con arrastre de malla plástica para el cálculo de la velocidad en la mitad de la corriente y el otro pedazo sin arrastre que recorre más rápido, se colocaron los pedazo de madera antes del punto A para tomar el tiempo que demora en pasar por el punto B, realizando este procedimiento 9 veces, tanto en las orillas como en el centro del río, para luego calcular la velocidad promedio, como lo determina el manual básico para medir caudales de Oscar Rojas 2006.

Nº MEDICIÓN /SITIO	DISTANCIA ENTRE LOS PUNTOS A-B	TIEMPO	VELOCIDAD $v \times \frac{e}{t}$
1 Norte	10.00 m	10.10s	0.99 m/s
2 Norte	10.00 m	11.06s	0.90 m/s
3 Norte	10.00 m	10.35s	0.96 m/s
4 Centro	10.00 m	9.30s	1.07 m/s
5 Centro	10.00 m	8.44s	1.18 m/s
6 Centro	10.00 m	8.71s	1.14 m/s
7 Sur	10.00 m	8.45s	1.18 m/s
8 Sur	10.00 m	10.34s	0.96 m/s
9 Sur	10.00 m	10.36s	0.96 m/s



Velocidad promedio

$$v = X \frac{0.99 \Gamma 0.90 \Gamma 0.96 \Gamma 1.07 \Gamma 1.18 \Gamma 1.14 \Gamma 1.18 \Gamma 0.96 \Gamma 0.96}{9} \times 1.03 \frac{m}{s}$$

3.1.2 Área del conducto

Para el área se considera la sección circular de la tubería de los ingresos, que tienen un diámetro exterior de 50 mm con un diámetro interior de 47 mm, los ingresos del diámetro anterior serán para los alavés que moverán el eje de la bomba, el otro ingreso está conectado al ingreso de la bomba que a su vez moverá el impulsor de la bomba.

$$A = X \pi r^2$$

$$A = X \pi \frac{0.047^2}{4} = 0.002 m^2$$

3.1.3 Cálculo del Caudal

Para calcular el caudal se utilizó la fórmula:

$$Q = X A \cdot v$$

Donde:

A: Área de la sección transversal, m²

v: velocidad del fluido, medida en el lecho del río, $\frac{m}{s}$

Q: caudal calculado en la toma de la bomba, $\frac{m^3}{s}$

$$Q = X 0.002 m^2 \cdot 1.03 \frac{m}{s} = 0.00206 m^3/s$$

3.1.4. Altura Dinámica Total

Para la determinación de la altura dinámica se empleó la fórmula:

$$ADT = h_e + h_f + h_m$$

h_e = Diferencia de cota entre la fuente y el punto de entrega

$$h_e = 9.75 m$$



hf = Altura perdida de carga por fricción. HASEN Y WILLIAM'S

$$hf = X \frac{10.674 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * \zeta^{4.87}}$$

L= 9.75m Longitud de la tubería

C= 140 Coeficiente de fricción (TABLA: HASEN Y WILLIAM'S)

Q= 0.0018m³/s Caudal

$$hf = X \frac{10.674 * 9.75 * .0018^{1.852}}{140^{1.852} * 0.047^{4.87}} X 1.06m$$

hm= Altura por perdida de carga de accesorios

$$hm = X k * \frac{v^2}{2 * g}$$

k = coeficiente para accesorios

v = 1.03m/s velocidad

g= 9.81m/s² gravedad

Descripción	k	hm(m)	Nº	hm(m)
Salida Tubería	1	0,054072375	1	0,054072375
Codo 90	0,57	0,030821254	2	0,017568115
Codo 45	0,3	0,016221713	2	0,004866514
Válvula Check	1	0,054072375	1	0,054072375
Entrada Tubería	0,78	0,042176453	1	0,032897633
			SUMA	0,163

$$ADT=9.75+1.06+0.32=10.35m$$

Potencia de la bomba:

$$P_b = X \frac{Q * ADT}{75 * n}$$

P_b: Potencia de la bomba, HP.

Q: es el caudal de fluido, $\frac{m^3}{s}$

ADT : Altura Dinámica Total, m

n = Eficiencia de la bomba, en porcentaje, que a los efectos del cálculo teórico se estima en 80%

$$P_b \times \frac{Q \cdot ADT}{75 * 0.8} \quad P_b \times \frac{0.0018 \cdot 10.35}{75 * 0.8} \times 0.308 \text{ HP}$$

Posterior al cálculo de la potencia de la bomba si realizamos una comparación con la oferta de bombas que presenta el mercado nacional ya sea eléctricas o de combustión, se concluye que para este trabajo necesitamos una bomba de 0.5 HP.

3.1.5. Elección del tipo de bomba.

Posterior a la formulación de la potencia de la bomba, la selección de la bomba es gran importancia para que el sistema no tenga excesos ni deficiencias en sus capacidades instaladas, para lo cual nos basaremos en una tabla que cada fabricante dispone para la selección rápida que permite obtener el modelo de bomba que mejores prestaciones ofrece de entre toda la gama de bombas.

En estas tablas se encuentran dos variables en el eje X va el caudal expresada en metros cúbicos sobre horas ($Q = m^3/h.$) y en el eje Y va expresado en metros la altura manométrica (H=m.) que debe ofrecer la bomba, y que han sido calculados previamente.

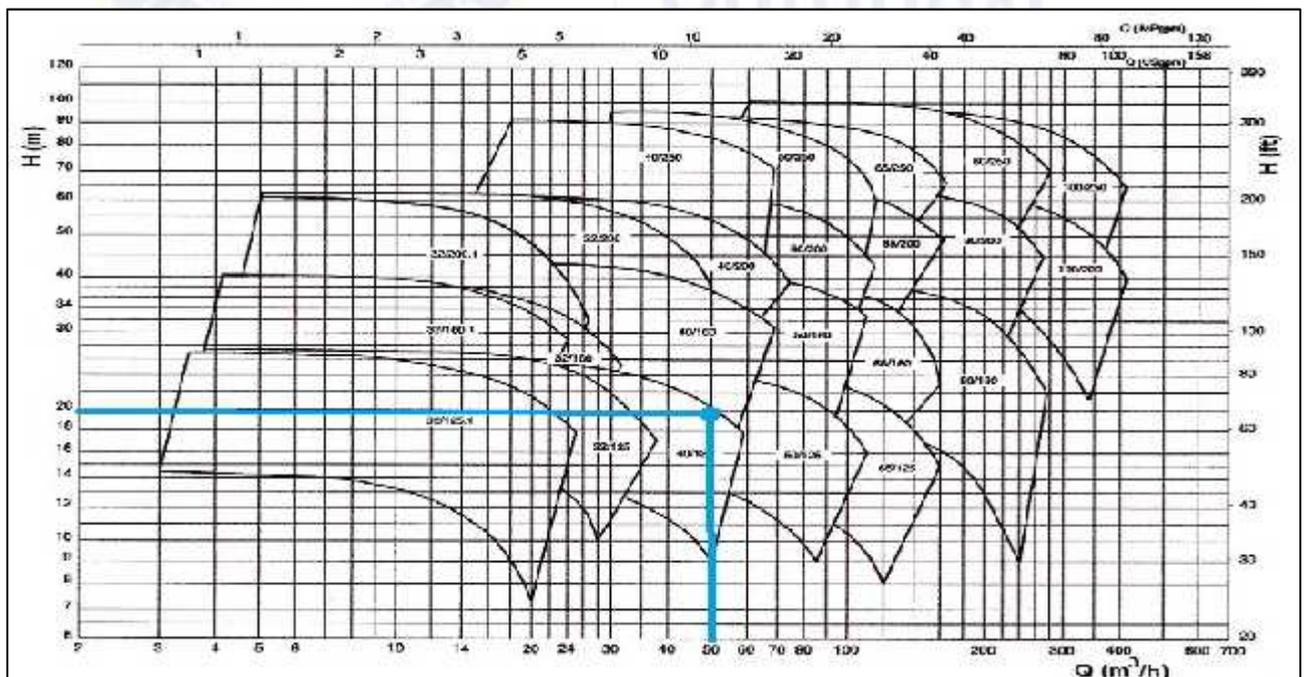


Ilustración 16: Elección de bomba.

Fuente: Ingemecánica.

3.2. Cálculo de eficiencia de la bomba.

Debemos tomar en cuenta que las pérdidas hidráulicas se deben a la fricción hidráulica y generación de turbulencias en todo el paso de caudal de la máquina, juzgado por su eficiencia bruta, definida como sigue:

$$\text{Eficiencia} = (\text{Salida de la Bomba}) / \text{BHP} = QgH / (550 * \text{BHP}) = (\text{pepm} * H) / (3960 * \text{BHP})$$

Donde:

Q = Capacidad o gasto en f^3/s

Pe = Peso específico del líquido = $62.4 \text{ lb}/f^3$

BHP = Potencia recibida por la flecha de la bomba.

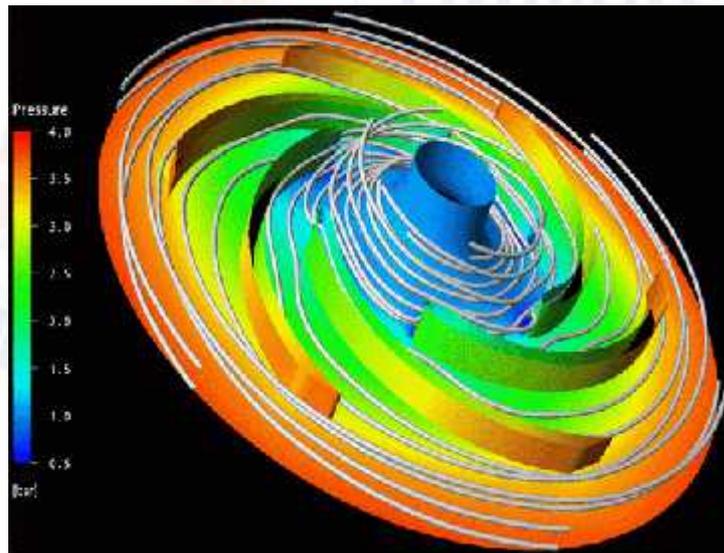


Ilustración 17: Eficiencia del impulsor
Fuente: Impulsores de bombas

3.3. Formulación de pérdidas de las bombas.

Para este cálculo se debe considerar las pérdidas mecánicas incluyen la pérdida de energía en baleros o chumaceras; sellos o estoperos y fricción del impulsor con el fluido. La eficiencia mecánica es la relación que existe entre la potencia entregada al impulsor y convertida a carga de la bomba, con respecto a la potencia entregada en la flecha.

$$Em = (BHP - \text{pérdidas mecánicas}) / BHP$$

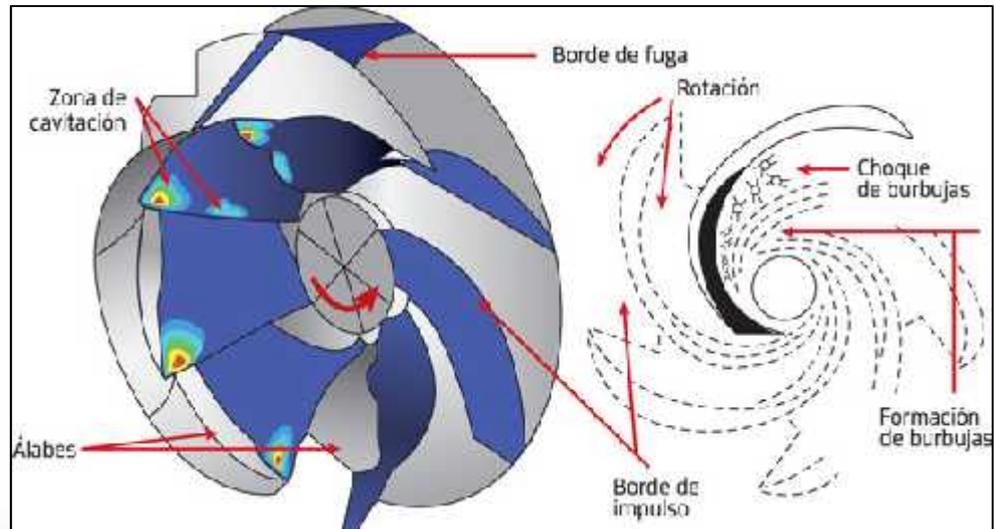


Ilustración 18: Daños por Cavitación.
Fuente: Mundo HVACR.

3.4. Cálculo de pérdidas por succión.

Para el cálculo de estas pérdidas se debe considerar el factor de succión neta positiva (Net Positive Suction Head)

NPSH es un cálculo de diseño para evitar la vaporización de líquidos

El NPSH es siempre positivo, y se expresa en términos de altura absoluta de la columna de líquido. El término "Neta" se refiere a la cabeza de presión real en la tubería de succión de la bomba y no a la altura de aspiración estática.

Su rango de presión de descarga es medio, del orden de 20 kg/cm² máximo.

$$NPSH = \{(Ps - Pvp) * 2.31 / \text{densidad relativa}\} + hs - hfs$$

Ps = Presión de succión en pies.

Pvp = Presión de vapor del fluido, en Psi.

hs = Carga estática en pies.

hfs = pérdidas por fricción a la succión en pies.

$$hf \times \frac{10.674 * 9.75 * .0018^{1.852}}{140^{1.852} * 0.047^{4.87}} \times 1.06m$$

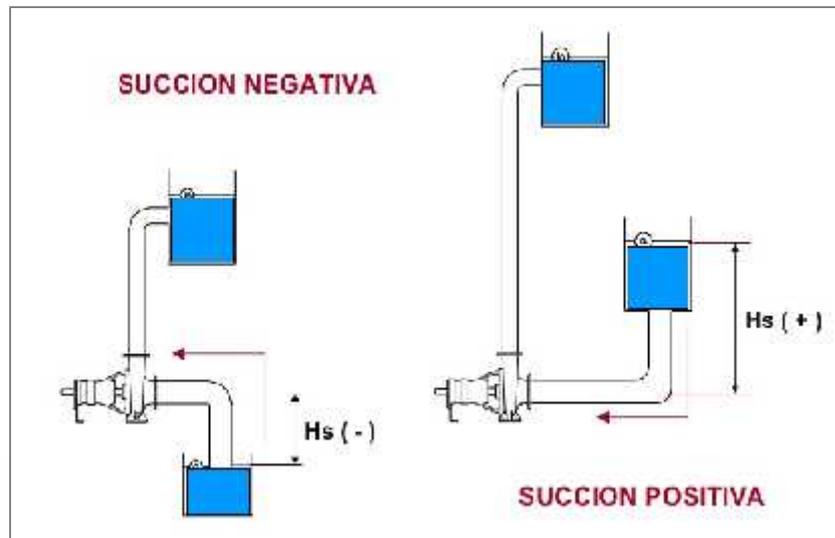


Ilustración 19: Pérdidas por succión.
Fuente: Ingemecánica.

3.5. Dimensionado de tuberías y derivaciones.

La selección adecuada del diámetro de las tuberías que conforman el sistema de riego deberán realizarse con el objetivo de limitar en lo posible las pérdidas de carga originadas por el rozamiento del flujo de agua con las paredes interiores de la tubería, a la vez que se garantiza que llegue el caudal previsto a todos los emisores que conforman la instalación.

La expresión que relaciona la velocidad del agua (v) por el interior de la tubería con el caudal (Q) es la siguiente:

$$Q = v \cdot A$$

Donde,

Q es el caudal volumétrico o flujo de agua que circula por la tubería;

v es la velocidad del agua en el interior de la tubería;

A es el área de la sección interna de la tubería ($\cdot D^2/4$), siendo D el diámetro interior de la tubería.

$$Q \times 0.002 \text{ m}^2 * 1.03 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0.0018 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

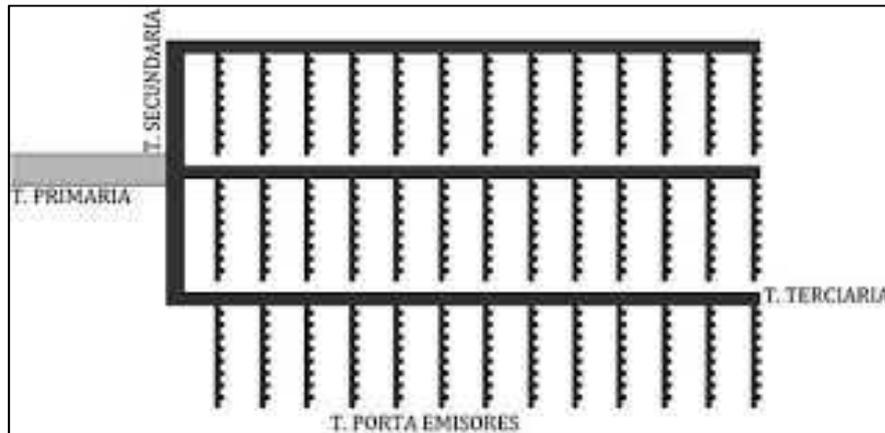


Ilustración 20: Dimensionado de tuberías
Fuente: Novedades agrícolas.

3.6. Selección de los filtros.

Uno de los mayores problemas que puede presentarse en los sistemas de riego por goteo son las obturaciones en la salida de los goteros, debido al reducido diámetro del orificio de salida y la escasa velocidad que alcanza el agua ya en la salida del gotero.

Para calcular la superficie filtrante (S) necesaria, es decir, el tamaño y el número de filtros que se deben instalar, se aplica la siguiente formulación:

$$S > 1,2 \cdot Q_e / Q_t$$

En la expresión anterior que proporcionará la superficie mínima filtrante (S) que sería necesaria instalar, y donde los anteriores parámetros que aparecen en la expresión son:

Q_e es el caudal de agua que entra por el filtro (que es un dato conocido propio de la instalación), y Q_t es el caudal máximo que es posible atravesar por el filtro.



Ilustración 21: Tipos de filtros
Fuente: Riego por goteo

3.7. Selección adecuada de las válvulas.

De acuerdo a su tamaño y funcionalidad es fundamental ya que es un elemento de regulación y control del flujo de agua, las válvulas se intercalan en la red de conducción, cumpliendo con distintas funcionalidad según el tipo de válvula que se trate.



Ilustración 22: Tipos de válvulas
Fuente: Valveco. com.

3.8. Cálculo de pérdida de carga de tubería recta

Se considera que se produce en un tramo recto de tubería (p) de una longitud considerada "L", se empleará la formulación de Darcy-Weisbach, que se expresa de la siguiente manera:

$$\Delta p = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2 * g}$$

Donde,

p es el valor de la pérdida de carga expresada en metros de columna de agua (m.c.a.) que se produce en un tramo recto de tubería de longitud L.

L es la longitud del tramo considerado de tubería (m)

D es el diámetro interior de la tubería (m)

v es la velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s)

g es la aceleración de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$)

Es él es el factor de fricción de Darcy-Weisbach.



Ilustración 23: Pérdidas en tuberías rectas.
Fuente: Ingemecánica.

3.9. Calculo de pérdida de carga producida en puntos localizados.

Del sistema de riego encontramos en la instalación que hay otros elementos, como válvulas, filtros, derivaciones, codos, cambios de dirección, etc., que también contribuyen generando pérdidas de carga en la instalación.

Para evaluar las pérdidas locales que se originan en estos elementos que se encuentran intercalados en la instalación (codos, derivaciones en T, bifurcaciones, reducciones...) se puede emplear la siguiente formulación de tipo empírica:

$$p = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

o bien,

$$p = K \cdot \frac{8 \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot D^4}$$

Donde el coeficiente a dimensional k (coeficiente de pérdida) sirve para medir la caída de presión que se produce en cada elemento de la instalación.

he = 9.75m



Ilustración 24: Pérdidas en puntos localizados
Fuente: Instalaciones de tuberías.

3.10. Pérdida de carga producida en los emisarios o goteros.

A lo largo de la conexión de la tubería secundaria donde van instalados los porta goteros produce una pérdida de carga que en general se puede expresar en forma de longitud equivalente de la tubería donde se inserta el gotero.

En función del diámetro nominal del ramal porta goteros, esta longitud equivalente toma el valor que se indica en la siguiente tabla:

Tabla 8: Longitudes equivalentes de goteros

Longitudes equivalentes de pérdida de carga en goteros					
	Diámetro del portagoteros	12 mm	16 mm	20 mm	25 mm
	Longitud equivalente	0,35 m	0,23 m	0,18 m	0,12 m

Fuente: Ingemecánica.

3.11. Selección del tanque reservorio de agua.

Es una parte fundamental del sistema de irrigación por goteo es el tanque de reserva para aprovechar la fuerza de gravedad para que el agua sea conducida desde el tanque que estará a la altura diferencial hacia las plantas.

Gasto máximo diario.

Es el caudal que debe proporcionar la fuente de abastecimiento y, se utiliza para diseñar:

La obra de captación

Los equipos de bombeo

La línea de conducción antes del tanque de regularización

El tanque de regularización y almacenamiento

$$Q_{md} = CVd \times Q_{med} = 1.2 \times 10 = 12 \text{ l./s.}$$

Donde:

Q_{md} Gasto máximo diario en l./s.

CVd Coeficiente de variación diaria (de 1.2 a 1.5)

Q_{med} Gasto medio diario en l./s.

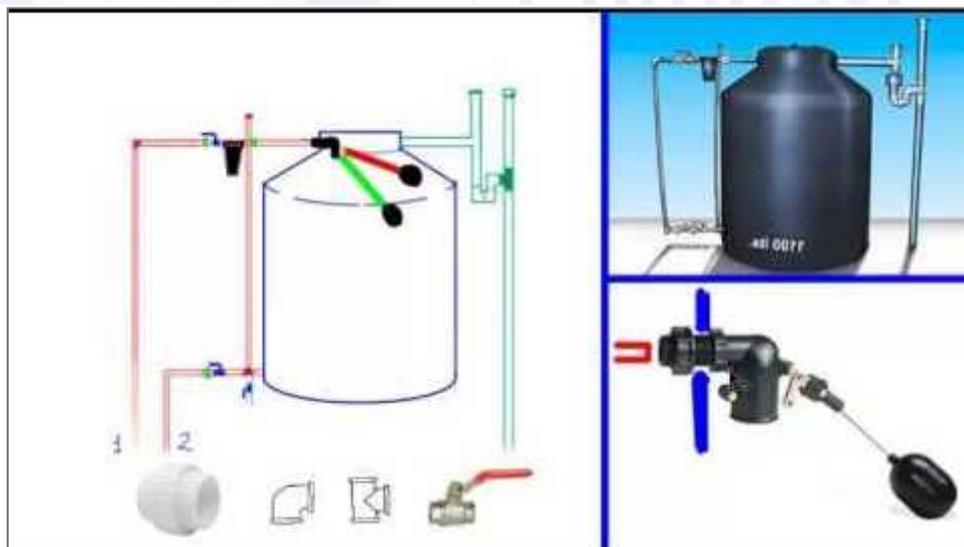


Ilustración 25: Tanque reservorio

Fuente: Instalaciones de tanques.



CAPITULO IV.

PROPUESTA

4.1. Título.

“Diseño de un sistema eficiente de bombeo, utilizando la fuerza hidráulica del agua generando carga artificial y utilizar en riego por goteo para el cultivo de alimentos y siembra de árboles frutales en las riveras del rio Yanayacu del cantón Latacunga”

4.2. Introducción.

El diseño del sistema eficiente de bombeo aprovecha la fuerza del agua para generar un fuerza motriz que le permite mover los alavés del impulsor, generando una carga artificial para el impulso del agua a diferentes niveles, el diseño es muy limpio ya que para su funcionamiento no ocupa ninguna combustible fósil lo que no contamina los tres elementos básicos de la naturaleza como es el agua, el aire y el suelo contribuyendo de esta forma a la disminución de la contaminación ambiental y optimizando el recurso muy fundamental que es el agua.

La propuesta presenta una justificación del diseño de bombeo que permitirá el cultivo de alimentos y disminución de la contaminación basado en las utilidades práctica, metodológica, impacto ambiental y social, contiene también los objetivos de la propuesta en los que se plantea las características de los componentes y factibilidad del sistema, dentro de la estructura de la propuesta presenta siete numerales con la que se presenta la propuesta, en el desarrollo de la propuesta se describe las características de cada uno de los componentes como la válvula de ingreso o de pie, tuberías de PVC, bomba centrífuga, reservorio de agua, llave de paso, red de distribución de tuberías, válvula de descarga o de drenaje. En la evaluación socio-económico-ambiental de la propuesta determina los indicadores de impactos económico, social y ambiental al implementarse la propuesta, y por último en la propuesta se realiza las conclusiones de acuerdo a los objetivos específicos planteados.

4.3. Justificación

El presente trabajo va enfocado a contribuir con la disminución de la contaminación ambiental y la seguridad alimenticia para los futuros años mediante el cultivo de alimentos y siembra de



árboles frutales de las personas que tienen terrenos cultivables en las riberas del río Cunuyacu del Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi, que actualmente no se encuentran cultivados por falta de lluvias y no contar con un adecuado sistema de irrigación, además el presente trabajo de investigación puede ser aplicado en todo el país y el resto del planeta.

- J) **Utilidad práctica.**-El sistema de bombeo por su tamaño y versatilidad puede ser instalado por una persona en cualesquier lugar del rio para su funcionamiento respectivo.
- J) **Utilidad metodológica.**- El sistema de bombeo se complementa con el almacenamiento del agua en un tanque cisterna y un sistema eficiente de irrigación por goteo utilizando la gravedad como aleado para su funcionamiento.
- J) **Utilidad teórica y novedad científica.**- La presente investigación servirá para la implantación de estos sistemas eficiente de irrigación en todo el país y el resto del planeta.
- J) **Utilidad medioambiental.**- El uso de una bomba mecaniza que aprovecha la fuerza del agua y no contamina el suelo, aire y agua de nuestro planeta, se considera una metodología limpia, además el cultivo de árboles disminuye la contaminación atmosférica.
- J) **Factibilidad.**- El sistema de irrigación eficiente es económico y limpio ya que para su funcionamiento no utiliza ningún combustible fósil, resultando muy fácil para su montaje, funcionamiento y mantenimiento.
- J) **Relevancia social.**- El cultivo de alimentos durante todo el año permitirá que se disponga de alimentos sanos y frescos en los mercados nacionales e internacionales por consiguiente mejorando ostensiblemente la economía de los hogares que cultivan en las riberas de los ríos.



4.4. Objetivos

General

Presentar una propuesta que permita la disminución del calentamiento global mediante el diseño eficiente de bombeo y regadío por goteo permitiendo la atenuación de la contaminación ambiental.

Específicos

-) Dar soluciones a las causas de la contaminación ambiental sobre el hombre y el medio ambiente mediante el diseño de un sistema limpio.
-) Analizar el contenido científico de las capacidades que tienen los componentes del sistema de bombeo para regadío por goteo.
-) Diseñar el sistema de bombeo y riego por goteo utilizando las características y cálculos de los componentes del sistema.
-) Evaluar el impacto económico, ambiental y social de la propuesta antes y posterior a su puesta en ejecución del proyecto.

4.5. Estructura de la propuesta

4.1. Título

4.2. Introducción

4.3. Justificación

4.4. Objetivos

4.5. Estructura de la propuesta

4.6. Desarrollo de la propuesta

4.6.1. Instalación de la bomba centrífuga.

4.6.2. Instalación de tubería de ingreso y salida de la bomba.

4.6.3. Instalación de la válvula de ingreso o de pie.

4.6.4. Instalación de acoples y tubería al tanque reservorio.

4.6.5. Instalación de llave de paso

4.6.6. Instalación de tuberías primarias y secundarias

4.6.7. Instalación de tuberías terciarias y goteros.

4.6.8. Instalación de válvulas de descarga o de drenaje.

4.6.9. Pruebas de funcionamiento.

4.7. Evaluación socio-económico-ambiental de la propuesta

4.7.1. Indicadores de impacto económico

4.7.2. Indicadores de impacto social

4.7.3. Indicadores de impacto ambiental

4.8 Conclusiones de la propuesta

4.6. Desarrollo de la propuesta

Para la realización del diseño del sistema eficiente de bombeo y riego por goteo, describiremos paso a paso de todos los procesos y los componentes del sistema, la instalación para el correcto funcionamiento del sistema que a continuación lo describimos mediante el diagrama de procesos.

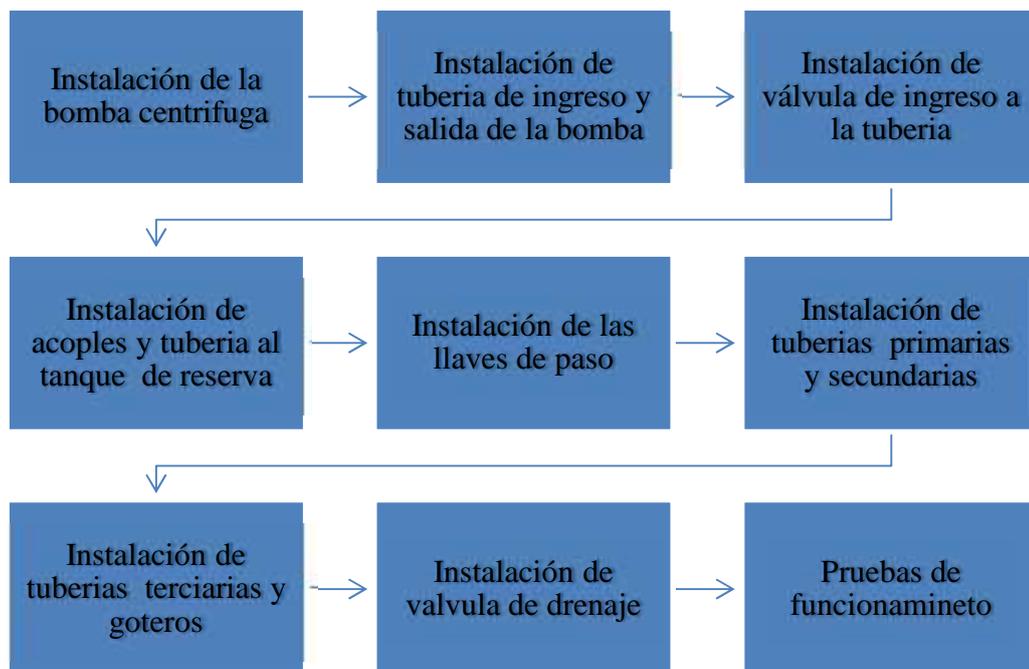


Ilustración 26: Diagrama de proceso de instalación del sistema

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1. Instalación de la bomba centrífuga.

La bomba centrífuga que generalmente es metálica en hierro fundido en forma de caracol se constituye el núcleo o corazón del sistema, está constituida por dos series de alavés incorporado a un eje central, la primera serie de alabes está constituido por el impulsor que se encuentra dentro de una carcasa llamada voluta. Inicialmente la energía es transmitida como energía

mecánica a través de un eje central donde están instalados la segunda serie de alabes fuera de la carcasa, la fuerza del agua mueve los alabes exteriores incorporados al eje central, estos mueven el impulsor para que posteriormente se convierta en energía hidráulica, de acuerdo al capítulo anterior para nuestro caso necesitamos una bomba con capacidad de 0.308 HP que su equivalente en el mercado es de 0.5 HP. Se necesita un caudal $Q = 0,0018 \text{ m}^3/\text{s}$ y una longitud de bombeo de: $L_t = 10,76 \text{ m}$.

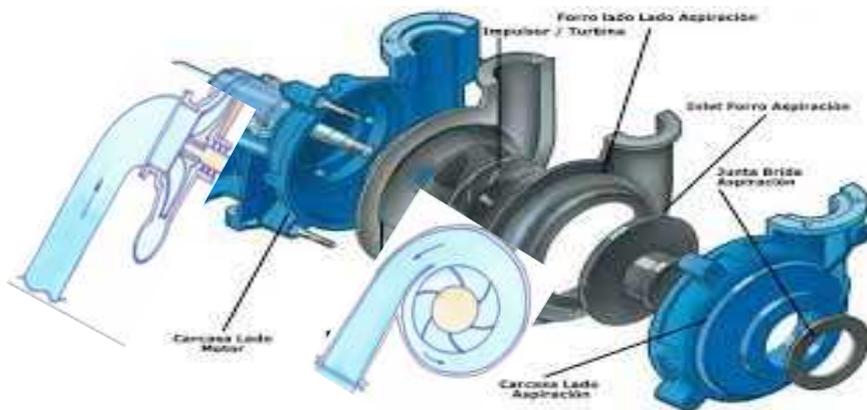


Ilustración 27: Bomba centrífuga
Fuente: Ingemecánica

4.6.2. Instalación de tubería de ingreso y salida de la bomba.

Para las instalaciones de tuberías de ingreso y salida de la bomba se utilizará tuberías en Policloruro de Vinilo (PVC). Para el ingreso de agua se utilizarán tuberías de $0,002 \text{ m}^2$ las cuales activarán los alabes de movimiento e impulsión. Para la conducción de agua de la bomba al reservorio se utilizarán tuberías de $0,002 \text{ m}^2$, además los accesorios como codos, uniones, té se serán de PVC. Por qué nos ofrecen mayor flujo del caudal y menores pérdidas de presión al momento que el agua circula en el interior del sistema y se recomienda el uso de Tipo I son las que ofrecen mejor resistencia a la tracción, rayos solares y a los agentes químicos.



Ilustración 28: Tuberías y Accesorios de PVC.
Fuente. Ingemecánica.

4.6.3. Instalación de la válvula de ingreso o de pie.

Para nuestro diseño utilizamos una válvula de $0,002 \text{ m}^2$ que generalmente es metálica en bronce que contiene en su interior una aleta redonda que permite el ingreso del líquido y no permite el retorno del agua, adicional contiene un filtro donde se quedan las partículas grandes como piedras y arena que puedan causar daños a las paredes interiores de la carcasa o dañar los alabes, o estos materiales al recorrer el interior de las tuberías puedan causar abrasión o taponamiento al sistema, para una mejor comprensión de la válvula mostramos la siguiente ilustración.



Ilustración 29: Válvula de ingreso
Fuente. Ingemecánica.



4.6.4. Instalación de acoples y tubería al tanque reservorio.

Para que funcione perfectamente el sistema de regadío por goteo, es necesario que se utilice los acoples y tuberías de PVC. en $0,002 m^2$, para el ingreso y salida del líquido al tanque de reserva el mismo que se encontrara ubicado a 10.76 de longitud total, así aprovechar la fuerza de gravedad. El tanque de reserva es un contenedor para almacenar agua que generalmente es de PVC que tienen una capa exterior de polietileno color negro para repeler los rayos "UV" y una capa interior de polietileno aditivado con espumante proporciona una capa lisa, de mayor espesor, resistencia, y dado las propiedades del espumante, éste actúa como difusor de los rayos "UV". Para nuestro sistema utilizaremos un tanque con capacidad de 2000 litros.



Ilustración 30: Tanque reservorio de agua
Fuente: Ingemecánica

4.6.5. Instalación de llave de paso.

Es un accesorio fundamental dentro del sistema ya que nos permite el paso de agua y a la vez mediante este mecanismo se puede regular la cantidad de agua que puede pasar por las tuberías de distribución secundaria y terciaria. Es un mecanismo que sirve para regular el ingreso y salida de un fluido canalizado y que se caracteriza porque en el interior tiene el regulador en forma de esfera perforada, se abre mediante una manilla de actuación de giro del eje que permite que se abra o se cierre, para nuestro sistema utilizaremos dos válvulas de paso de $0,002 m^2$.



Ilustración 31: Llave de paso
Fuente: Ingemecánica

4.6.6. Instalación de tuberías primarias y secundarias.

La red de distribución está considerada por todo el sistema de tuberías desde el tanque reservorio de agua con líneas principales hasta las líneas de distribución secundarias y terciarias en los que se encuentran los goteros que distribuye el agua a cada planta la dosis adecuada.

La tubería de salida del agua desde el tanque reservorio inclusive la línea principal se realizará con tubería de PVC. Con un diámetro de $0,002 \text{ m}^2$, para las líneas secundarias de distribución se realizarán con tubería de PVC. Con un diámetro de $0,002 \text{ m}^2$ y dado que las presiones de trabajos en las instalaciones de riego por goteo no son muy elevadas, las tuberías de distribución terciarias donde se encuentran los goteros serán polietileno (PE) son las más utilizadas por su economía y facilidad de instalación.

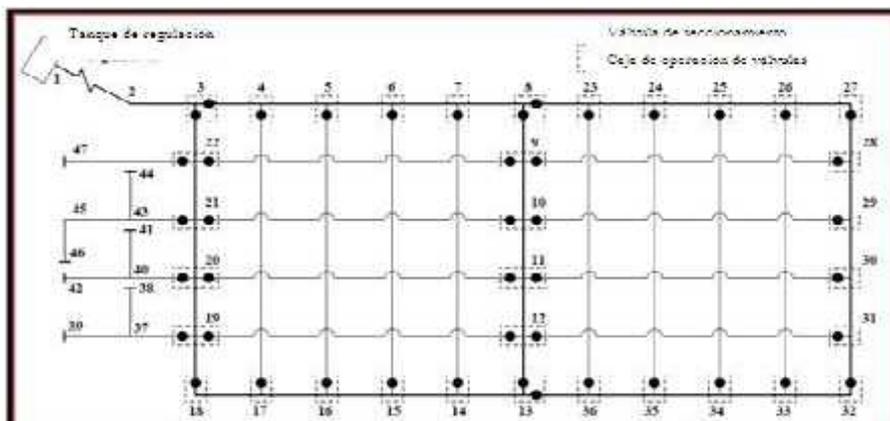


Ilustración 32: Red de distribución de tuberías
Fuente: Ingemecánica.



4.6.7. Instalación de tuberías terciarias y goteros.

Como parte complementaria del sistema, se instalarán las tuberías terciarias de $0,0016 \text{ m}^2$. Acopladas a las tuberías secundarias de $0,0018 \text{ m}^2$. estos conductos proporcionarán la cantidad de agua necesaria a cada una de las plantas. Su funcionamiento se basa en hacer pasar el agua a través de pequeños laberintos desde el interior de la tubería del hasta la parte exterior de la misma, por lo que hace que la presión del agua a la salida del gotero sea muy pequeña.

La cantidad de agua necesaria dependerá de la calidad de suelo a ser irrigado y el tamaño de la planta, para nuestro caso la necesidad de agua es de 1 a 8 l/h.



Ilustración 33. Tubería terciaria y goteros.
Fuente: Layflat alta presión.

4.6.8. Instalación de válvulas de descarga o de drenaje.

Las sales o residuos sólidos del agua hacen que se tienda a saturar los orificios de los goteros por lo que es necesario el drenaje de estos sólidos, para este proceso utilizaremos las válvulas de drenaje las cuales estarán instaladas al final de las tuberías terciarias con una medida de $0,0016 \text{ m}^2$ tubería que se encuentran ubicados los goteros. Esta válvula permite evacuar los sólidos o aguas residuales de las ductos una vez que el riego haya finalizado, con el objeto de evitar que en el interior de las tuberías se desarrollen microorganismos o se solidifiquen las sales.



Ilustración 34: Válvula de descarga.
Fuente: Ingemecánica.

4.6.9. Esquema final del sistema.

Después de instalar todos los componentes con sus características en el sistema llegamos a obtener un esquema en forma general del sistema. Para el diseño de este sistema se ha considerado un área de (2000 m^2) con longitudes de un terreno de 20 m. de frente por 100 m. de fondo.

Para obtener las líneas de distribución se considera el fondo del terreno que es de 100 metros para la instalación de tuberías secundarias, a la cual estarán acopladas las tuberías terciarias con una distancia de cada 50 cm. de ancho entre ellas, para lo cual aplicamos la siguiente expresión: $10.000 \text{ cm.} / 50 \text{ cm.} = 200$ líneas de 20 m. cada línea. Permittiéndonos contar con 8.000 puntos de goteos para cubrir un área de 50cm. 50cm. en los 2000 m^2 del área a ser irrigada.

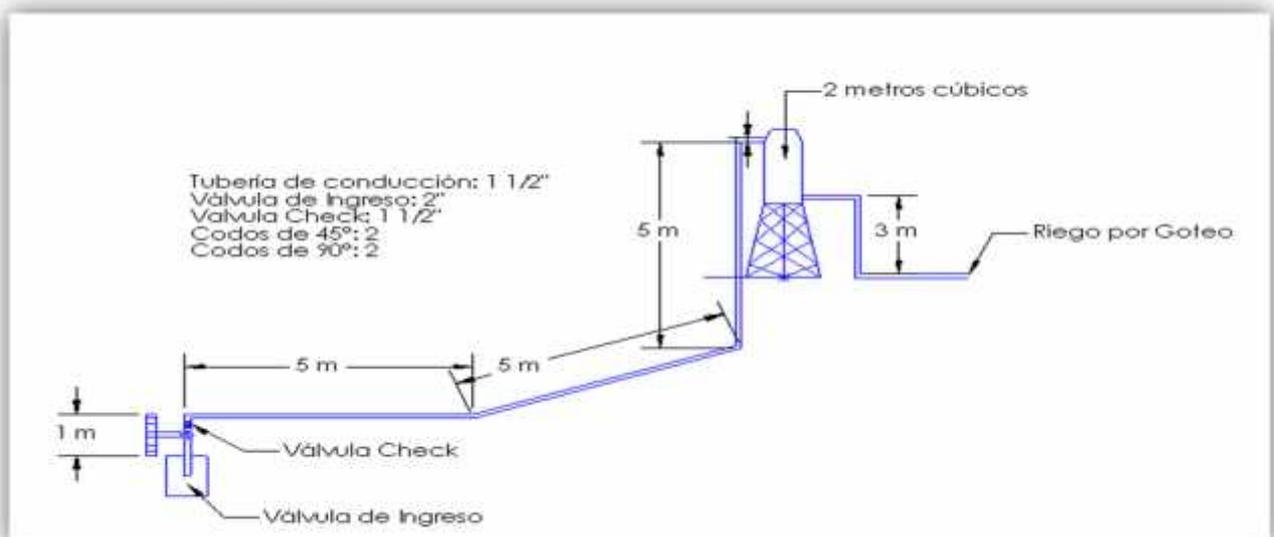


Ilustración 35: Esquema del sistema eficiente de bombeo.
Fuente: Elaboración propia



4.6.10. Pruebas de funcionamiento.

El funcionamiento adecuado del sistema dependerá de que todos sus partes y componentes estén correctamente instalados, iniciaremos con la revisión de la bomba para determinar su correcto funcionamiento comprobando si no existe fugas o filtraciones de agua por los sellos, uniones y rodets, se revisara la tubería de conducción del agua hacia el tanque de reserva determinado si existen filtraciones de agua, posteriormente se revisara el tanque de reserva para determinar si existe filtraciones en los ingresos y salidas del agua, se revisara la salida del agua del tanque de reserva por la tubería primaria, secundaria y terciaria a fin de determinar si existe filtraciones, y la parte final de las pruebas será la revisión de las válvulas de drenaje, posterior al llenado de agua en todo el sistema, se abrirá para dejar salir los residuos de la instalación del sistema.



Ilustración 36: Pruebas de funcionamiento.
Fuente: Goteros auto compensados.

4.7. Evaluación socio-económico-ambiental de la propuesta.

Todo proyecto se realiza con algún objetivo y la evaluación de su impacto permite determinar en qué grado se ha logrado el objetivo o el cambio deseado. Generalmente se busca una transformación en las condiciones de vida de la población, en términos de ingresos, acceso a servicios o ejercicio de sus derechos políticos



4.7.1 Indicadores de impacto económico.

-) La contribución del agricultor estará en relación de las utilidades promedio mensuales que se obtienen con la aplicación del proyecto, no al inicio seguirá mejorando con la producción constante.
-) La contribución del salario pagado al trabajador agrícola estará en relación de las utilidades promedio mensuales que se obtienen con la aplicación del proyecto, se debe producir que exista para el mercado cada semana.
-) El costo de insumos estará en relación de las utilidades promedio mensuales que se obtienen con la aplicación del proyecto con el valor de los insumos (materias primas y materiales). La aplicación de insumos serán mínimos por lo que no elevará el costo del producto.
-) El costo efectividad estará en relación de las utilidades promedio mensuales que se obtienen con la aplicación del proyecto respecto con el costo promedio mensual, se debe buscar mercados estables para la venta de los productos.

4.7.2 Indicadores de impacto social.

-) La implementación del proyecto tendrá una la relación directa entre la cantidad de personas beneficiadas directa o indirectamente con la aplicación del proyecto, los consumidores locales son los clientes potenciales y los consumidores externos cubrirán la demanda total del proyecto.
-) La implementación del proyecto tendrá relación con la cantidad de personas empleadas, con la aplicación del proyecto con la población local y la edad laboral se ajusta a las características del territorio del proyecto.
-) La cobertura de género respecto al empleo muestra la relación entre la cantidad de puestos que pueden ser ocupados por mujeres, son las que más se emplearan para el proyecto.
-) La cobertura de género respecto a los beneficiados están en relación entre la cantidad de mujeres beneficiadas directa o indirectamente con la aplicación del proyecto.



4.7.3. Indicador de impacto ambiental.

- J La definición de impactos ambientales y la identificación de un sistema de indicadores ambientales permiten un estilo de gestión que favorecerá a la planificación y la toma de decisiones.
- J El indicador de impacto ambiental permite conocer las condiciones del agua, aire, suelo y de los ecosistemas que se encuentran en el entorno de la implementación del proyecto.
- J Para el cálculo de indicadores de impacto ambiental es necesario la recopilación de datos en un determinado tiempo, lo que se logra la estandarización de los datos de impactos.
- J Los datos estadísticos de impacto permitan alcanzar un mejor entendimiento del estado del ambiente en que se encuentra hoy y cuál es la mejora después de la implementación del proyecto.
- J La consideración de los factores naturales, incorporan las dimensiones social, económica, política y cultural que enriquecerán la forma de analizar de la situación del medio ambiente.
- J Se debe considerar el manejo de los recursos naturales como es el agua y el suelo, la evaluación del impacto positivos o negativos de las diferentes actividades y procesos del proyecto sobre los recursos naturales utilizados.
- J La optimización en el uso de los recursos naturales y propendiendo a un desarrollo sostenible, garantizará el uso de estos recursos naturales para las futuras generaciones.

4.8. Conclusiones de la propuesta.

Al describir cada una de las características de los componentes del sistema eficiente de bombeo para riego por goteo, cada uno de los componentes son muy necesarios para el correcto funcionamiento del sistema.

Después de analizar científicamente las capacidades que tienen los componentes del sistema de bombeo para riego por goteo, se debe instalar la medida y cantidad adecuada que se asigna a cada componente para la optimización y funcionamiento del sistema.



La propuesta ha demostrado las bondades que presenta el sistema de bombeo e irrigación, además es muy económico para el cultivo de alimentos, y muy amigable con el medio ambiente.

CONCLUSIONES GENERALES.

-) Al realizar la investigación teórica de los diferentes diseños de sistemas mecanizados de bombeo, encontramos que en el ámbito de la agricultura para el cultivo de alimentos y siembra de árboles, por encontrarse fuera del alcance de la energía eléctrica, la mayor parte de los sistemas son impulsados por motores de combustión interna, lo que genera gran contaminación, al aire por la emanación del anhídrido carbónico producto de la combustión, contaminación al suelo y al agua por el derrame del combustible y aceite componentes fundamentales para el funcionamiento de estos sistemas. Otros de los sistemas utilizados para este propósito son los impulsados por paneles fotovoltaicos que aprovechan la energía solar, lo que se determinó cuando no existe la luz solar la mayor parte de estos sistemas no tienen la fuerza necesaria para su funcionamiento. Razón necesaria por la que planteamos los sistemas de bombeo aprovechando la fuerza hidráulica del agua.
-) Al investigar los sistemas de riego, determinamos que los sistemas de irrigación tradicionales utilizan gran cantidad de agua, desperdiciando de esta manera el líquido vital, el sistema de regadío por aspersión causa daños a las plantas por la presión ejercida por este sistema ocasionando enfermedades en los cultivos, el sistema de regadío por inundación a veces causan la muerte de las plantas por sofocación, los sistemas de regadío por micro aspersión, permite el crecimiento de maleza alrededor de la planta irrigada. Por la que planteo un sistema eficiente que se aproveche al máximo el recurso agua.
-) Al diseñar un sistema de bombeo regadío eficiente, la implementación de este sistema de irrigación eficiente permitirá a los agricultores que tienen propiedades en las riveras en los ríos aprovechar el caudal de agua y cultivar diferentes tipos de alimentos en todas las épocas del año, permitiendo obtener alimentos sanos para sus familias, abastecer a los mercados a nivel nacional y poder exportar a otros países, de esta manera asegurar la demanda de alimentos en el futuro, disminuyendo la contaminación ambiental.



RECOMENDACIONES.

-) Que las Organizaciones gubernamentales a nivel internacional debe preocuparse del problema de la contaminación, dando leyes severas, controlando su cumplimiento y sancionando a los transgresores, el problema ambiental es un problema que afecta al bien común y a la calidad de la vida, y no puede quedar al libre albedrío de las personas. El bien común es una responsabilidad del Estado como representante del bienestar de todos los ciudadanos.

-) En el Ecuador el ministerio del Ambiente debe asumir a plenitud su responsabilidad de controlar la contaminación en un esfuerzo concertado, y fomentar soluciones a los problemas, dando plazos de adecuación a las normas de control de la contaminación ambiental a nivel nacional. Educar a la población a través de las escuelas y medios de comunicación (TV, radio, periódicos) en el respeto por el medio ambiente y en la erradicación de pésimas costumbres de contaminación ambiental.

-) Una alta responsabilidad incumbe a los gobiernos municipales, responsables directos de la disposición de la basura y las aguas servidas; del control del parque automotor; de las áreas verdes; del control de los ruidos molestos; del ornato, y no permitir las emisiones contaminantes en su jurisdicción, utilizando para ello energía limpias para no contaminar al ambiente.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

(El calentamiento global causas y consecuencias, 2007)
(Causas de la contaminación, 2015)
(Salud, 2016)
(Pino, 2015)
(Anonimo, 2004)
(Sorgato, 2016)
(Algunas Soluciones a la Contaminación Ambiental, 2010)
(Martínez, 2016)
(Muñoz, 2016)
(Ingemecánica, 2015)
(Roberto, 2012)
(Custodio, 2008)

BIBLIOGRAFÍA

Anonimo. 2004. Preocupante situación ambiental en el Ecuador. *La Hora*. 05 de junio de 2004.

Custodio. 2008. Técnicas de investigación. *Técnicas de investigación*. [En línea] Amazon AWS, 13 de 6 de 2008. [Citado el: 6 de 5 de 2017.]

Creus A. (2011) *Neumática E Hidráulica*: segunda edición.

David, Byron. 2007. 1, Quito : Ciencia, 2007, *El calentamiento global causas y consecuencias*.

Ecologico, Perú. 2010. *Algunas Soluciones a la Contaminación Ambiental*. 2010

Ingemecánica. 2015. Cálculo de una Instalación. [En línea] 2015.
<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn207.html>.

Martínez. 2016. Curso básico sistemas de bombeo. [En línea] 2016.
<http://watergymex.org/contenidos/rtecnicos/Sistemas%20de%20bombeo%20y%20motores/CURSO%20BASICO%20DE%20EFICIENCIA%20EN%20SISTEMAS%20DE%20BOMBEO.pdf>.

Muñoz, Anddy. 2016. Agropecuaria blogs. [En línea] 2016.
<http://agropecuariavive.blogspot.com/>.

Pino, Fernando. 2015. Datos sobre la contaminación de los que tienes que ser consciente. [En línea] Explora, julio de 2015. <https://www.vix.com>.

Roberto, Hernández Sampieri. 2012. Funciones del marco teórico. *Funciones del marco teórico*. [En línea] Tipos de investigacion, 12 de 4 de 2012. [Citado el: 13 de junio de 2017.]

Robert L. (2006) *Mecánica de Fluidos*: sexta edición

Salud, Organizacion Mundial de la. 2016. Organizacion Mundial de la Salud. *Organizacion Mundial de la Salud*. [En línea] 15 de marzo de 2016. [Citado el: 03 de julio de 2017.]

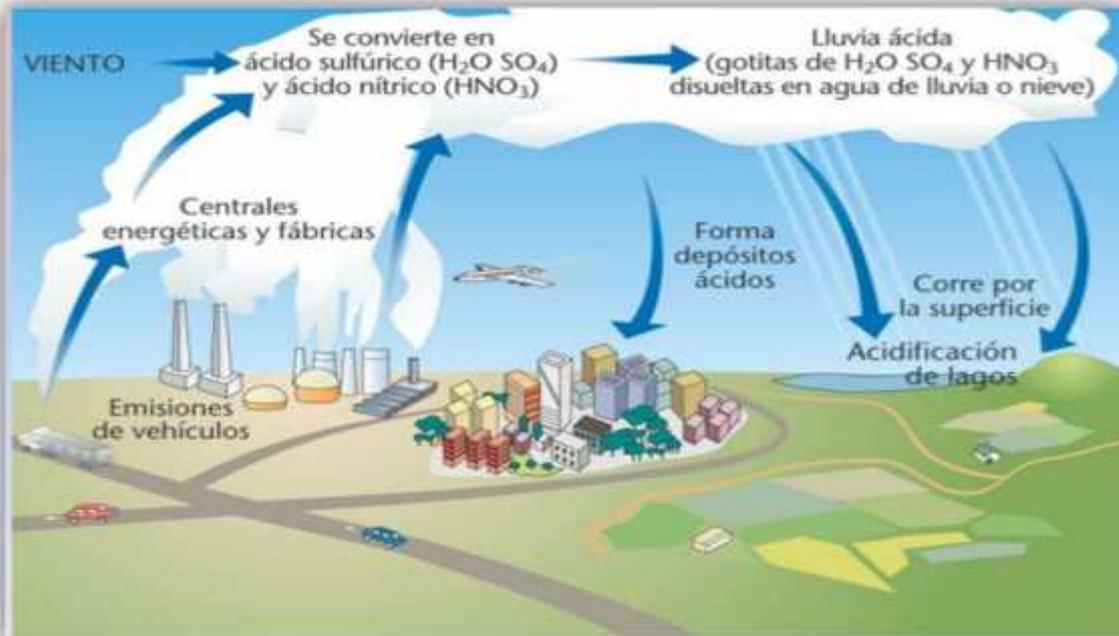
Sorgato, Valeria. 2016. Seis urbes en Ecuador se exceden en contaminación ambiental, según OMS. *El Comercio*. 2016.

Universia. 2015. 5, España : Univesia, 2015, Vol. 2. 3. *Causas de la contaminación*.

Viejo M. Álvarez J. (2009) *Bombas teoría, diseño y aplicaciones*: tercera edición.

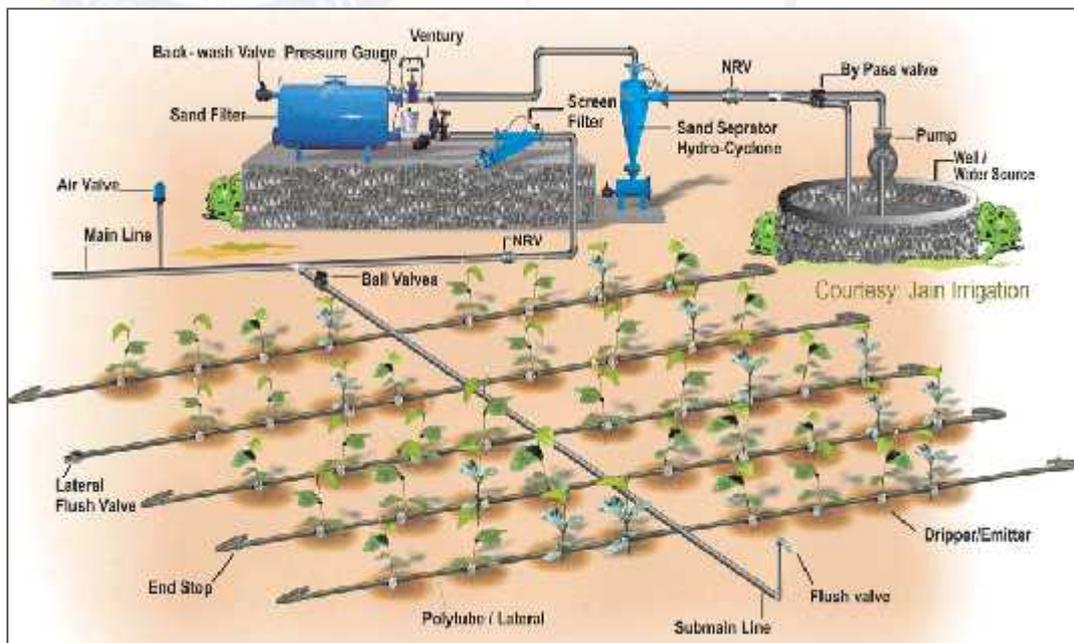
ANEXOS:

Anexo 1: La Contaminación Ambiental



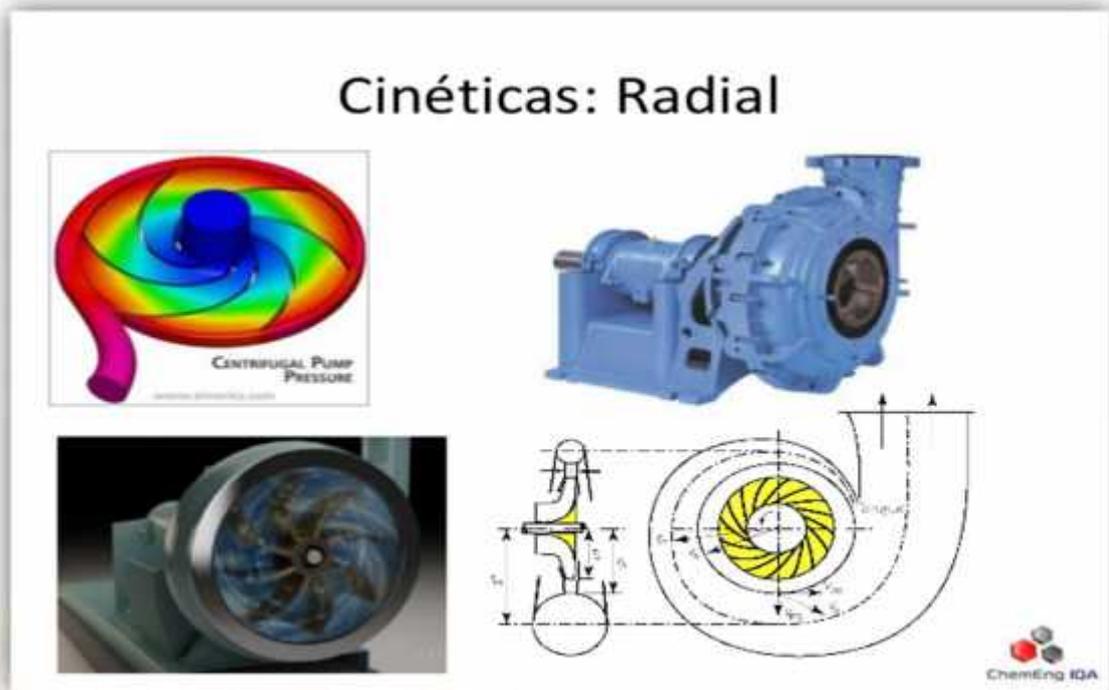
Fuente: Paisajes naturales y sus interrelaciones

Anexo 2: Sistemas de irrigación por goteo



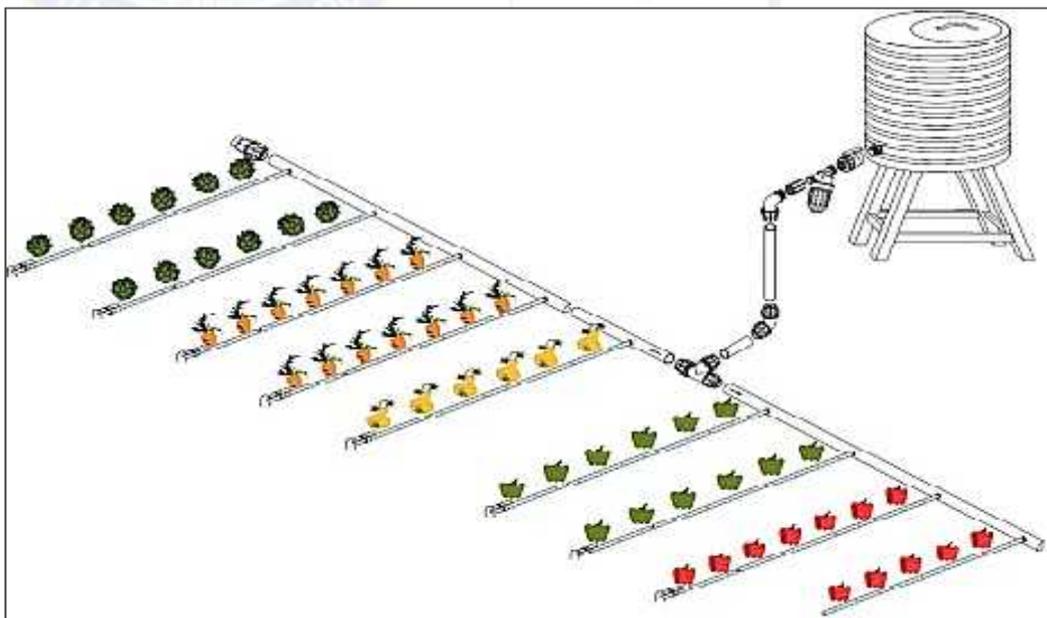
Fuente: Aplicaciones Lotus Mallorca, S.L.

Anexo 3: Momentos Cinéticos



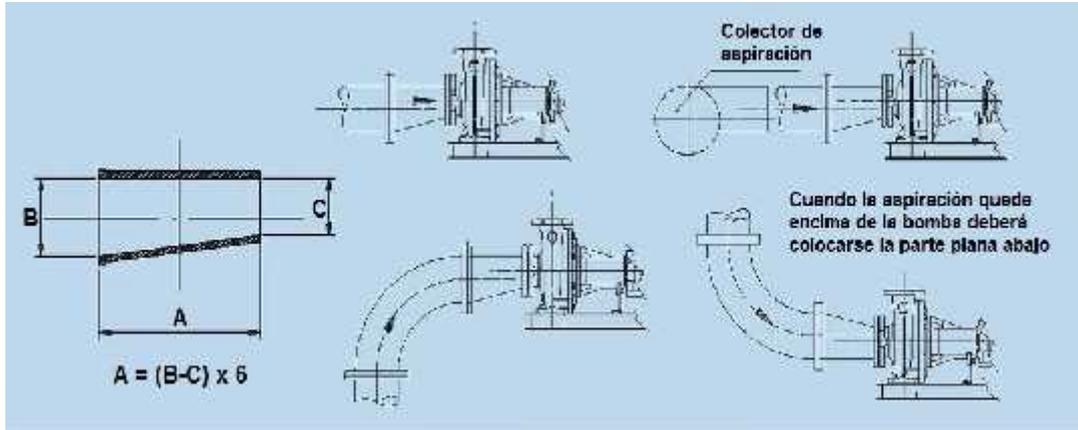
Fuente: Bombas en flujo incomprensible

Anexo 4: Regadío por goteo utilizando la gravedad



Fuente: Cultivo y consevación de la Naturaleza

Anexo 5: Diseño de una bomba centrífuga



Anexo 6: Esquema de sistema de bombeo y riego por goteo

