

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**



**MEMORIA LABORAL**

**IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO  
PARA EL SUMINISTRO DE AGUA ININTERRUMPIDO DEL  
POLICLÍNICO VILLA ADELA DE LA  
CIUDAD DE EL ALTO.**

**Memoria Laboral –PETAENG presentado para la obtención del Grado de  
Licenciatura**

**POSTULANTE: JUANA APAZA SALOMA**  
**TUTOR: M.Sc. Lic. GUIDO CASTRO ENDARA**

**LA PAZ – BOLIVIA**  
**Octubre, 2019**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

Memoria Laboral – PETAENG

**IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO**  
**PARA EL SUMINISTRO DE AGUA ININTERRUMPIDO DEL**  
**POLICLÍNICO VILLA ADELA DE LA**  
**CIUDAD DE EL ALTO.**

Presentado por: JUANA APAZA SALOMA

Para optar del grado académico de Licenciada en Electrónica y Telecomunicaciones

Nota numeral: .....

Nota literal: .....

Ha sido .....

**M.SC. LIC. LUIS RICHARD MÁRQUEZ GONZALES**  
Director de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones

Tutor: M.SC. LIC. GUIDO CASTRO ENDARA

Tribunal LIC. EDDER TOMAS JURADO MOYA

Tribunal ING. JOSÉ ARTURO RÍOS

## **RESUMEN**

### **IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA EL SUMINISTRO DE AGUA ININTERRUMPIDO DEL POLICLÍNICO VILLA ADELA DE LA CIUDAD DE EL ALTO.**

El trabajo de investigación se realizó en base a dos bombas centrífugas paralelas que trabajan en forma alternativa, que con la programación en el dispositivo electrónico programable EASY, al ser energizado en sus entradas actúan los flotadores eléctricos ubicados en el tanque bajo y en el tanque alto y arrancan las bombas de agua en forma alternativa.

Cuando el flotador del tanque alto se encuentra en nivel bajo la bomba 1 se energiza hasta que el nivel del agua llega al nivel alto fijado, en esta parte la bomba 2 se encuentra desenergizada, luego el agua desciende por el consumo hasta llegar a un nivel bajo prefijado, una vez que llega a este punto se energiza la bomba 2 hasta que el agua llega a un nivel alto, de esta manera se logra la alternancia de las bombas 1 y 2.

Este trabajo tiene el propósito de solucionar un problema de la interrupción del suministro de agua en el Policlínico CIMFA Villa Adela con la alternancia de las bombas gracias al mini controlador EASY.

Autor: Juana Apaza Saloma

Palabras claves: sistema de control automático, interrupción.

## **DEDICATORIA**

A mi familia:

Por el apoyo brindado a mi persona,  
sin ellos nada de esto sería posible.

## **AGRADECIMIENTOS**

Un profundo y sincero agradecimiento a los docentes de la Facultad Tecnológica de la UMSA, por brindarme los conocimientos necesarios en mi formación profesional, que serán utilizados por mi persona a lo largo de mi vida laboral.

Asimismo, agradezco a mi tutor Lic. Guido Castro, a todas las personas cercanas que de alguna manera u otra siempre me alentaron y me dieron su apoyo incondicional para seguir adelante en la aplicación de los conocimientos adquiridos durante mis años de formación universitaria y en la realización de mis metas

También al Policlínico CIMFA Villa Adela. Por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos.

## INDICE GENERAL

	Pg.
RESUMEN .....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.1. Reseña histórica de la Unidad de análisis .....	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.4. OBJETIVOS .....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos .....	4
1.5. JUSTIFICACIÓN .....	5
1.6. DELIMITACIÓN .....	6
1.6.1. Delimitación Temporal .....	6
1.6.2. Delimitación Técnica.....	6
1.6.3. Delimitación Temática.....	6
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>7</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
2.1 SISTEMAS DE AGUA POTABLE .....	7
2.1.1. Fundamentos .....	7
2.2. TIPOS DE BOMBA DE AGUA Y SUS FUNCIONES .....	8
2.2.1. Bomba Periférica .....	8
2.2.2. Bomba Centrífuga.....	9
2.2.3. Motobomba.....	9
2.3. ¿PARA QUE SIRVE UNA BOMBA DE AGUA? .....	10
2.4. PARTES DE UNA BOMBA DE AGUA .....	11
2.4.1. Tipos de bombas centrífugas (Cálculo de Instalaciones de, 2016).....	12
2.4.2. Velocidad de Aspiración del agua. ....	16
2.4.3. Cavitación .....	18
2.4.4. Aspiración .....	18
2.4.5. Sumergencia en el depósito de aspiración .....	18
2.4.6. Bombas conectadas en paralelo .....	20
2.4.7. Variador de velocidad.....	21
2.5. CONTROLADOR EASY.....	24
2.6. ELEMENTOS DE PROTECCION .....	27
2.6.1. Fusibles .....	27
2.6.2. Disyuntores Termo magnéticos .....	27
2.6.3. Relé Térmico.....	28
2.6. ELEMENTOS DE MANIOBRA.....	30
2.6.1. Contactor.....	30
2.6.2. Clasificación de los contactores.....	33
2.6.3. Categoría de empleo. ....	34

2.6.3.1. Criterios para la elección de un contactor.....	35
2.6.3.2. Ventajas del uso de los contactores. ....	35
2.6.3.3. Averías en los contactores. ....	36
2.6.3.1. Pulsadores o Botoneras .....	37
2.6.4. Finales De Carrera .....	37
2.6.5. Relé Temporizador .....	38
2.7. CONDUCTORES ELECTRICOS.....	39
2.7.1. Cable desnudo.....	40
2.7.2. Características de los conductores. ....	40
2.7.3. Código de colores para conductores .....	41
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>42</b>
<b>ESTUDIO TECNICO DEL PROYECTO .....</b>	<b>42</b>
3.1. DESARROLLO DEL PROYECTO. ....	42
3.1.1. Tanque bajo.....	42
3.1.2. Tanque Alto. ....	43
3.2. SELECCIÓN DE LA BOMBA .....	43
3.2.1. Flotador Eléctrico Marca VIYILANT .....	44
3.2.2. Características Técnicas.....	45
3.3. CONTROL CON EASY.....	47
3.3.1. Funcionamiento del diseño para llenado automático.....	48
3.4. DIAGRAMA ELECTRICO .....	50
3.5. EASY SOFTWARE .....	51
3.6. ACCESORIOS.....	52
3.6.1. Válvulas de retención.....	53
3.6.2. Tee 90 c/Rosc.....	53
3.6.3. Niple: .....	54
3.6.4. Codo:.....	54
3.6.5. Válvulas de Paso.....	54
3.7. COSTOS Y PRESUPUESTOS. ....	55
3.7.1. Material Eléctrico .....	55
3.7.2. Accesorios.....	56
3.7.3. Mano de Obra .....	56
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>57</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>57</b>
6.1. CONCLUSIONES DEL PROYECTO .....	57
6.2. RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 Bomba Periférica .....	8
Figura No. 2 Bomba centrífuga .....	9
Figura No. 3 Motobomba.....	9
Figura No. 4 Esquema de clasificación de bomba.....	10
Figura No. 5 Partes de una bomba de agua.....	11
Figura No. 6 El líquido fluye a través de la bomba .....	13
Figura No. 7 El cuerpo de la bomba o voluta recibe el líquido que proviene del impulsor .	14
Figura No. 8 Diagrama esquemático del proyecto .....	15
Figura No. 9. Válvulas de estrangulamiento.....	16
Figura No. 10. Bombas conectadas en paralelo.....	16
Figura No. 11. Sumergencia de líquido .....	19
Figura No. 12. Bombas en paralelo .....	20
Figura No. 13 Curva de rendimiento con diferencia de caudal .....	21
Figura No. 14. Curvas en diferencia de velocidad.....	22
Figura No. 15. Esquema de la implementación con contactor .....	23
Figura No. 16 Forma física del controlador.....	24
Figura No. 17 Fusibles .....	27
Figura No. 18. Elemento térmico.....	28
Figura No. 19. Relés térmicos .....	29
Figura No. 20. Vista interna del relé.....	29
Figura No. 21. Partes de un contactor.....	30
Figura No. 22. Contactor auxiliar .....	31
Figura No. 23. Núcleo de la bobina .....	32
Figura No. 24. Pulsadores o botoneras .....	37
Figura No. 25. Finales de carrera.....	38
Figura No. 26. Relé temporizador .....	39
Figura No. 27. Cable.....	39
Figura No. 28. Cable desnudo .....	40
Figura No. 29. Alambre .....	40
Figura No. 30. Tanque bajo .....	42
Figura No. 31. Tanque alto .....	43
Figura No. 32. Bomba SHIMGE 3HP .....	44
Figura No. 33. Flotador o swicht de nivel .....	44
Figura No. 34. Vista interna del flotador .....	45
Figura No. 35. Flotador con vista interna en tanque.....	45
Figura No. 36. Esquema de instalación .....	46
Figura No. 37. Esquema del circuito .....	48
Figura No. 38. Esquema del circuito en conexión al EASY .....	50
Figura No. 39. Esquema del circuito en conexión al EASY .....	50
Figura No. 40 Esquema mediante easy.....	51
Figura No. 41. Tubo PVC y Unión Universal .....	52
Figura No. 42. Válvula Antiretorno (sheck) .....	53
Figura No. 43. Tee 90 c/Rosc .....	53
Figura No. 44. Unión Tee y Niples.....	54
Figura No. 45. Codo y Válvula de paso.....	54



# **CAPITULO I**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

La provisión de agua en los establecimientos de salud es una de las necesidades imprescindibles, más aún cuando el suministro debe ser continuo y con un caudal específico para el uso en los equipos especializados en el área de la salud y así garantizar un servicio satisfactorio a toda la población que la necesite.

En el diseño del sistema de bombeo de agua, realizan personas que tienen conocimiento al respecto, con el objetivo de satisfacer la demanda de agua en empresas, compañías, industrias, centros de salud; sin embargo, pasaron los años y tanto la ciencia como la tecnología se fueron desarrollando más y más, razón por la cual este trabajo trata principalmente de la optimización de los equipos instalados.

La primera parte describe la visión y misión (Manual Básico EASY 412-DC-R..., 1998) que se debe de llevar a cabo en el sector de mantenimiento, como también hace referencia a lo que es la sección de bombas de agua, además se detalla lo que es la definición de bombas y el uso de las mismas.

En la segunda parte incluye información sobre las características de los equipos instalados, así como la evaluación y diagnóstico general del sistema de bombeo de agua, y muy importante aún describe los requerimientos deseables de funcionamiento; como debería de funcionar adecuadamente el sistema

En la tercera parte se presenta una propuesta técnica y de costeo para la optimización de todo el sistema en general, mejoras al sistema mecánico, como también la aplicación de EASY (Módulo de control) al sistema de bombeo para un mejor funcionamiento y así abastecer de agua potable con una mayor eficiencia.

El objetivo de un sistema de suministro continuo es a un caudal variable a una presión constante, como por ejemplo de un bloque de varios usuarios, sistemas de refrigeración, mezcla de líquidos en industria química, hospitales, etc.

Las bombas e instalaciones de bombeo son componentes esenciales y vulnerables en casi todos los sistemas de agua. El diseño, operación y mantenimiento inadecuados de los sistemas de bombeo pueden representar **riesgos sanitarios graves**, incluida la pérdida completa del suministro de agua. Para evaluar la seguridad, suficiencia y confiabilidad del sistema de agua, el proyecto encara instalaciones de bombeo como parte integral.

### **Soluciones hospitalarias**

En los países en desarrollo, la prestación de servicios de salud, en gran medida, se produce en contextos donde las instalaciones municipales de tratamiento o suministro de agua son inadecuadas o no existen. Esta falta de agua y de infraestructura sanitaria es uno de los principales problemas que afectan directamente a los hospitales y a los sistemas de salud, ya sea porque los sobrecargan con una mayor incidencia de enfermedades en la población, o porque les impiden contar con servicios básicos de suministro de agua, cloacas y disposición de residuos para cumplir con su misión, o por ambas razones.

### **La falta de agua amenaza la salud en Bolivia**

El país vive la peor sequía que haya vivido en 25 años, y que ha reducido o suspendido el suministro en siete de las 10 principales ciudades, entre ellas La Paz y la vecina El Alto, entre las más populosas.

### **Hospitales y colegios afectados** (Agua - Ecosocial, 2016)

Ante la gravedad del problema y de los riesgos para la salud, el gobierno decretó la conclusión anticipada del año escolar en pasados años, La escasez de agua afecta también a hospitales, que se han visto obligados al suministro utilizado diversas soluciones como por ejemplo la instalación de tanques elevados.

### **1.1.1. Reseña histórica de la Unidad de análisis**

La Caja Nacional de Salud, es una institución descentralizada de derecho público sin fines de lucro, con personalidad jurídica, autonomía de gestión y patrimonio independiente, encargada de la gestión, aplicación y ejecución del régimen de Seguridad Social a corto plazo (Enfermedad, Maternidad y Riesgos Profesionales).

Se rige por los principios de Universalidad, Solidaridad, Unidad de Gestión, Economía, Oportunidad y Eficacia en el otorgamiento de las prestaciones de salud, optimizando el uso de recursos y buscando ampliar el nivel de cobertura ([www.cns.gob.bo](http://www.cns.gob.bo))

Siendo el Policlínico CIMFA (Centro Integral de Medicina Familiar) Villa Adela dependiente de esta institución. Fundada el 1 de junio del año 2009, situada en la Ciudad de El Alto del Departamento de La Paz-Bolivia en la Av. Brasilia Av. Junín S/N, brinda servicios como ser: medicina familiar, odontología, imagenología, fisiatría, emergencias, fisioterapia, farmacia y nutrición.<sup>i</sup>

Con el objetivo de cubrir una demanda de un número de 73.512 asegurados en el sector, datos estadísticos en resumen otorgado por Vigencia de Derechos junio 2019.

Actualmente utiliza un tanque elevado de concreto hormigón armado donde se almacena una reserva de agua con capacidad de 9000 lts.

Este depósito elevado también llamado tanque domiciliario, tanque cisterna o tinaco tiene un sistema mecánico de recepción del suministro, que se ve afectado directamente cuando la presión de la red de distribución no alcanza a colmar la capacidad del tanque elevado.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Hace mucho tiempo que el abastecimiento de agua potable en el policlínico, ha sufrido la deficiencia en el suministro de agua potable. Esta dificultad se profundizó según un diagnóstico realizado por el incremento de Habitantes en la zona, por el desabastecimiento debido a los factores del calentamiento global y la escasa planificación de abastecimiento de

agua para el funcionamiento de los centros hospitalarios en el sector. (Sampieri Hernández, Fernandez , & Baptista, 1999)

### **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Asumiendo en la actualidad la gran utilidad del agua, liquido muy elemental e indispensable para la vida del ser humano, sobre todo para el uso de salud. Se plantea el problema siguiente:

¿El sistema de control automático de provisión de Agua evitará la interrupción en el suministro regular del líquido, en el policlínico Villa Adela de la ciudad de El Alto?

### **1.4. OBJETIVOS**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Implementar un sistema de control automático de provisión de agua para evitar interrupciones en el suministro regular del líquido, en el policlínico Villa Adela de la ciudad de El Alto

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Diagnosticar el abastecimiento del agua y la situación actual de suministro de agua en el Policlínico Villa Adela de la ciudad de El Alto
- Describir las características técnicas, tecnológicas del sistema de control automático de agua, para brindar continuidad del suministro a todo el Policlínico de Villa Adela.
- Desarrollar el sistema de control automático de bombeo de agua para el Policlínico Villa Adela.
- Realizar los costos para la instalación del sistema de control automático de bombeo de agua en el Policlínico Villa Adela.

## 1.5. JUSTIFICACIÓN

**Tecnología** Mediante la implementación de este proyecto, resultará ser una alternativa con la cual, se pretende mejorar el servicio de la distribución constante de agua, usando materiales de condiciones actuales que respondan a nuevas exigencias científicas del avance propio de estos, tanto en la eficiencia, confiabilidad; así mismo será un diseño viable para el suministro de agua potable, con la aplicación de montaje hidráulico, montaje eléctrico, teoría de control.

**Económico** Esta implementación reflejará un impacto positivo, debido a que el diseño de este sistema de bombeo tiene la interrelación objetiva de los conceptos de la salud y la economía, es decir, la economía de la salud se aplicara para investigar factores como: determinar el desarrollo en tecnologías sanitarias, educación, prevención, etc. Por tanto, será una inversión indiscutible, ya que el agua es un elemento imprescindible y necesario para la vida, siendo un patrimonio eco social.

**Social** Mediante la implementación del sistema de bombeo, se disminuirá el tiempo de trabajo del portero dejando que este personal evite el desgaste energético en trasladarse hasta el lugar para la verificar las condiciones del suministro de agua.

Sin ningún problema abastecerá para cubrir una demanda de un número de 512 asegurados en el sector, datos estadísticos emitidos por vigencia de derechos, que llegan a ser atendidos en ambos turnos a diario en los diferentes servicios prestados.

Con la implementación del sistema de control automático se garantizará, el suministro continuo de agua potable a las instalaciones del Policlínico Villa Adela, a caudal variable y presión constante. Con el presente trabajo que se pone en consideración, se analiza cuál es el problema del almacenamiento y distribución del agua en el Policlínico de Villa Adela ya que cuenta con **Tanque** de concreto de agua doméstico con un sistema mecánico de almacenamiento del suministro de agua.

La tendencia actual es la utilizar materiales plásticos (polietileno de alta densidad tricapa) y acero inoxidable, que es un compendio de condiciones y actualidades que responden a

nuevas exigencias científico-tecnológicas del avance propio de los Sistemas de control automático de bombeo de Agua Potable, combinando libros usados en universidades extranjeras, nacionales, la experiencia de Docentes y la herramienta indispensable de Internet, trabajadas con dedicación, que ha tenido a bien compilar todo este bagaje de conocimiento y tecnologías en un trabajo que resume lo que se debe conocer y así que también puede ser usado como una ayuda en el contexto de la consulta profesional para tópicos seleccionados

## **1.6. DELIMITACIÓN**

La limitación geográfica considerada para la implementación del presente Proyecto está limitada en la ciudad de El Alto del departamento de La Paz, en el Policlínico de Villa Adela ubicada en la Av. Brasilia y Av. Junín S/N

### **1.6.1. Delimitación Temporal**

El desarrollo del presente proyecto como sistema de control automático de bombeo de agua se lo ejecutara en un lapso de 2 meses.

### **1.6.2. Delimitación Técnica**

El proyecto técnico está delimitado al diseño del sistema automático de suministro de agua potable.

### **1.6.3. Delimitación Temática**

La investigación se enmarca en la temáticas Social Tecnológica, pues este proyecto beneficiara a una población analizada con la aplicación de tecnología.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 SISTEMAS DE AGUA POTABLE

##### 2.1.1. Fundamentos

Una bomba de agua es una máquina hidráulica cuyo funcionamiento se basa en el *Principio de Bernoulli*, según el cual, en un fluido ideal sin viscosidad, ni rozamiento, e incompresible que se encuentra en circulación por un conducto cerrado, su energía permanece constante en cada punto de su recorrido.

La energía que posee un fluido en movimiento se compone de tres componentes:

- Cinética: es la energía que posee el fluido debido a su velocidad de movimiento;
- De flujo: relacionado con la presión que posee;
- Gravitatoria: debido a la altitud del fluido.

Estas tres componentes de la energía se correlacionan con los mismos términos que definen el Principio de Bernoulli:

$$\frac{v^2 \cdot \rho}{2} + P + \rho \cdot g \cdot h = constante$$

Siendo,

- $v$ , la velocidad del fluido;
- $\rho$ , la densidad del fluido;
- $P$ , la presión del fluido a lo largo de la línea de corriente;
- $g$ , la aceleración de la gravedad ( $9,81 \text{ m/s}^2$ );
- $h$ , es la altura que alcanza el fluido en la dirección de la gravedad desde una cota de referencia.

Pues bien, una bomba de agua es una máquina hidráulica que es capaz de transmitir energía al fluido que pasa a su través, convirtiendo la energía mecánica que recibe a través de su eje en una energía "hidráulica" para el fluido, aumentando su velocidad, su presión o su altura, o todas las componentes a la vez, según el Principio de Bernoulli (Bonnafous , 1968)

## **2.2. TIPOS DE BOMBA DE AGUA Y SUS FUNCIONES**

La baja presión de agua es un problema común en muchos lugares, el cual dificulta que realicemos nuestras labores diarias con normalidad, como darse una ducha o lavar los servicios. Una bomba de agua nos da la presión adecuada de agua para realizar nuestros labores sin contra tiempos, además, son de fácil instalación. Conozcamos los tipos de bombas que existen.

### **2.2.1. Bomba Periférica**

La bomba periférica es conocida por su uso doméstico.

Son eléctricas y su función es elevar el agua a más de 30 metros de altura, dependiendo del modelo, brindando la presión de agua que se necesite. (2016)

Tiene un caudal máximo de 86 litros por minuto



Figura No. 1 Bomba Periférica

Fuente: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn206.html>



### 2.2.2. Bomba Centrífuga

Son utilizadas para uso doméstico o agrícola, a diferencia de las demás bombas, esta sirve para sacar agua de pozos o regadíos en grandes cantidades en poco tiempo.

Tiene la capacidad de mover entre 120 y 156 litros por minuto

Es más silenciosa que la periférica y también es eléctrica



Figura No. 2 Bomba centrífuga

Fuente: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn206.html>

### 2.2.3. Motobomba

Son bombas con un motor a combustión, lo cual les permite funcionar de manera independiente. Esta bomba lanza caudal y presión al mismo tiempo. Son ideales para trabajos de riesgo extendido en sectores agrícola, llenado de tanques, y para suministrar agua a lugares distantes. Es importante que esté bien equilibrada con el suelo para reducir la pérdida de aceite con el movimiento, ya que de suceder esto, se apagará automáticamente.



Figura No. 3 Motobomba

Fuente: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn206.html>

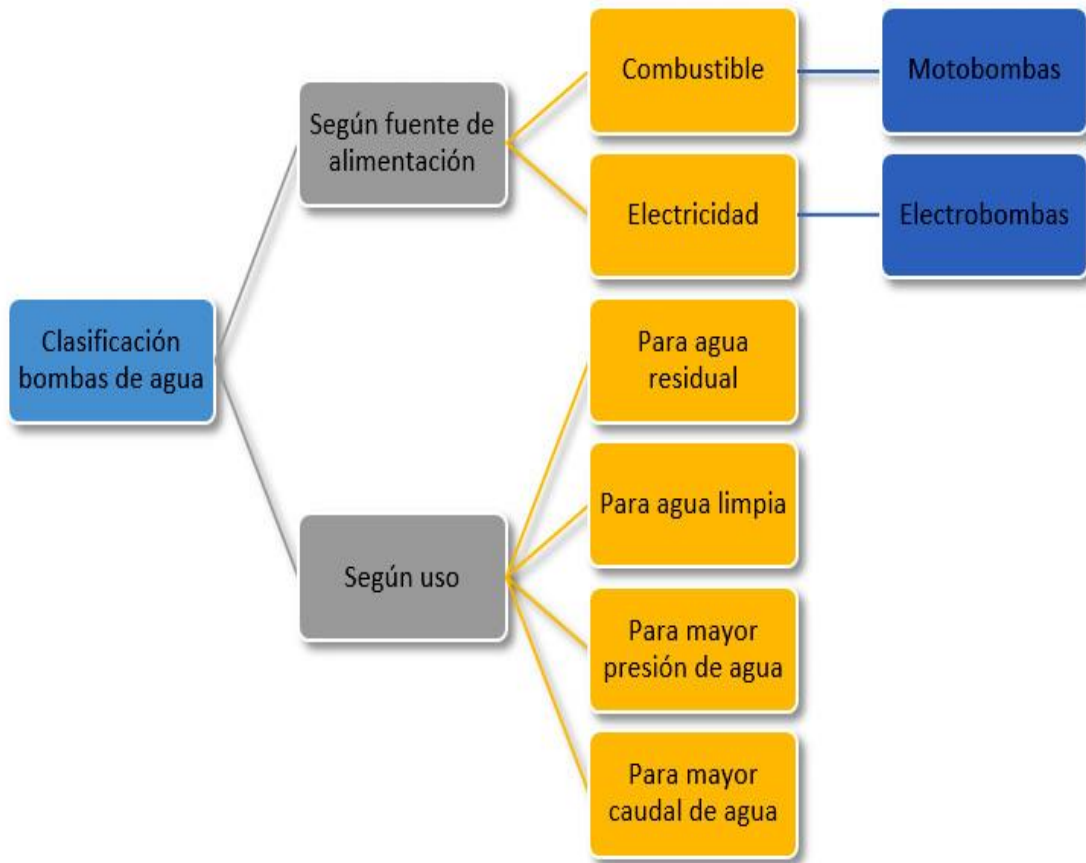


Figura No. 4 Esquema de clasificación de bomba

Fuente: <https://ingemecanica.com>

### 2.3. ¿PARA QUE SIRVE UNA BOMBA DE AGUA?

Hoy en día el uso de bombas de agua se extiende a una gran variedad de aplicaciones comerciales, industriales, residenciales y agrícolas, que cubren diversas situaciones como las siguientes:

- Drenar el agua de un sótano.
- Extraer agua de un pozo.
- Trasladar agua de un lugar a otro, aún a diferentes niveles del suelo.

- Incrementar la presión o el caudal de agua.
- Vaciar y llenar piscinas, estanques o bañeras de hidromasaje.
- Drenar zonas poco profundas que están inundadas.
- Regar césped o zonas agrícolas de manera tradicional o por aspersión.
- Distribuir fertilizantes y pesticidas.
- Realizar diversas tareas en el área de la construcción.

#### 2.4. PARTES DE UNA BOMBA DE AGUA



Figura No. 5 Partes de una bomba de agua

Fuente: <https://ingemecanica.com>

- 1) Toma de presión
- 2) Tornillo para el drenaje del agua
- 3) Manómetro

- 4) Conector para aspiración (R1 rosca macho)
- 5) Tornillo para el llenado de agua
- 6) Interruptor de presión
- 7) Interruptor de alimentación

El funcionamiento, tanto de las motobombas como electrobombas de agua, es muy similar y las **bombas centrífugas son**, por lejos, las **de mayor producción mundial porque permiten movilizar mucha más cantidad de agua.** (Rosenberg, 1970)

#### **2.4.1. Tipos de bombas centrífugas (Cálculo de Instalaciones de, 2016)**

Una bomba es un dispositivo que eleva o transfiere líquido. Las bombas se presentan en muchos formatos, pero generalmente pueden dividirse de acuerdo a dos formas principales de funcionamiento: Bombas de desplazamiento positivo y bombas centrífugas.

Estas bombas sirven para distintas aplicaciones en edificios residenciales:

- Las bombas de circulación se utilizan para circular agua en sistemas cerrados y proporcionar calor, aire acondicionado o agua caliente sanitaria
- Los grupos de presión incrementan la presión del agua fría en un sistema y se utilizan como bombas de condensación para calderas de vapor
- Las bombas de suministro de agua se utilizan normalmente para suministra agua de pozos y se dividen en sumergibles y de superficie
- Algunas bombas centrífugas se utilizan exclusivamente para aplicaciones industriales. Estas bombas incluyen bombas industriales y bombas de aguas residuales

En 1689, el físico Denis Papin inventó la bomba centrífuga y, hoy en día, las bombas centrífugas son las bombas más usadas en el mundo. La bomba centrífuga está fabricada siguiendo un principio muy sencillo: el líquido se lleva al impulsor y se lanza mediante la fuerza centrífuga hacia la periferia de los impulsores. La construcción es barata, robusta y

simple y su alta velocidad hace posible conectar la bomba directamente a un motor asíncrono. La bomba centrífuga proporciona un caudal constante de líquido y puede reducirse sin problemas sin causar ningún daño a la bomba. (Cálculo de Instalaciones de, 2016)

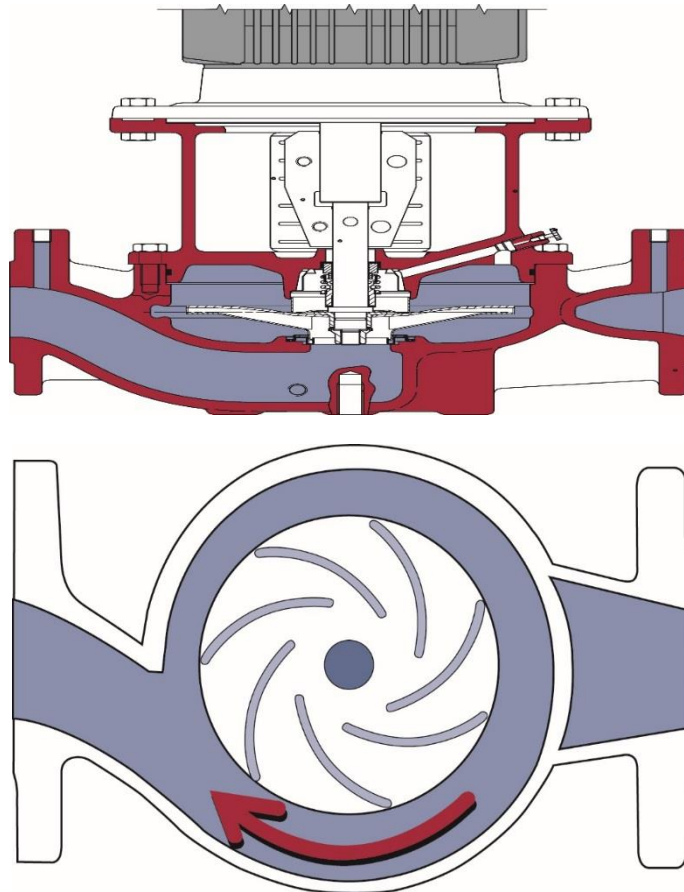


Figura No. 6 El líquido fluye a través de la bomba

Fuente: <https://ingemecanica.com>

Veamos ahora la figura 6 que muestra como el líquido fluye por la bomba. La entrada de la bomba lleva el líquido al centro del impulsor, desde donde es impulsado a la parte exterior. Esta construcción consigue una alta eficiencia y es adecuada para el manejo de líquidos puros. Las bombas que tienen que manejar líquidos no puros, como las bombas de aguas residuales, están equipadas con un impulsor especialmente diseñado para evitar que los objetos que puedan entrar en la bomba la atasquen. Si ocurre una diferencia de presión en el

sistema mientras que la bomba centrífuga no está en funcionamiento, el líquido todavía puede pasar gracias a su diseño abierto.

Las bombas centrífugas pueden dividirse en diferentes grupos: bombas de caudal radial, bombas de caudal mixto y de caudal axial. Las bombas de caudal radial y de caudal semi-axial son los tipos más utilizados. Las diferentes demandas del rendimiento de una bomba centrífuga, especialmente en lo que se refiere a altura, caudal e instalación, junto con las demandas de funcionamiento económico, son solo algunas razones por las que existen tantos tipos de bombas.

Para impulsar agua la que nos interesa son las bombas centrífugas.

Una bomba centrífuga es una máquina hidráulica compuesta por un **impulsor o rodete** que, accionado desde el exterior mediante un motor, transmite al agua la energía necesaria para obtener una presión determinada. El cuerpo de la bomba o **voluta** recibe el líquido que proviene del **impulsor** y, por su construcción especial, transforma su energía cinética en energía de presión. La bomba centrífuga está basada en un principio muy simple: el agua se dirige al centro del impulsor y por medio de la fuerza centrífuga la arroja hacia la periferia de los álabes canalizándose en el difusor de salida.

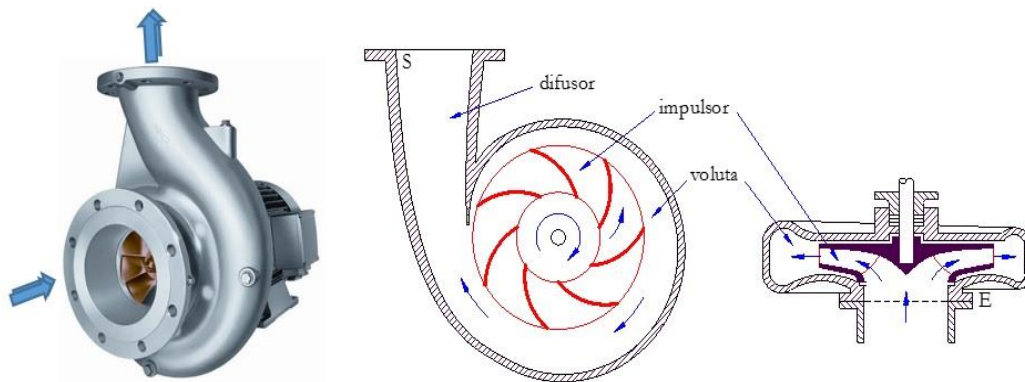


Figura No. 7 El cuerpo de la bomba o voluta recibe el líquido que proviene del impulsor  
Fuente: <https://ingemecanica.com>

En una bomba centrífuga se conjugan dos tipos de conducciones: una aspiración para dirigir el agua hacia el rodete y una impulsión para llevar el agua a su destino. Ambas tienen sus singularidades como veremos enseguida. (/herramientas-electricas-y-accesorios/bombas-de-agua-funcionamiento)

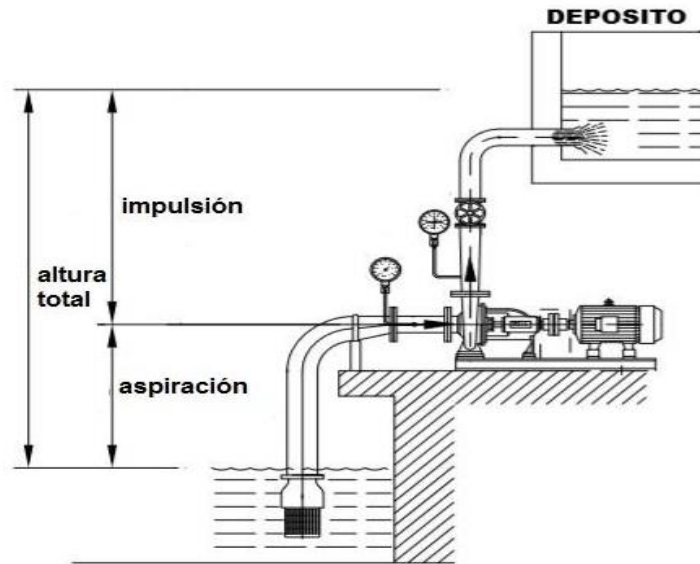


Figura No. 8 Diagrama esquemático del proyecto

Fuente: <https://ingemecanica.com>

En la imagen anterior se representan las alturas que debe superar una bomba centrífuga para trasladar una masa de agua desde un plano determinado a otro más elevado, en este caso un tanque, aunque podría tratarse de una finca, de una máquina de riego o una red de servicio por poner algunos ejemplos. Si a la salida de la bomba no existiese una tubería, la energía del agua se disiparía a la atmósfera y ahí acabaría todo el proceso.

Sin embargo, es la tubería y la presión que el agua ejerce sobre sus paredes la que obliga al líquido a tomar el único camino posible haciéndolo circular por la red con una presión y velocidad determinada.

## 2.4.2. Velocidad de Aspiración del agua.

La velocidad máxima en la tubería de aspiración se debe limitar a 1,5 m/s. En los colectores de aspiración para dos o más bombas esta velocidad se limitará generalmente a 1 m/s.

Las conexiones laterales en los colectores de aspiración es preferible realizarlas en un ángulo de 30 a 45 grados con respecto a la línea principal tal y como se representa en la figura.

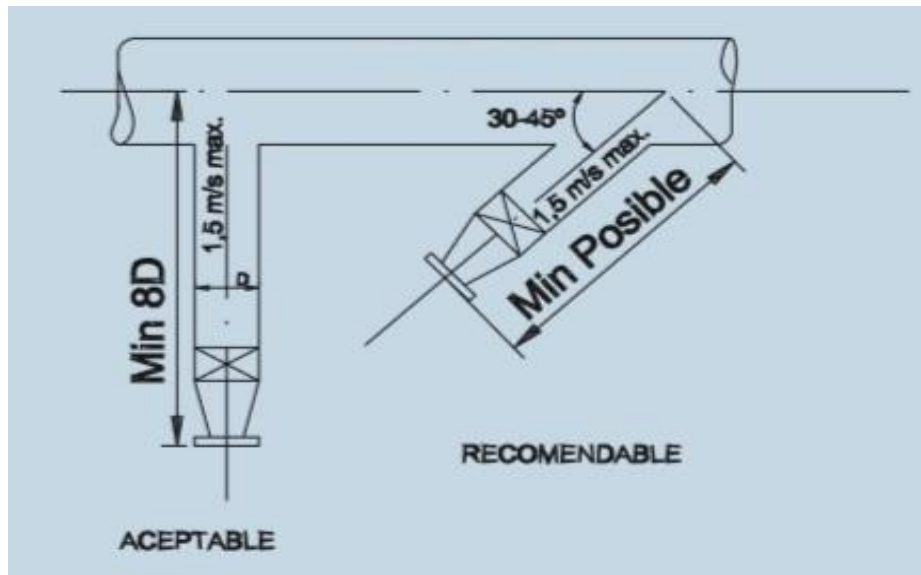


Figura No. 9. Válvulas de estrangulamiento

Fuente: <https://ingemecanica.com>

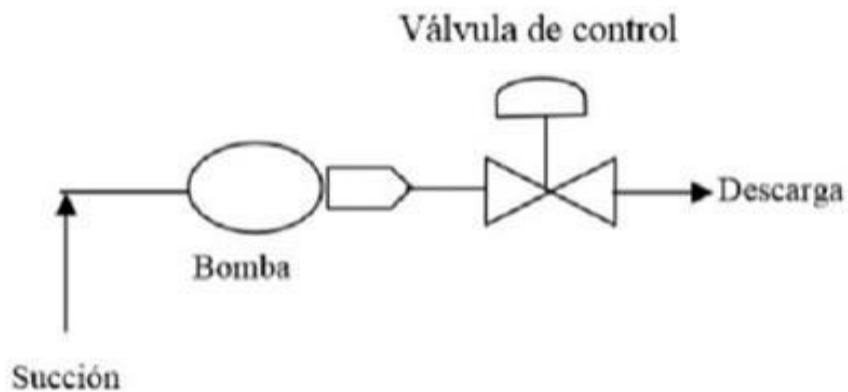


Figura No. 10. Bombas conectadas en paralelo

Fuente: <https://ingemecanica.com>



Aparte de los razonamientos hidráulicos, en todo bombeo deben de regir unos criterios económicos con la finalidad de no gastar más de lo necesario en energía.

El tamaño de la boca de aspiración y boca de impulsión de las bombas sólo nos indica el tamaño mínimo de las tuberías. Esto es importante.

El dimensionado debe de hacerse de manera que las velocidades sean como máximo las siguientes:

- Tubería de aspiración: 1,5 m/s
- Tubería de impulsión: 2,5 m/s
- Velocidades inferiores a 0,6 m/s originan normalmente sedimentaciones.
- Velocidades superiores a 3,5 m/s pueden originar abrasiones, aparte de un consumo alto en energía como consecuencia de las pérdidas de presión generadas.

En el agua de riego viajan partículas minerales como arenas y limos, sobre todo cuando el agua procede de sondeos. Antes de que lleguen a la estación de filtrado entran en contacto con los mecanismos de la bomba y otros elementos de la instalación. Velocidades elevadas del agua, así como regímenes elevados de funcionamiento del impulsor de la bomba acelera el proceso de desgaste de estos mecanismos debido al rozamiento de las partículas.

El diámetro de la conducción (aspiración e impulsión) se obtiene como:

Siendo:

- $D$  el diámetro interior del tubo en mm
- $v$  la velocidad del agua en m/s
- $Q$  el caudal en m<sup>3</sup>/h

### **2.4.3. Cavitación**

Si la bomba trabaja con una aspiración excesiva, la presión a la entrada de la boca de aspiración de la bomba puede disminuir hasta llegar a alcanzar la tensión de vapor del agua. Se desprenderían entonces burbujas de vapor que, una vez recuperada la presión en el rodete, producirían violentas implosiones y ocasionarían graves daños en los mecanismos.

### **2.4.4. Aspiración**

Ya hemos comentado que la velocidad máxima en la tubería de aspiración se debe limitar a 1,5 m/s. En los colectores de aspiración para dos o más bombas esta velocidad se limitará generalmente a 1 m/s.

Las conexiones laterales en los colectores de aspiración es preferible realizarlas en un ángulo de 30 a 45 grados con respecto a la línea principal tal y como se representa en la Figura No.9 **Válvulas de estrangulamiento**.

Para obtener el diámetro adecuado de colector debemos recurrir a la expresión  $Q = v \cdot S$  y despejar el valor de la sección del colector pues tanto el caudal como la velocidad del agua son conocidos.

### **2.4.5. Sumergencia en el depósito de aspiración**

La Sumergencia ( $S$ ) es la altura de líquido necesaria sobre la sección de entrada del tubo de aspiración de una bomba o de la válvula de pie para evitar la formación de remolinos (vórtices) que pueden afectar al buen funcionamiento de la bomba.

Las formaciones de estos remolinos se deben principalmente a la depresión causada por:

- La succión de la bomba.
- Mala disposición de la misma en la cámara de aspiración.
- Una irregular distribución del flujo.

El valor de Sumergencia mínima se obtiene de la siguiente fórmula:

$$S = \frac{v^2}{2g} + 0,5$$

Donde,

$S$  es la Sumergencia en metros.

$v$  es la velocidad del agua en m/s

$g$ , la aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>)

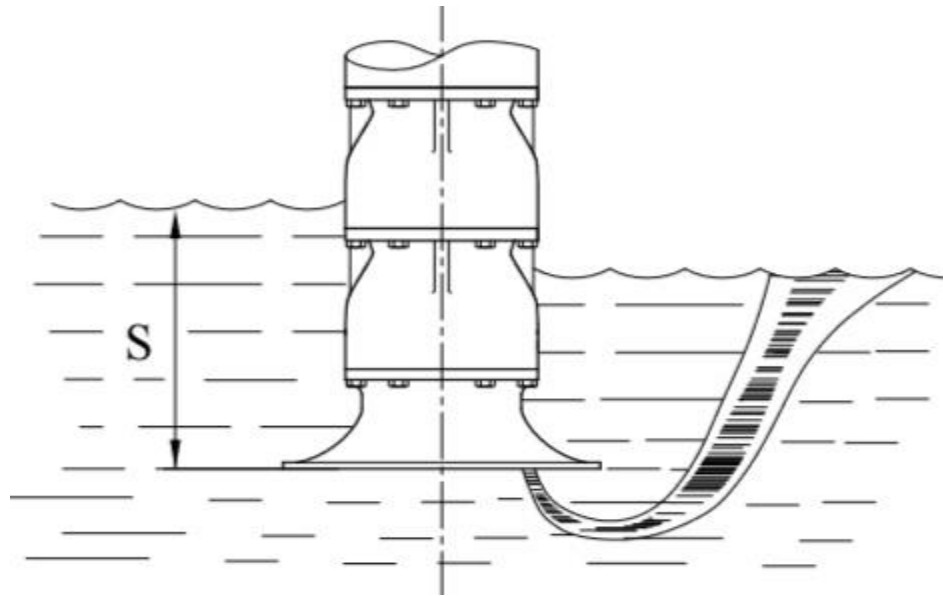


Figura No. 11. Sumergencia de líquido

Fuente: <https://ingemecanica.com>

En la imagen anterior puede observarse el concepto de Sumergencia. Cuando la altura resulta menor que el mínimo calculado se produce una falta de sumergencia con riesgo de formación de remolinos e introducción de aire con la corriente líquida. La falta de sumergencia no genera cavitación, pero introduce cantidades de aire en la conducción que pueden resultar perjudiciales, además de ocasionar molestos ruidos y vibraciones.

Para reducir los efectos cuando no pueda conseguirse una sumergencia mínima se recomienda lo siguiente:

- Aumentar la sección de entrada (mayor diámetro de la tubería de aspiración, etc.)

- Instalar tabiques flotantes o sumergidos que eliminen las turbulencias.
- Utilizar maderas flotantes alrededor de la tubería de aspiración, así como boyas de plástico y todo aquello que sea capaz de impedir la formación de vórtices o remolinos en la superficie del agua.

#### 2.4.6. Bombas conectadas en paralelo

Las bombas conectadas en paralelo se utilizan frecuentemente cuando:

- El caudal requerido es superior al que puede suministrar una bomba simple.
- El sistema tiene exigencias de caudal variable que se consiguen activando y desactivando las bombas conectadas en paralelo.

Normalmente las bombas conectadas en paralelo son del mismo tamaño y tipo. Para evitar la circulación derivada por las bombas que no están funcionando, se conecta en serie con cada una de las bombas una válvula de retención.

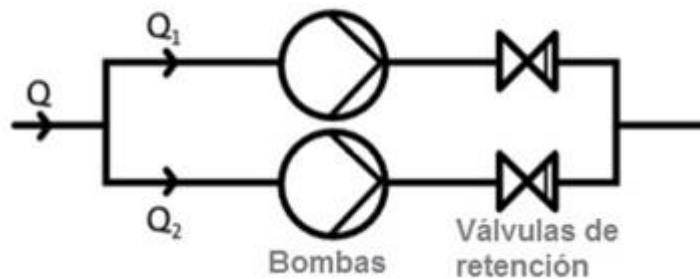


Figura No. 12. Bombas en paralelo

Fuente: <https://ingemecanica.com>

La curva de rendimiento para un sistema que consta de varias bombas en paralelo se determina sumando el caudal que suministran las bombas para una altura específica.

La Figura No. 12 muestra un sistema con dos bombas idénticas conectadas en paralelo. La curva de rendimiento total del sistema se determina sumando  $Q_1$  y  $Q_2$  para cada valor de

altura, que es el mismo para ambas bombas,  $H_1=H_2$ . Debido a que las bombas son idénticas, la curva de la bomba resultante tiene la misma altura máxima ( $H_{max}$ ) pero el caudal máximo ( $Q_{max}$ ) es el doble. Para cada valor de altura, el caudal es el doble que para una bomba simple en funcionamiento:  $Q = Q_1 + Q_2$

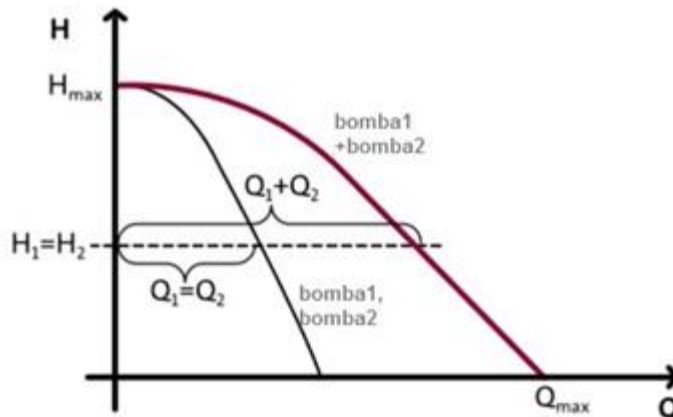


Figura No. 13 Curva de rendimiento con diferencia de caudal  
Fuente: <https://ingemecanica.com>

#### 2.4.7. Variador de velocidad

Un variador de frecuencia o de velocidad es un dispositivo electrónico que, a través de la modificación de la frecuencia de alimentación eléctrica, varía la velocidad de giro de los motores eléctricos. El variador de velocidad modifica la curva característica de la bomba adaptándola a los requerimientos del sistema y proporcionando un ahorro de energía. Es una de las formas de regulación de equipos de bombeo más adoptada en la práctica, pues el rendimiento apenas sufre modificación al variar la velocidad de funcionamiento, consiguiéndose un significativo ahorro de energía.

Veamos la gráfica siguiente. Supongamos que la demanda de agua en una instalación varía de un caudal  $Q_1$  a un caudal  $Q_2$  [conviene aclarar que el caudal  $Q_1$  será siempre el caudal de cálculo, es decir, el máximo demandado, por tanto, todo movimiento en la gráfica será hacia la izquierda -hacia un menor caudal-]. Vemos en la gráfica que, en una situación donde se estrangule el caudal mediante una válvula, el punto de funcionamiento de la bomba ante la nueva demanda de caudal se situaría en (2), con el consiguiente aumento de la altura manométrica  $H$ .

Si existiese un control de la regulación mediante la actuación de un variador de velocidad, el punto de funcionamiento de la bomba se situaría ahora en (2'), manteniendo la altura manométrica constante ( $H=cte$ ) y dando lugar a una reducción de la potencia consumida al disminuir la velocidad de rotación del equipo motor. Se trata de un sistema muy eficiente desde el punto de vista energético, puesto que no se introducen pérdidas adicionales.

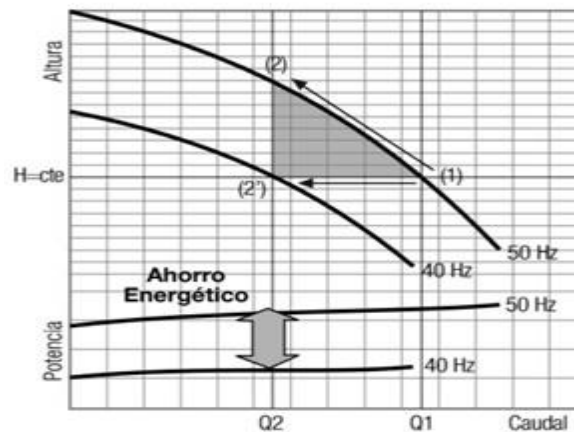


Figura No. 14. Curvas en diferencia de velocidad  
Fuente: <https://ingemecanica.com>

Siguiendo con la gráfica, obsérvese que variando la velocidad de la bomba de **H1 a H2'**, podemos pasar de un gasto de caudal **Q1** a un gasto **Q2**, sin incrementar la carga (**H=cte**). Por el contrario, la nueva carga H2' es mucho menor a la que se obtendría con el uso de una válvula de estrangulación (H2).

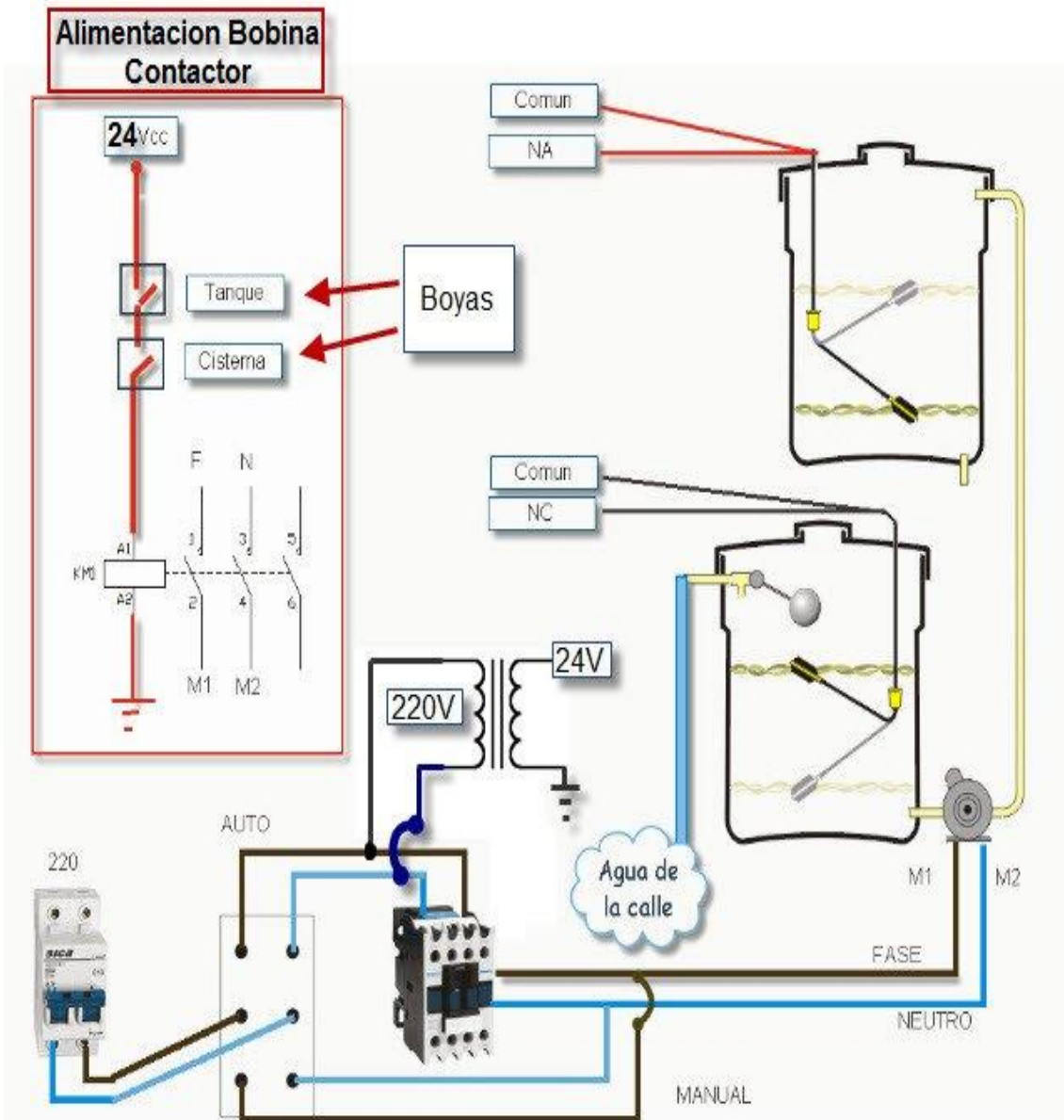
En el caso de estrangulamiento por válvula, la potencia hidráulica simplificada sería:

$$P = Q_2 \cdot H_2$$

Para el caso de uso de variador, la potencia hidráulica simplificada sería:

$$P' = Q_2 \cdot H_2' \text{ que es mucho menor que } P.$$

El variador de velocidad se conecta al motor de la bomba y se comanda desde el cuadro de control del equipo de bombeo (2018)



Esas boyas traen tres cables, uno común, uno que es normal abierto abajo y cierra arriba (es el que se usa para el tanque) y por último uno normal cerrado que abre cuando la boya esta para abajo (ese va a la cisterna) en definitiva es un circuito serie de dos interruptores (repito que van invertidos, cierran circuito : tanque cuando la boya esta para abajo, cisterna: cuando la boya esta para arriba),

Figura No. 15. Esquema de la implementación con contactor  
 Fuente: <https://ingemecanica.com>

## 2.5. CONTROLADOR EASY

### Datos del Producto



Easy 512-AC

Figura No. 16 Forma física del controlador  
Fuente: [www.eaton.com](http://www.eaton.com)

Los relés inteligentes Easy 500 ofrecen al usuario potencia y sencillez. Con un conjunto de funciones fijas, el modelo Easy básico puede configurarse en lugar de muchos dispositivos de panel de control y cables de circuitos en la parte frontal del dispositivo, o con el software de arrastrar y soltar Easy-Soft. Las funciones internas incluyen: 128 líneas de circuito de control, relé temporizador multifunción, relé de impulsos, contadores (ascendente/descendente, alta velocidad, frecuencia horas de funcionamiento), comparación de valores analógicos, reloj semanal y anual con cambio automático de horario de verano/invierno. Las funciones externas incluyen posibilidad de elegir salidas de relé o transistor de alimentación DC o AC, contador de alta velocidad y entradas analógicas. Además, todas las unidades con display pueden mostrar mensajes configurables con valores del proceso, por ejemplo, temperatura o velocidad.

- Las unidades Easy 500 no son ampliables
- Programable con el software del PC de arrastrar y soltar



- Clasificación / punto de tipo de salida de transistor: 0,5 A a 24 Vdc
- Clasificación / punto de tipo de salida de relé: 8 A a 24 Vdc
- Seguridad de contraseña
- Rango de temperatura de funcionamiento: -25 a + 55 °C
- Eaton Easy 200, 400, 500, 700 y 800

Es posible configurar dos o cuatro entradas en las versiones alimentadas con dc y 24 V ac como analógicas de 10 bits, 0 - 10 V

Dos entradas de contador de 1 kHz en las versiones alimentadas con dc de las unidades 500 y 700 (cuatro entradas 3 / 5 kHz en la unidad 800)

Disponibles como versiones de bajo coste sin display ni teclado (los códigos terminan en X), para aplicaciones que no requieren interacción con el usuario y donde la unidad se programa utilizando software disponible por separado.

Las unidades con displays y teclados pueden programarse directamente, o utilizando el software mencionado arriba, y también pueden mostrar mensajes configurados por el usuario (16 en la unidad 500 y 700, y 32 en la unidad 800) que incluye campos de datos variables.

16 temporizadores multifunción, 16 contadores adelante/atrás (32 de cada en la unidad 800) y cuatro contadores horarios de proceso con capacidad de retención

Puede combinarse con displays/controladores MFD-Titan

Dimensiones: Alt. 90 mm x Anch. 71,5 mm x Prof. 58 mm (easy500); Alt. 90 mm x Anch. 71,5 mm x Prof. 58 mm (easy 700//800)

Familia Easy de controladores lógicos disponible con una selección de características y opciones que la hacen ideal para una amplia variedad de aplicaciones, incluidos sistemas de automatización de máquinas de tamaño pequeño a mediano, sistemas de climatización, iluminación y control de acceso a edificios. Easy500 y 700 son versiones mejoradas de Easy 400 y 600. Incorporan nuevas características a la vez que son compatibles con versiones

anteriores y están disponibles con fuente de alimentación/tensión de entrada de 12 V dc, 24 V dc, 24 V ac y 100 - 240 V ac para una máxima flexibilidad para el usuario.

Los módulos de expansión de E/S digital y los módulos de red DP Profibus o AS-i están disponibles para los controladores easy600, 700, 800 y MFD-Titan. Sin embargo, como hay sólo un conector en el extremo derecho del controlador, sólo puede implementarse una de estas opciones. Esta limitación no es aplicable a la característica easy-NET de Easy800, que es una característica completamente independiente, con sus propios conectores RJ45 situados en la parte superior del controlador. Es decir, los controladores Easy800 pueden tener su propia E/S expandida y a la vez estar conectados en red con hasta otros ocho controladores Easy800 o MFD-Titan mediante la característica easy-NET integrada.

### Especificaciones

- Atributo Valor
- Serie EASY
- Tensión de Alimentación 24 Vdc
- Tipo de Salida Relé
- Número de Salidas 4
- Tipo de Entrada Analógico, Digital
- Número de Entradas 8
- Tipo de Montaje Carril DIN
- Anchura 71.5mm
- Display Incluido Sí
- Profundidad 58mm
- Longitud 110mm
- Dimensiones 110 x 71,5 x 58 mm
- Tipo de Terminación Roscado
- Tipo de Módulo Módulo de control lógico
- Corriente de Salida 8 A
- Temperatura de Funcionamiento Mínima -25°C
- Temperatura de Funcionamiento Máxima +55°C

## 2.6. ELEMENTOS DE PROTECCION

### 2.6.1. Fusibles

El fusible o cortocircuito es el aparato de conexión que provoca la apertura del cortocircuito en el que está instalado, por fusión, debido al calentamiento de uno o varios elementos destinados a este fin, cortando la corriente cuando ésta sobrepasa un determinado valor durante un tiempo. Se debe ajustar el calibre de los fusibles lo más posible a la intensidad nominal de la carga. En caso de que la carga sea motores se tendrá especial cuidado en que los fusibles puedan resistir las sobrecargas de arranque.

No se protegen los motores trifásicos simplemente con fusibles, más bien resultaría contraproducente, puede quemarse un solo fusible y continuar trabajando el motor con dos fases hasta quemarse éste por lo tanto se recomienda proteger con interruptores termo magnéticos. (Cerde Filiu, 2017)



Figura No. 17 Fusibles  
Fuente: [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

### 2.6.2. Disyuntores Termo magnéticos

Los disyuntores Termomagnéticos son aparatos de protección termomagnética utilizados para la protección de instalaciones y aparatos eléctricos contra sobrecargas y cortocircuitos, están equipados con un disparador bimetálico para protección contra sobrecargas y con una bobina de disparo electromagnético para protección contra cortocircuitos.

**Elemento térmico**, consta esencialmente de la unión de dos elementos de diferente coeficiente de dilatación, lo que conocemos como par térmico; el par térmico, al paso de la corriente se calienta y por lo tanto se deforma, o que produce un cambio de posición que es aprovechado para accionar el mecanismo de disparo del interruptor. Opera desde el punto de vista de tiempo de apertura con curvas características de tiempo – corriente.

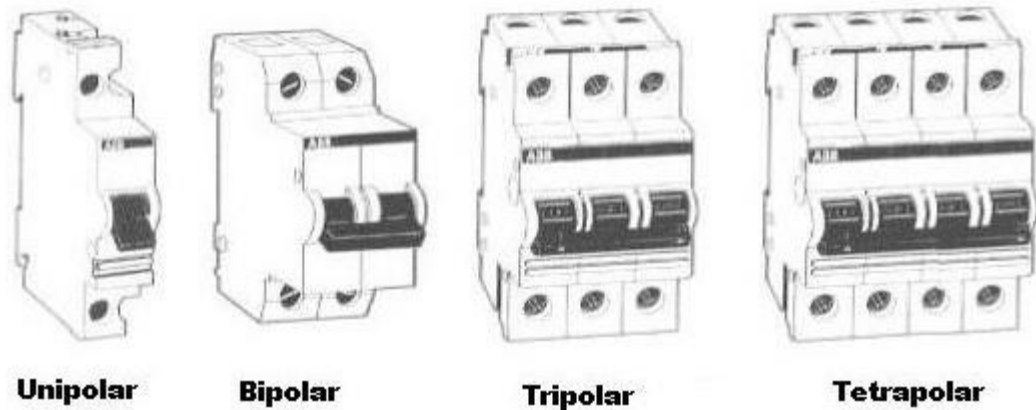
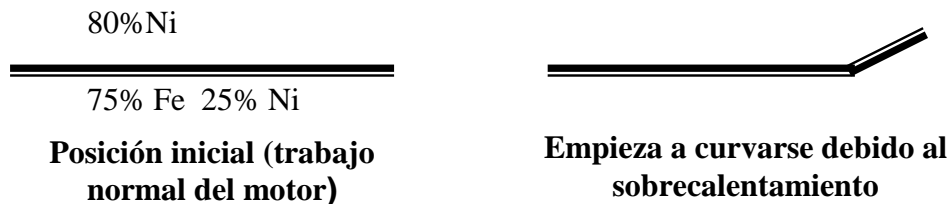


Figura No. 18. Elemento térmico  
Fuente: [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

### 2.6.3. Relé Térmico

Los relés térmicos están constituidos por una lámina bimetálica, formado por dos metales soldados entre sí. Al ser calentada y tener los dos metales diferentes coeficientes de dilatación, se dobla en un sentido, lo que se aprovecha para accionar el contacto o los contactos que realizan la apertura del circuito a proteger.



Los relés térmicos son generalmente regulables, por medio de una leva, dentro de un cierto margen, el relé térmico debe regularse, para su instalación, a la intensidad nominal del motor o carga a proteger, la leva de ajuste viene graduada en amperios o en fracciones de la corriente nominal del relé. Cuando se excede el valor de corriente seleccionado mediante la leva de regulación, el contactor que gobierna la carga es desexcitado con un retraso en dependencia

del valor de la sobreintensidad. De este modo la carga o instalación queda protegida de un recalentamiento progresivo.

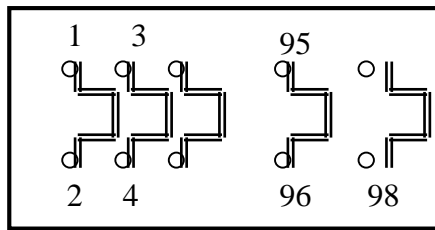


Figura No. 19. Relés térmicos  
Fuente: [www.siemens.com](http://www.siemens.com)



En el gráfico se muestra el aspecto constructivo interno del relé térmico:

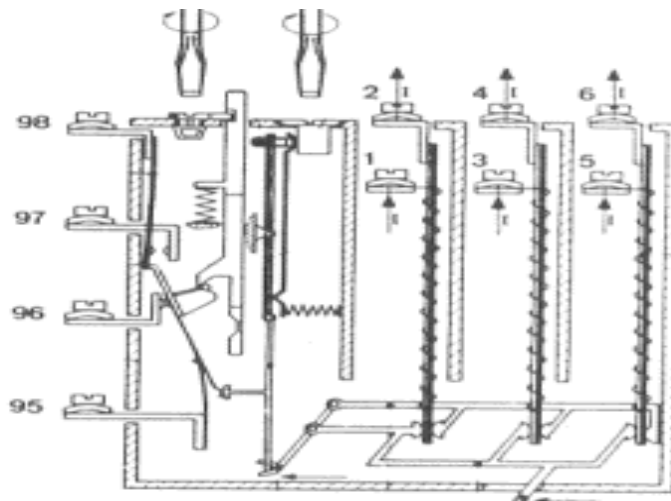


Figura No. 20. Vista interna del relé  
Fuente: [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

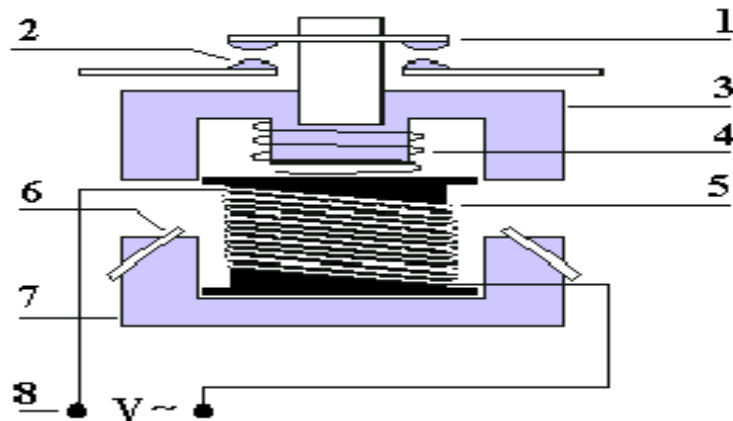
## 2.6. ELEMENTOS DE MANIOBRA

### 2.6.1. Contactor

Se llama contactor a un interruptor gobernado a distancia por la acción de un electroimán.

Las partes de un contactor electromagnético son las siguientes:

- Contactos principales
- Contactos auxiliares
- Circuito electromagnético
- Soporte o estructura del aparato



- 1- Contactos móviles. 2 - Contactos fijos.  
3- Hierro móvil. 4 - Muelle antagonista. 5 - Bobina.  
6- Espira de sombra (en corriente alterna).  
7- Hierro fijo. 8 - Alimentación bobina.

Figura No. 21. Partes de un contactor

Fuente: [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

**Contactos principales**, tienen por finalidad realizar el cierre o apertura del circuito principal a través del cual se transporta la corriente al circuito de utilización.

Los contactos principales, que forman el contactor, pueden, ser unipolares, bipolares, tripolares. Los contactos generalmente se fabrican con materiales aleados de las cuales las más importantes son las siguientes:

- Plata - cadmio

- Plata – paladio
- Plata – níquel

Este último es de gran resistencia eléctrica al desgaste por arco y, además, tiene buena resistencia mecánica, lo que hace que sea el más empleado y de uso más general. Las condiciones que debe tener un buen contacto es el de que sea resistente mecánicamente, no oxidable, poca resistencia en el punto de contacto, resistencia a la erosión producida por arco no formar óxidos que sean aislantes, no tener la tendencia a pegar o soldar. (D`addario, 2016)

El contacto es la parte más delicada del contactor, por ello ha de cuidarse para que el circuito pueda funcionar siempre en condiciones normales, por lo que ha de estar protegido contra el polvo, grasa, humedad, insectos, etc.

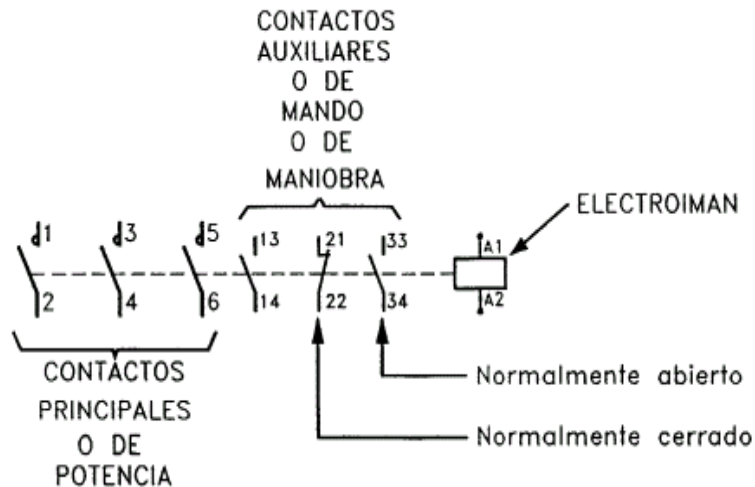


Figura No. 22. Contactor auxiliar  
Fuente: [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

**Los contactos auxiliares**, son aquellos que tiene por finalidad el gobierno del contactor y de su utilización, los contactos auxiliares pueden estar abiertos y cerrados, estando en reposo el contactor y como por lo general han de dar paso a pequeñas corrientes, suelen ser de pequeño tamaño.

Circuito electromagnético, puede ser para corriente continua y alterna, los más empleados son estas últimas, el circuito electromagnético consta esencialmente de tres partes:

- Núcleo

- Armadura
- Bobina

El núcleo en forma de E, sobre su parte central lleva colocado la bobina. Generalmente, esta parte del circuito es fija. Cuando la bobina es atravesada por la corriente eléctrica, genera un campo que hace que el núcleo atraiga a la armadura, que es la parte móvil, el cual al ser atraído presiona los contactos móviles contra los fijos, cerrando los abiertos y abriendo los cerrados. La bobina es la encargada de crear el flujo, para que el núcleo atraiga a la armadura.

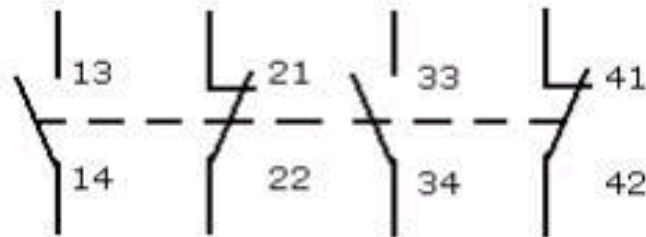


Figura No. 23. Núcleo de la bobina  
Fuente: [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

**Soporte del contactor,** los contactos principales y auxiliares junto con el circuito electromagnético, se fijan en un soporte con los bornes correspondientes para su empleo y conexión, estando aislado del exterior introduciéndolo en caja de materiales aislantes, al exterior solo salen los bornes de conexión del circuito de potencia y mando, mientras que los demás elementos permanecen cubiertos, para evitar que se introduzca suciedad que perjudicaría su correcto funcionamiento.

#### **Averías en los contactores.**

- 1) El contactor no queda realimentado al pulsar la marcha, debido a hilos interrumpidos en el circuito, bien en las conexiones del contactor, bien en la caja de pulsadores.
- 2) Fallos en los contactos por los siguientes conceptos:
  - a) Calentamiento excesivo
  - b) Desgaste prematuro
  - c) Débil presión
  - d) Soldadura entre contactos



- 3) Falla la bobina como consecuencia de:
  - a) Corte de hilo en la bobina, por sobreintensidad o cortocircuito.
  - b) Desconexión de sus bornes por vibración del circuito electromagnético
  - c) Calentamiento excesivo (nunca debe sobrepasar más de los 80 °C., o de los 35°C por encima de la temperatura ambiente).
  
- 4) Circuito electromagnético
  - a) Fallo mecánico en alguna de las partes que lo constituyen
  - b) Escasa fuerza de atracción
  - c) Circuito magnético ruidoso, debido a la falta de la espira de sombra, por lo que vibra.

### **2.6.2. Clasificación de los contactores.**

Por su construcción. -

- 1) *Contactores electromecánicos*: Son aquellos ya descritos que funcionan de acuerdo a principios eléctricos, mecánicos y magnéticos.
  
- 2) *Contactores estáticos o de estado sólido*: Estos contactores se construyen a base de tiristores. Estos presentan algunos inconvenientes como:
  - Su dimensionamiento debe ser muy superior a lo necesario.
  - La potencia disipada es muy grande (30 veces superior)
  - Son muy sensibles a los parásitos internos y tiene una corriente de fuga importante.
  - Su costo es muy superior al de un contactor electromecánico equivalente. ·

Por el tipo de corriente eléctrica que alimenta la bobina.

- Contactores para AC.
- Contactores para DC.

Por los contactos que tiene.

- Contactores principales.

- Contactores auxiliares.

Por la carga que pueden maniobrar (categoría de empleo). Tiene que ver con la corriente que debe maniobrar el contactor bajo carga.

### **2.6.3. Categoría de empleo.**

Para establecer la categoría de empleo se tiene en cuenta el tipo de carga controlada y las condiciones en las cuales se efectúan los cortes. Las categorías más usadas en AC son:

**AC1:** Cargas no inductivas (resistencias, distribución) o débilmente inductivas, cuyo factor de potencia sea por lo menos 0.95.

**AC2:** Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha por impulso permanente de los motores de anillos. Al cierre el contactor establece el paso de corrientes de arranque equivalentes a más o menos 2.5 la corriente nominal del motor. A la apertura el contactor debe cortar la intensidad de arranque, con una tensión inferior o igual a la tensión de la red.

**AC3:** Para el control de motores jaula de ardilla (motores de rotor en cortocircuito) que se apagan a plena marcha. Al cierre se produce el paso de corrientes de arranque, con intensidades equivalentes a 5 o más veces la corriente nominal del motor. A la apertura corta el paso de corrientes equivalentes a la corriente nominal absorbida por el motor.

**AC4:** Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha por impulso permanente de los motores de jaula. Al cierre se produce el paso de la corriente de arranque, con intensidades equivalentes a 5 o más veces la corriente nominal del motor. Su apertura provoca el corte de la corriente nominal a una tensión, tanto mayor como tanto mayor es la velocidad del motor. Esta tensión puede ser igual a la tensión de la red.

En corriente continua se encuentran cinco categorías de empleo: DC1, DC2, DC3, DC4 y DC5. Un mismo contactor dependiendo de la categoría de empleo, puede usarse con diferentes corrientes.

Categoría de servicio	Aplicaciones
AC1	Cargas puramente resistivas para calefacción eléctrica.
AC2	Motores asíncronos para mezcladoras, centrífugas.
AC3	Motores asíncronos para aparatos de aire acondicionado, compresores, ventiladores.
AC4	Motores asíncronos para grúas, ascensores

### 2.6.3.1. Criterios para la elección de un contactor

Para elegir el contactor que más se ajusta a nuestras necesidades, se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Tipo de corriente, tensión de alimentación de la bobina y la frecuencia. ·
- Potencia nominal de la carga. ·
- Condiciones de servicio: ligera, normal, dura, extrema. Existen maniobras que modifican la corriente de arranque y de corte.
- Si es para el circuito de potencia o de mando y el número de contactos auxiliares que necesita.
- Para trabajos silenciosos o con frecuencias de maniobra muy altas es recomendable el uso de contactores estáticos o de estado sólido.
- Por la categoría de empleo. ·

### 2.6.3.2. Ventajas del uso de los contactores.

Los contactores presentan ventajas en cuanto a los siguientes aspectos y por los cuales es recomendable su utilización.

- Automatización en el arranque y paro de motores.
- Posibilidad de controlar completamente una máquina, desde varios puntos de maniobra o estaciones.

- Se pueden maniobrar circuitos sometidos a corrientes muy altas, mediante corrientes muy pequeñas.
- Seguridad del personal, dado que las maniobras se realizan desde lugares alejados del motor u otro tipo de carga, y las corrientes y tensiones que se manipulan con los aparatos de mando son o pueden ser pequeños.
- Control y automatización de equipos y máquinas con procesos complejos, mediante la ayuda de los aparatos auxiliares de mando, como interruptores de posición, detectores inductivos, presostatos, temporizadores, etc.
- Ahorro de tiempo al realizar maniobras prolongadas.

### **2.6.3.3. Averías en los contactores.**

- 1 El contactor no queda realimentado al pulsar la marcha, debido a hilos interrumpidos en el circuito, bien en las conexiones del contactor, bien en la caja de pulsadores.
2. Fallos en los contactos por los siguientes conceptos:
  - a) Calentamiento excesivo
  - b) Desgaste prematuro
  - c) Débil presión
  - d) Soldadura entre contactos
3. Falla la bobina como consecuencia de:
  - a) Corte de hilo en la bobina, por sobreintensidad o cortocircuito.
  - b) Desconexión de sus bornes por vibración del circuito electromagnético
  - c) Calentamiento excesivo (nunca debe sobrepasar más de los 80 °C., o de los 35°C por encima de la temperatura ambiente).
4. Circuito electromagnético
  - a) Fallo mecánico en alguna de las partes que lo constituyen
  - b) Escasa fuerza de atracción
  - c) Circuito magnético ruidoso, debido a la falta de la espira de sombra, por lo que vibra.

### 2.6.3.1. Pulsadores o Botoneras

Estos elementos de mando, que están en casi la totalidad de las instalaciones de contactores, se presentan en el mercado en una gama de tipos y formas muy variadas y se citan como los más usuales los siguientes:

- a) Pulsador de conexión. Al oprimirse conecta el circuito
- b) Pulsador de desconexión. Al oprimirse abre el circuito y al dejar de pulsar vuelve a cerrar el circuito.

Los pulsadores pueden ser también triples, cuádruples, etc., teniendo sus contactos abiertos y cerrados en la forma que convenga a los circuitos que han de controlar. Los pulsadores se alojan, por lo general, en cajas y así se forman las cajas de dos pulsadores formados por un pulsador de marcha y otro de paro, de múltiples de aplicación en circuitos de mando muy variados.

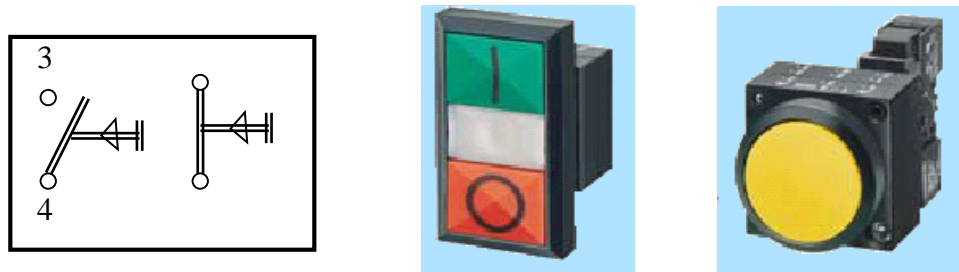


Figura No. 24. Pulsadores o botoneras

Fuente: [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

### 2.6.4. Finales De Carrera

Estos interruptores tienen como misión el de conectar y desconectar circuitos auxiliares o de gobierno, sirviendo para el mando de contactores y señalización entre otras.

Los finales de carrera no son otra cosa que pulsadores con la misma gama que los anteriores y que son accionados mecánicamente de formas muy diversas. Se emplean en desconectar en límites de carrera, el avance en bancadas en máquinas herramientas, como

fresadoras, rectificadoras, así como delimitar el avance de los portaherramientas de los tornos, en husillo de las taladradoras, en montacargas y ascensores, etc.

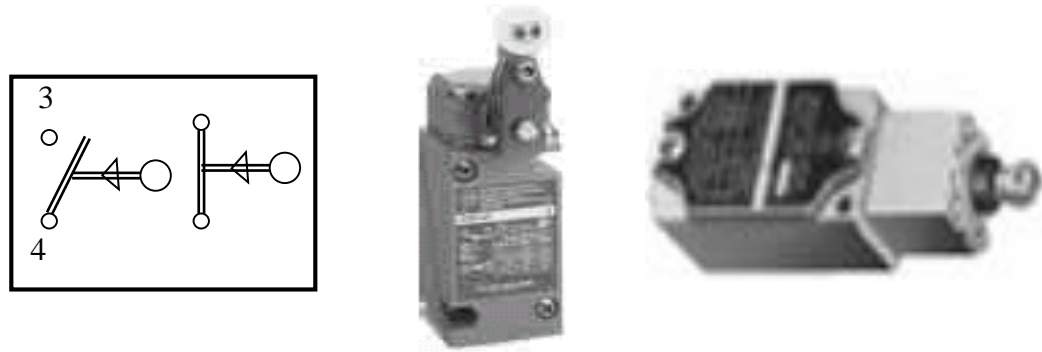


Figura No. 25. Finales de carrera  
Fuente: [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

### 2.6.5. Relé Temporizador

En las operaciones de mando es preciso, a veces, introducir pausas con la finalidad de limitar o alargar ciclos, proteger circuitos, contactores u otros dispositivos de control. Estos objetivos se logran con los relés de tiempo o temporizadores. Las operaciones más básicas de estos relés de tiempo se restringen a procesos de conexión - desconexión con retardo. (D`addario, 2016, pág. 23)

Por su modo de actuar podemos distinguir los siguientes tipos:

- a) El temporizador al recibir tensión, empieza la cuenta atrás, y al terminar ésta se accionan sus contactos. Al quitar la tensión los contactos vuelven al reposo. Es de retraso a la conexión.
- b) Cuando el temporizador recibe tensión se accionan los contactos y, al quitársela, empieza la cuenta atrás. Al finalizar ésta los contactos vuelven al reposo. El ciclo puede repetirse quitando previamente la tensión.

- c) El temporizador al recibir tensión acciona los contactos y al mismo tiempo empieza la cuenta atrás. Al finalizar ésta los contactos regresan al reposo. Este temporizador se llama de retraso a la desconexión.

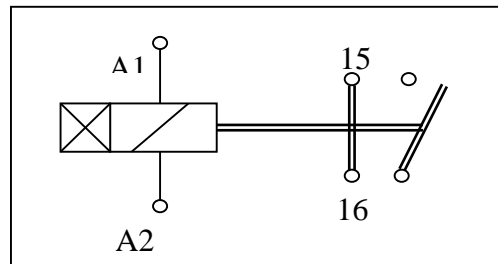


Figura No. 26. Relé temporizador  
Fuente: [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

## 2.7. CONDUCTORES ELECTRICOS

Según NB 777. “Alambre o cable destinado a conducir la corriente eléctrica. Puede ser desnudo, cubierto o aislado”

**Cable.** - Es un conductor flexible formado por un conjunto de alambres. El cable flexible está formado por varias filásticas. Una filástica es un hilo de cobre de sección muy pequeña. El conjunto de varias filásticas arrollados entre sí de forma helicoidal en sentido longitudinal y recubiertas por uno o varios aislantes forma el conductor eléctrico. La sección del conductor a considerar es la sección que forman todas las filásticas. Este tipo de conductor está previsto para canalizaciones movibles, aunque se puede emplear en instalaciones fijas.

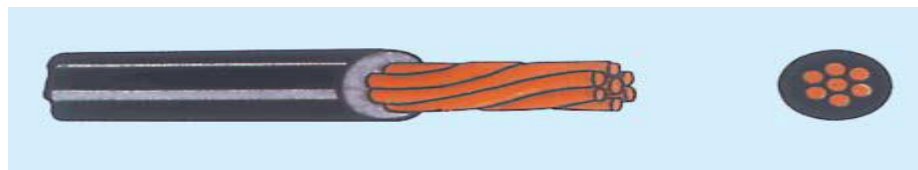


Figura No. 27. Cable  
Fuente: [www.siemens.com](http://www.siemens.com)



*Cable aislado*



Figura No. 28. Cable desnudo  
Fuente: [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

### 2.7.1. Cable desnudo

**Alambre.** - Producto metálico de sección maciza o cuerpo de metal estirado, generalmente de forma cilíndrica y de sección circular.

El cable rígido o hilo de línea, es otro tipo de conductor. Está formado por un solo hilo, está prevista su utilización en canalizaciones fijas.

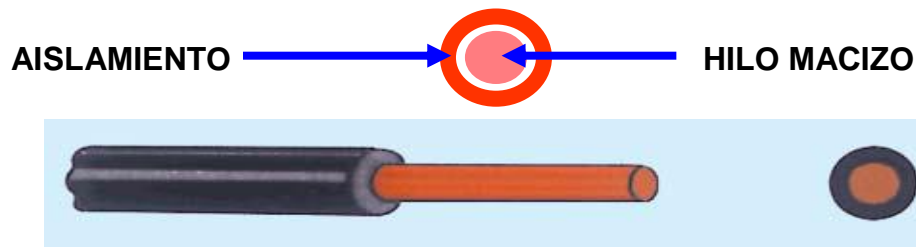


Figura No. 29. Alambre  
Fuente: [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

### 2.7.2. Características de los conductores.

Según NB 777. El tipo de conductor a utilizarse preferentemente será el designado como conductor enhebrado (formado por varios alambres de sección menor comúnmente llamado cable). El uso de conductor designado como alambre, (sección circular sólida única será de uso alternativo). (Roldan Viloría, 1982)



### 2.7.3. Código de colores para conductores

<b>Conductor</b>	<b>Designación</b>	<b>Color</b>
Fase 1	(R), (A), (L1)	Azul
Fase 2	(S), (B), (L2)	Negro
Fase 3	(T), (C), (L3)	Rojo
Neutro	(N)	Blanco o celeste
Protección	PE *	Verde y amarillo; o verde

También la Norma NB 777, recomienda que, ante la ausencia de conductores de color negro, rojo, y azul se podrán utilizar colores distintos al blanco, celeste, verde y verde – amarillo, en estos casos de deben identificar unívocamente cada conductor en los dos extremos de cada tramo, mediante cintas con colores normalizados, o sus denominaciones, anillos, u otro método de identificación indeleble en el tiempo. ([www.siemens.com](http://www.siemens.com))

## CAPITULO III

### ESTUDIO TECNICO DEL PROYECTO

#### 3.1. DESARROLLO DEL PROYECTO.

El esquema del presente trabajo, inicia en un sistema básico de abastecimiento de agua potable, incluye la infraestructura necesaria para captar agua desde la fuente de red que reúne condiciones aceptables, luego distribuirla con una presión adecuada y una calidad aceptable, desde la fuente de suministro (tanque de concreto ) hasta los consumidores en forma regular (pacientes y personal del lugar ), que se distribuirá a los diferentes ambientes con las que cuenta el Policlínico como ser: consultorios ,laboratorios ,central de Equipos ,fisioterapia, lavandería, baños.

Para tal efecto se empleará los siguientes elementos:

##### 3.1.1. Tanque bajo.

Se instalará un tanque bajo de la marca CAMPEON de 10000 litros.



Figura No. 30. Tanque bajo

Fuente: <https://search?biw=tanque+de+agua+campeon+10>

### 3.1.2. Tanque Alto.

Actualmente se tiene instalado el tanque alto de concreto que tiene una capacidad de 9000 litros, a una altura de 16 metros.

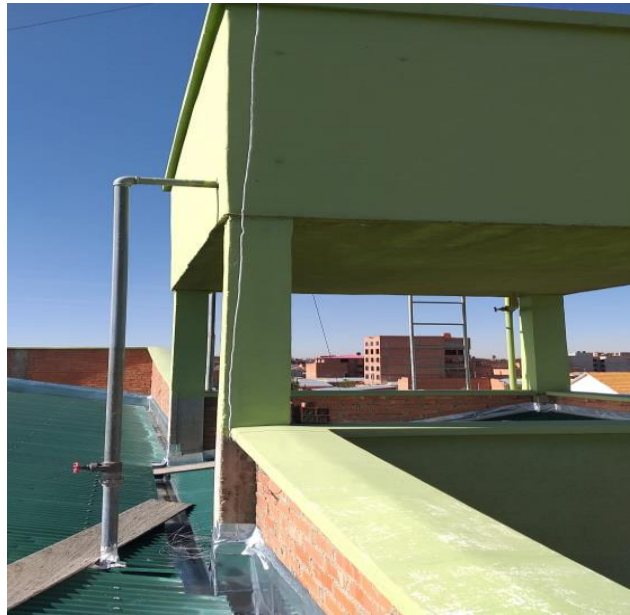


Figura No. 31. Tanque alto  
Fuente: Fotografía Propia

### 3.2. SELECCIÓN DE LA BOMBA

Se selecciona una bomba centrífuga CPM 200 SHIMGE de las siguientes características técnicas:

- Altura 42 m
- Caudal 66 litros/ min
- Diámetro de descarga 1”
- Altura succión máxima 6m
- Potencia 3 HP
- Temperatura del fluido hasta + 40 °C
- Tipo de motor Monofásico 220 -240V
- Frecuencia 50Hz



Figura No. 32. Bomba SHIMGE 3HP  
Fuente: [www.shimge.com](http://www.shimge.com)

### 3.2.1. Flotador Eléctrico Marca VIYILANT

Control de nivel hermético Viyilant tipo boya, diseñado y fabricado en material polipropileno. El automático de tanque modelo TI, por sus características, es apto para uso en tanques de agua, aceites poco densos y líquidos no corrosivos. Viyilant garantiza la hermeticidad total del producto a través del proceso de reinyectado a presión y prueba de hermeticidad unitaria.

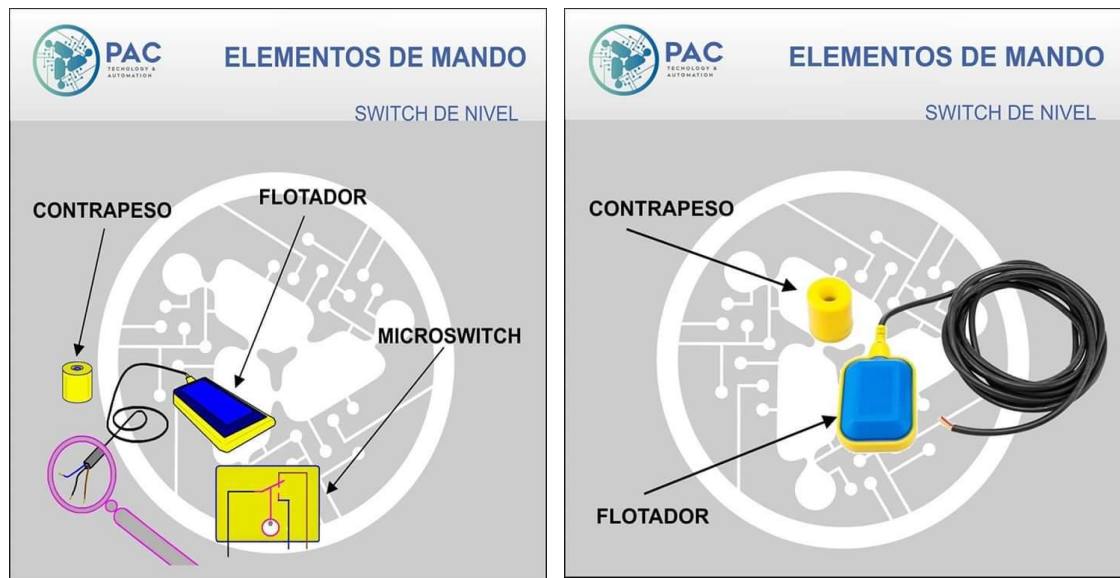


Figura No. 33. Flotador o switch de nivel  
Fuente: [www.blob.com/59ea627b-fe06](http://www.blob.com/59ea627b-fe06)



Figura No. 34. Vista interna del flotador  
Fuente: [www.blob.com/59ea627b-fe06](http://www.blob.com/59ea627b-fe06)

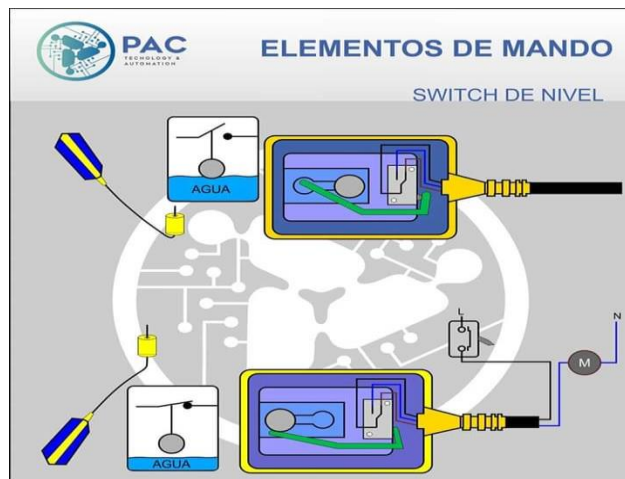


Figura No. 35. Flotador con vista interna en tanque  
Fuente: [www.blob.com/59ea627b-fe06](http://www.blob.com/59ea627b-fe06)

### 3.2.2. Características Técnicas

- Es de funcionamiento mecánico, dotado de un microswitch **de 16 amp.**
- La regulación del nivel de líquido se obtiene desplazando el contrapeso a través del cable y fijándolo a éste con la traba provista para tal fin.
- Diseñado especialmente para que la turbulencia del agua no afecte su funcionamiento.
- El mismo modelo es apto para tanque elevado o cisterna.
- **NO contiene MERCURIO.**
- **Temperatura de trabajo** de 0/60°C.
- **Grado de protección:** IP 68.

- **Características eléctricas del microswitch:** 16(4) a 250 V.
- **Ensayos:** Según norma IEC 60730-1 (08-2003) + IEC 60730-2-16 (08-2001).
- **Marcado:** CE.
- **Marcado:** Seguridad Eléctrica
- Apto para uso en Bombas de 1/2 HP 110/

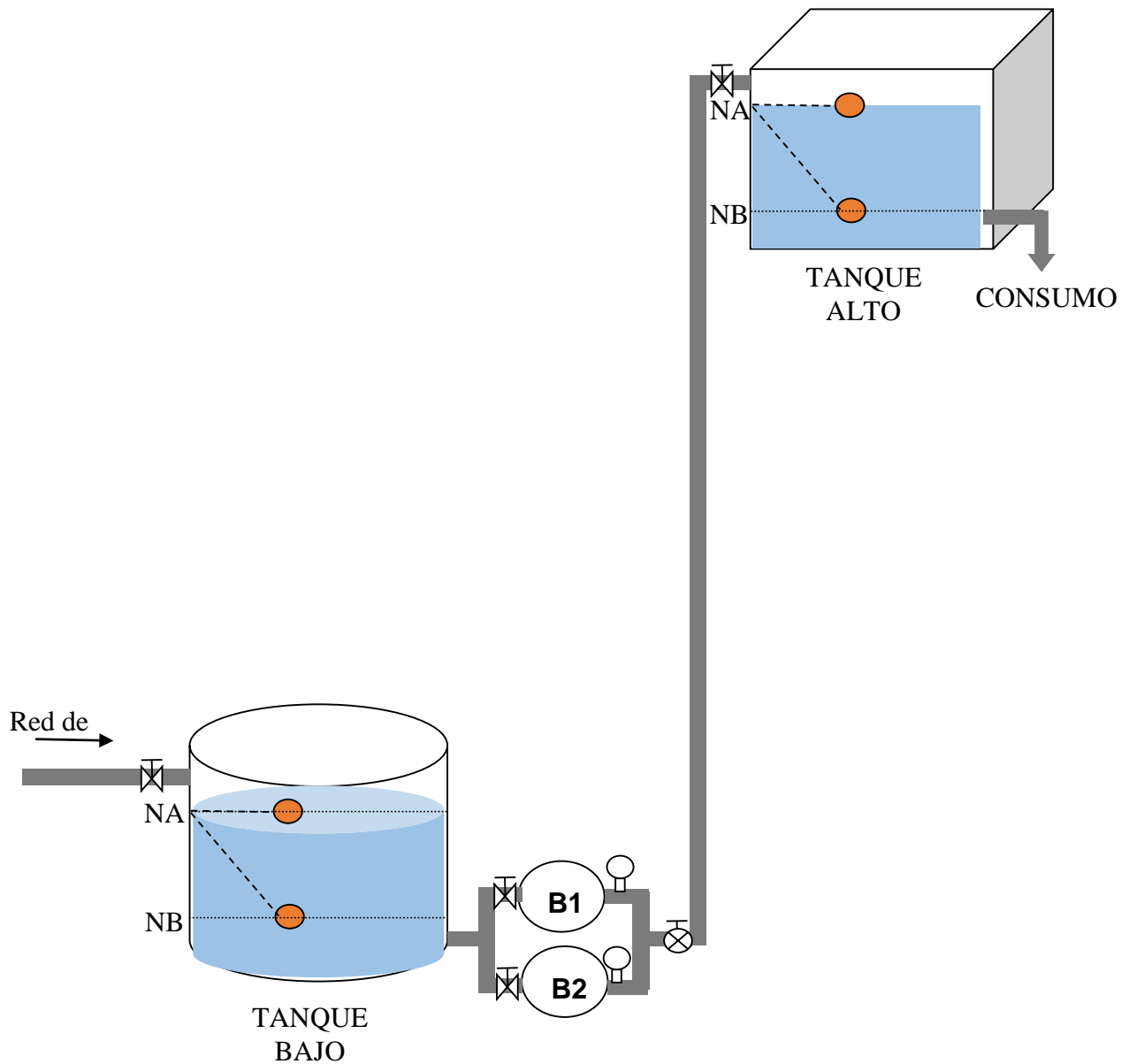


Figura No. 36. Esquema de instalación  
Fuente: Elaboración propia

DONDE:

NA Es nivel alto de agua

NB Es nivel bajo de agua

B1 Es la bomba 1

B2 Es la bomba 2

### **3.3. CONTROL CON EASY**

En este sistema automático de suministro de agua potable es realizado mediante la programación, usando un EASY: dispositivo electrónico programable modelo 512 AC-RC, como componente principal del diseño.

El EASY trabajara con un software, programando en el PC o en su caso se programa directamente gracias al display. El EASY cuenta con una pantalla y control de 8 entradas y 4 salidas, para encender las electrobombas y dos flotadores de agua ubicadas en cada tanque que llegan a ser los controles de mando.

Antes de iniciar el desarrollo del proyecto, se elabora el esquema general de funcionamiento o de instalación (fig.3.7), esquema de instalación planteado por el problema existente; la cual consiste en lo siguiente:

Se tiene un tanque bajo en el cual se almacena agua directamente de la red de EPSAS (Empresa Publica Social de Agua y Saneamiento), en este se encuentra el flotador 2 (FL2), que al encontrarse en Nivel Bajo (NB) del suministro ,indica al contacto 2 que se cierra el contacto 2 (K2) para energizarlo y dejar que funcione la bomba 2 (H2),hace su inicio de llenado del tanque bajo hasta un Nivel Alto ,donde inmediatamente se abre el contacto 2 (K2) para terminar con el trabajo y se encuentra a la espera de un nuevo aviso de NB ,que es el 50 % de contenido del suministro en el tanque bajo.

El tanque bajo se encuentra conectado por una tubería de succión, junto con un empalme de Unión Universal, se conecta a su vez con una Válvula Antiretorno (sheck) que a su vez está conectado con una Tee (T), luego con un Niple que va directamente a la bomba 1, conectado a la impulsión con otra válvula antiretorno, continúa siendo conectado por una

Llave de Paso o control, conectado con una Unión Universal que a su vez está conectado por un Codo, conectado con la tubería de impulsión. Por otro lado, de la conexión de la Tee tiene la misma conexión en paralelo, pero conectado a la bomba 2 conectado a su propia tubería de impulsión, que terminan ambos conectados en una T que finalmente termina en dirección al tanque alto.

### 3.3.1. Funcionamiento del diseño para llenado automático.

El diseño construido consta de dos partes: arranque de las bombas de agua con el panel de control, y los dos flotadores en cada tanque.

El circuito paralelo, tiene dos bombas centrifugas: en la Figura No. 37 se observa el de arriba (funciona como B1) y el de abajo (funciona como B2), ambos funcionan de forma alterna, es decir, primero trabaja B1 y luego B2 y está montado de tal manera que, al estar conectado a una fuente de 220 volts (ver esquema de fig. 3.8), cierra el circuito y permite que active el contactor y cierre el circuito general fluyendo la corriente en todo el circuito.

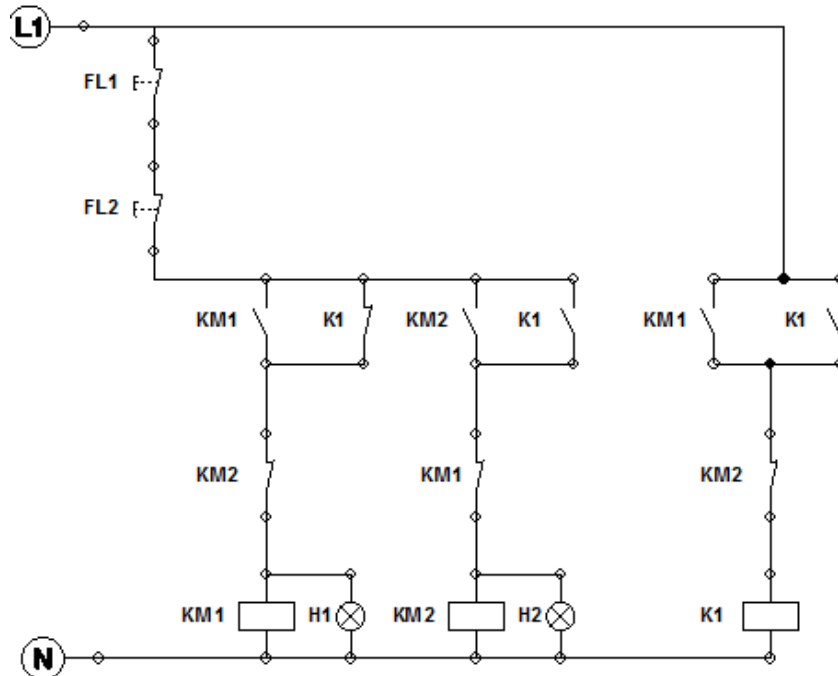


Figura No. 37. Esquema del circuito  
Fuente: Elaboración propia



## DONDE:

L1:	Línea principal que alimenta al circuito
N.	Línea Neutra
FL1:	Es el flotador 1 que se encuentra dentro del tanque alto
FL2:	Es el flotador 2 que se encuentra dentro del tanque bajo
K1:	Es el contactor 1 se encuentra en el tablero de control
K2:	Es el contactor 2 se encuentra en el tablero de control
KM1:	Es el Relé térmico 1 se encuentra en el tablero de control
KM2:	Es el Relé térmico 2 se encuentra en el tablero de control
H1:	Es la bomba 1
H2:	Es la bomba 2

El componente principal del diseño es el EASY, siendo el controlador del sistema que funciona como interruptores de corriente, cuando se cierra el circuito en I1 (fluye corriente en el Q1 a la compuerta del EASY), y está abierto el B1 (no fluye corriente en el B2), el circuito base o general está abierto (interrumpido), el sistema no funciona; pero al estar cerrado el circuito del B1 y cerrado el B2, hay circulación de corriente. Si fluye corriente en todo el circuito del sistema, y abrimos el I1, interrumpimos la corriente de la compuerta, pero el funcionamiento del sistema sigue (aunque se abra el B1, la bomba seguirá encendida), porque se mantiene circulando corriente al elemento de mando que llega a ser el flotador 1 (FL1); solo se interrumpirá totalmente cuando se abra el I2 (la bomba 1 se apagará).

Por otro lado, se tiene que si I2, su elemento controlador (FL2) indica que se encuentra en nivel bajo (NB) se cierra contactor 2 (Q2), inicia el funcionamiento del circuito donde hay circulación de corriente, por tanto, inicia el llenado, entonces la bomba 2 esta encendida hasta que, FL2 se encuentre en NA. se interrumpe el sistema cuando se abra I1, (la bomba 2 se apagará)

También el circuito puede llegar a ser manipulado de forma manual, cuando solo si es alimentado directamente la corriente a través de los conectores, siendo su medio de protección los relés térmicos para cada bomba. Puesto que en este caso actuaran como: Relé 1 (RL 1) será identificado como I3, que trabajara para la bomba 1 y el Relé 2 (RL2) como I4 que será dependiente de la bomba 2.

### 3.4. DIAGRAMA ELECTRICO

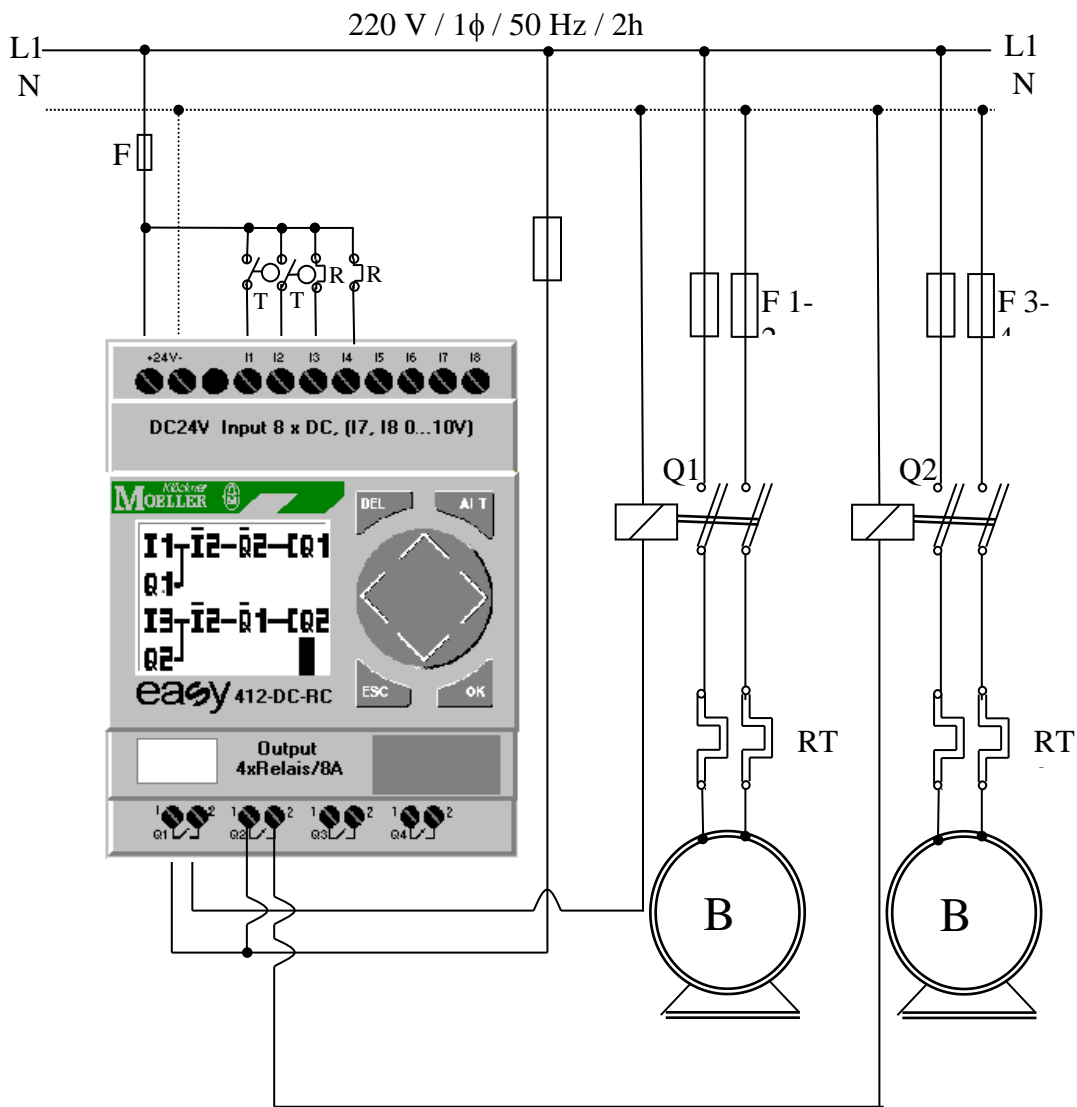


Figura No. 38. Esquema del circuito en conexión al EASY  
Fuente: Elaboración propia

Donde:

I1	FLOTADOR TANQUE ALTO
I2	FLOTADOR TANQUE BAJO
I3	RELE TERMICO BOMBA 1
I4	RELE TERMICO BOMBA 2
Q1	SALIDA A CONTACTOR BOMBA 1
Q2	SALIDA A CONTACTOR BOMBA 2

Figura No. 39. Esquema del circuito en conexión al EASY  
Fuente: Elaboración propia

### 3.5. EASY SOFTWARE

Este software EASY SOFT de Eaton será utilizado para programar en la pantalla EASY de forma directa. El software proporciona la entrada y edición de diagramas de circuito, que se pueden visualizar en el formato deseado. Que permitirá ver y probar un diagrama de circuito al ser programando y definirá parámetros en las salidas de los contactores y los relés inteligentes. Para este proyecto se diseñó de la siguiente manera:

Donde:

De forma imaginaria se almacenará los datos en la memoria interna del Easy que es enviado por los controladores I1 e I2 siendo las entradas, obteniendo para sus salidas en Q1 Y Q2 siendo salidas hacia las bombas. (www.easysoft.com.mx)

M1 MEMORIA 1  
M2 MEMORIA 2  
M3 MEMORIA 3

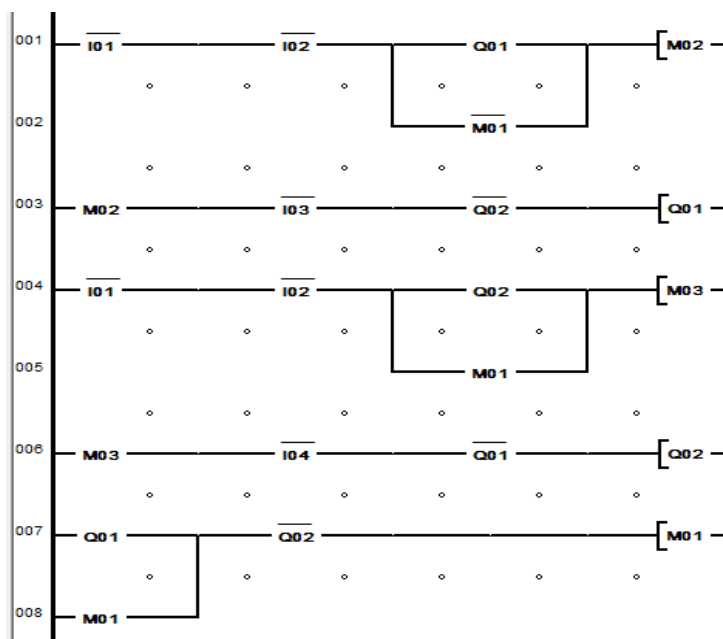


Figura No. 40 Esquema mediante easy  
Fuente: Elaboración propia

### 3.6. ACCESORIOS.

Se usará para la conducción del suministro por las dimensiones y distancias del lugar conexiones de tubería rígida por la norma NB 213-00 Tuberías plásticas – Tuberías de policloruro de vinilo (PVC-U) no plastificado para conducción de agua potable de IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad)<sup>ii</sup> por ser la más aceptada en Bolivia a para el roscado de tuberías, conexiones y válvulas.

Para tal efecto se usarán los siguientes componentes.

- Tubos PVC plasmar 1”
- Codos de 90° PVC 1”
- Unión tipo T de 1”
- Válvula antiretorno (sheck)
- Válvula de paso
- Manómetro de dial
- Acoples
- Tapones
- Cinta teflón

Iniciamos con la conexión de la tubería de succión e impulsión, conducto que cumplirá la función de transportar agua del tanque bajo al tanque alto.



Figura No. 41. Tubo PVC y Unión Universal  
Fuente: [www.tigre.bo.com](http://www.tigre.bo.com)

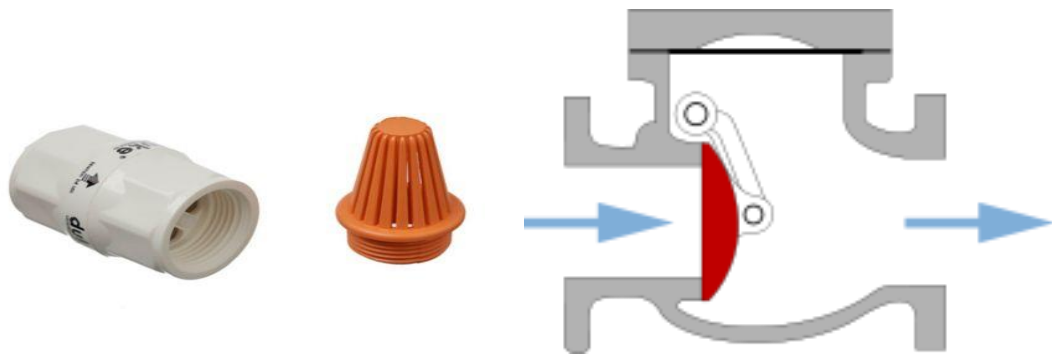


Figura No. 42. Válvula Antiretorno (check)  
 Fuente: [www.tigre.bo.com](http://www.tigre.bo.com)

### 3.6.1. Válvulas de retención.

Se utilizará para evitar la inversión del flujo de agua en el conducto. Cuando está abierto y bajo la presión del flujo, el mecanismo de retención se mueve libremente por los medios, y ofrece muy poca resistencia y una caída mínima de presión

### 3.6.2. Tee 90 c/Rosc



Figura No. 43. Tee 90 c/Rosc  
 Fuente: [www.tigre.bo.com](http://www.tigre.bo.com)

Utilizará para desviar en 90° el flujo o caudal alimentando hacia las bombas 1 y 2. Conservando su medida original.



Figura No. 44. Unión Tee y Niples

Fuente: [www.tigre.bo.com](http://www.tigre.bo.com)

### 3.6.3. Niple:

Unirá con terminación de una Unión Universal, para su fácil extracción en caso de averías de la cualquiera de las bombas.

### 3.6.4. Codo:

Cambiará la dirección del suministro, con un ángulo específico de 90°.



Figura No. 45. Codo y Válvula de paso

Fuente: [www.tigre.bo.com](http://www.tigre.bo.com)

### 3.6.5. Válvulas de Paso

Se usarán estos dispositivos importantes para la instalación de agua, para que, controlen el flujo y la presión de este sistema ([www.tigre.bo.com](http://www.tigre.bo.com))

### 3.7. COSTOS Y PRESUPUESTOS.

Se establecerá al conjunto de erogaciones destinadas a la creación de este diseño de sistema de control automático de bombeo de agua para el Policlínico de Villa Adela. Asimismo, incluye todos los gastos referentes a la investigación y posterior experimentación o implementación

#### 3.7.1. Material Eléctrico

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL(BS)
Bomba centrifuga 3HP, marca SHIMGE	Pza	2	3500	7000
interruptor termomagnético EATON 3P- 4A	Pza	2	358,2	716,4
Contactador de potencia 4Kw, 220V	Pza	2	127,5	255
Relé térmico reg. 2.4-4 A	Pza	2	290	580
Cable flexible 14 AWG	Pza	50	5	250
Módulo EASY 512-AC-RC	Pza	1	2125,8	2125,8
Interruptor termomagnético EATON 1P- 2A	Pza	1	95,8	95,8
Flotador eléctrico VIYILANT	Pza	2	120	240
Cable flexible 18 AWG	Pza	40	1,5	60
Riel DIN 35mm	Pza	1	123	123
Borneras para riel DIN	Pza	40	7,6	304
Caja metálica 38x38x21 cm	Pza	1	1101,2	1101,2
Pilotos de señalización verde	Pza	2	86,3	172,6
Pilotos de señalización rojo	Pza	1	80,71	80,71
Conmutador de 3 posiciones	Pza	1	210	210
				<b>Bs.13314,50</b>

### 3.7.2. Accesorios

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Tubos PVC plasmar 1"	Pza	10	80	800
2	Codos de 90° PVC 1"	Pza	5	8	40
3	Unión tipo T de 1"	Pza	4	7	28
4	Válvula antiretorno (sheck)	Pza	2	35	70
5	Válvula de paso	Pza	2	55	110
6	Manómetro de dial	Pza	2	50	100
7	Acoples	Pza	6	5	30
8	Tapones	Pza	4	5	20
9	Cinta teflón	Pza	10	5	50
					<b>1248</b>

### 3.7.3. Mano de Obra

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Electrónico	día	4	250	1000
2	Plomero	día	4	200	800
3	Ayudante	día	4	120	480
					<b>2280</b>

**COSTO TOTAL: 16842.50**

**Son: diez y seis mil ochocientos cuarenta y dos 50/100 bolivianos**



## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1. CONCLUSIONES DEL PROYECTO**

En el Policlínico Villa Adela, la distribución del suministro de agua a los diferentes ambientes es deficiente, debido a que no cuenta con un sistema de bombeo automático.

La implementación de un sistema de bombeo para suministrar agua a todos los sectores del Policlínico, es una adecuada y económica solución al problema, debido a que dicha optimización garantizará la continuidad del suministro.

#### **6.2. RECOMENDACIONES**

Es importante que la instalación sea en un lugar con buena alineación, sin humedad, que se encuentre lo más cerca posible al tanque bajo y con todas las comodidades necesarias para realizar un buen mantenimiento

También se recomienda que todo el sistema de control se encuentre en un ambiente protegido de los cambios climáticos y bajo llave con el fin de evitar la manipulación directa de la programación.

En base a la implementación de este proyecto se recomienda tomar en cuenta todas las formas de instalación del sistema de bombeo por personal de conocimiento en esta área.

Y sobre todo concientizar mediante charlas a los usuarios y personal del lugar del policlínico al cuidado y ahorro del agua.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

(s.f.). Obtenido de [www.siemens.com](http://www.siemens.com).

(s.f.). Obtenido de [www.easysoft.com.mx](http://www.easysoft.com.mx).

(s.f.). Obtenido de [www.tigre.bo.com](http://www.tigre.bo.com).

(s.f.). Obtenido de [www.cns.gob.bo](http://www.cns.gob.bo): <https://www.cns.gob.bo/>

(2014). Obtenido de [www.demaquinasyherramientas.com](http://www.demaquinasyherramientas.com):  
<https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/bombas-de-agua-funcionamiento>

(2016). Obtenido de [aguaecosocial.com](http://aguaecosocial.com): <https://aguaecosocial.com/>

(20 de Octubre de 2016). Recuperado el 19 de Marzo de 2019, de [ingemecanica.com](http://ingemecanica.com):  
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn206.html>

(2018). Obtenido de [www.demaquinasyherramientas.com](http://www.demaquinasyherramientas.com):  
<https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/bombas-de-agua-funcionamiento>

Bonnafous , E. (1968). *Motores Electricos Reparación y Bobinados* (3ra. Edición ed.). Barcelona España: Gustavo Gili S.A.

Cerda Filiu, L. M. (2017). *Electricidad y Automatismos Eléctricos*. Madrid España: Paraninfo.

D`addario, M. (2016). *Manual de Instalaciones eléctricas y automatismos*. Madrid: Createspace Independent.

*Manual Básico EASY 412-DC-R...* (1998).

Roldan Viloría, J. (1982). *Electricidad Industrial*. Madrid - España: Thomson Paraninfo S.A.

Rosenberg, R. (1970). *Reparación de Motores eléctricos*. Barcelona: Gustavo Gili S.A.

Sampieri Hernández, R., Fernandez , C., & Baptista, P. (1999). *Metodología de la Investigación* . Mexico: McGraw-Hill.

# **ANEXOS**



**UNIDAD DE ANALISIS POLICLINICO DE VILLA ADELA VISTA FRONTAL**



**TANQUE DE AGUA DEL POLICLINICO DE VILLA ADELA**



**VISTA DE LA TAPA DEL TANQUE DE AGUA**



**VISTA INTERNA DEL TANQUE**



CAJA NACIONAL DE SALUD  
OFICINA CENTRAL: LA PAZ (BOLIVIA) - APARTADO 9572 - www.cns.gob.bo - "CASEGURAL"

Form. OeM - 1

REPARTICION:

CITE N°



CITE: 545/2016

La Paz, 29 de septiembre de 2016.

Señor

Esteban Contreras Espinoza  
Administrador Cimfa Villa Adela

Presente.-

Ref. CURSOGRAMA DE DOCUMENTOS N° 984 DE 22/09/2016 Y CITE PVA-ADM-N-0375/2016 DE FECHA 22/09/2016 - SOLICITUD DE PLANO OFICIAL CIMFA VILLA ADELA.

Sr. Contreras:

De acuerdo a CURSOGRAMA DE DOCUMENTOS N° 984 DE 22/09/2016 y CITE PVA-ADM-N-0375/2016 DE FECHA 22/09/2016, de acuerdo a su solicitud se envían los PLANOS ARQUITECTONICOS de acuerdo al siguiente detalle:

- ✓ PLANO PLANTA BAJA ESCALA 1:250
- ✓ PLANO PLANTA ALTO ESCALA 1:250
- ✓ PLANO ELEVACION NOR ESTE ESCALA 1:250
- ✓ PLANO ELEVACION NOR OESTE ESCALA 1:250
- ✓ PLANO DE SITIO

Con este motivo, saludamos a Ud.

ATENTAMENTE:

Arq. Vania Taborga Chávez  
Fiscal de C'bras

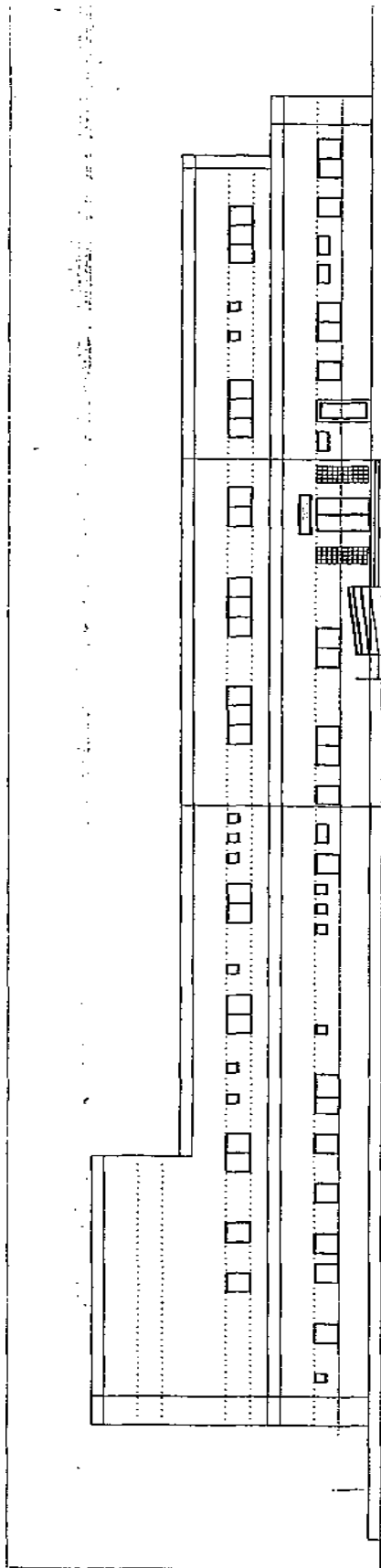
V°B° Ing. Mirko Darío Parada Guiteras  
Jefe a.i. Infraestructura  
Regional La Paz

Se adjunta lo indicado  
Cc: Arch/Cron/Priv/

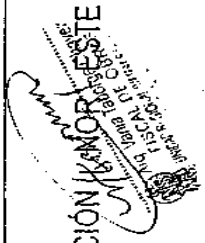








CIMFA VILLA ADELA  
 ESC. 1:150 ELEVACIÓN V NOR OESTE



 Infraestructura Regional La Paz	PLANO ARQUITECTONICO - CIMFA VILLA ADELA	Fecha : Septiembre 2016	3 / 5
	ELEVACION NOR OESTE	ARQUITECTURA: <i>Arg. Nancy Taborga Chavez</i>	Esc. 1:250

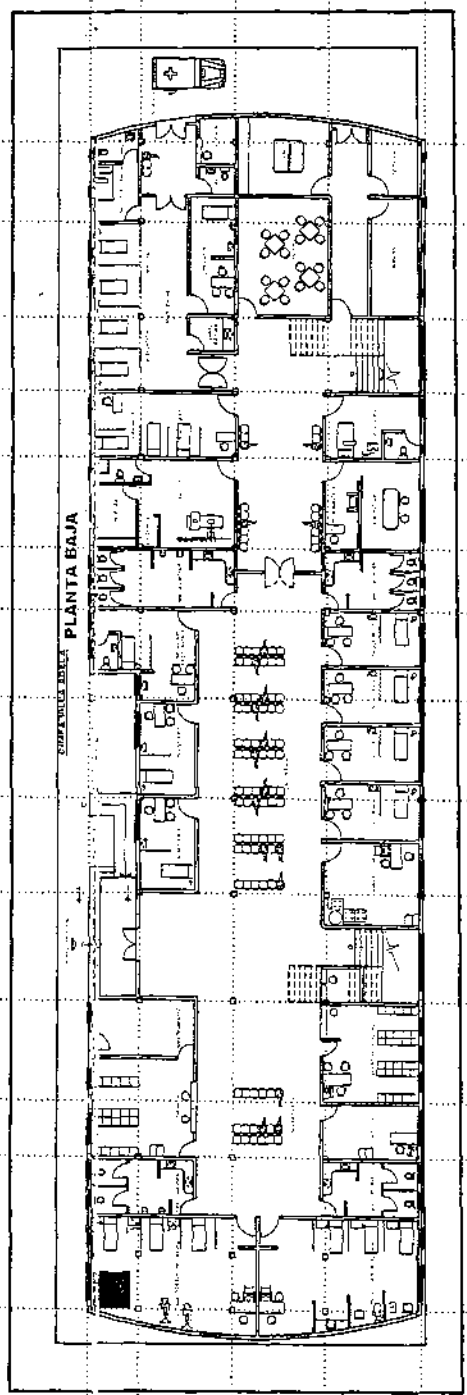




AREA DE EQUIPAMIENTO

# PLANO DE SITIO

CALLE

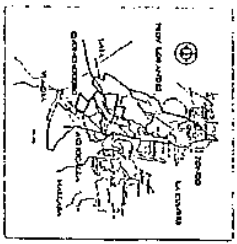


INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 S. R. L.  
 C.A. INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 S. R. L.  
 ZONA D-5 BOGOTÁ, BOGOTÁ, D.C.

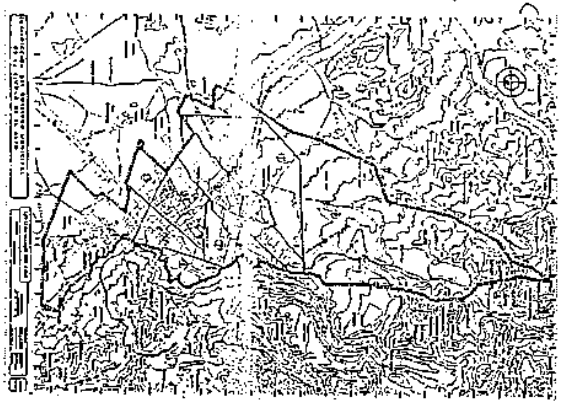
 INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTURA	DIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTURA	DIRECCIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTURA	DIRECCIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTURA	DIRECCIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTURA	DIRECCIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTURA
	DIRECCIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTURA	DIRECCIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTURA	DIRECCIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTURA	DIRECCIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTURA	DIRECCIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTURA



PLANIMETRIA GENERAL



PLANO CIUDAD DE EL ALTO  
UBICACION DISTRITO 3



DISTRITO  
MUNICIPAL 3



ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA  
GOBIERNO MUNICIPAL DE EL ALTO

DISTRITO MUNICIPAL Nº 3

DIRECCION DE PROYECTOS

RESPONSABLE DE PROYECTOS D - 3  
ARQ. JUAN CARLOS ROJAS QUISEPÉ



**CAJA NACIONAL DE SALUD  
VIGENCIA DE DERECHOS  
CIMFA VILLA ADELA**

RESUMEN		ESTADISTICO		JUNIO		2019	
CONS.	ASEGURADOS	ESPOSAS		HIJOS	PADRES		TOTAL
		CONVIVIENTES			HERMANOS		
1	4614	1796		4008	37		10455
2	2871	1104		2381	24		6380
3	3176	1694		3957	13		8840
4	2989	1457		3698	37		8181
5	4086	1796		3750	32		9664
6	2081	1114		2278	23		5496
7	3275	1286		2517	23		7101
8	2540	992		2062	24		5618
9	2705	1290		1936	25		5956
10	2729	1218		1856	18		5821
11							
12							
<b>TOTAL</b>	<b>31066</b>	<b>13747</b>		<b>28443</b>	<b>256</b>		<b>73512</b>

Alfredo Condorcet Rojas  
ENC. VIGENCIA DE DERECHOS  
C. M. A. VILLA ADELA  
C. N. S.

---