

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica



Diseño del Sistema Eléctrico y Proyecto de
Instalaciones Eléctricas para las Electrobombas
de la Ciudad Satélite Santa Rosa - Callao

TESIS

Para optar el Título Profesional de
INGENIERO ELECTRICISTA

Carlos Olimpio Jara Depaz

Promoción 1983 - I

Lima - Perú
1987

Dedico con mucho cariño el presente
trabajo a mi padres: David Jara Ló-
pez, María Isabel Depaz y Hermanos.

I N D I C E

	PAG.
INTRODUCCION	6
CAPITULO I	
MEMORIA DESCRIPTIVA	8
1.1	Generalidades 8
1.2	Alcances del Proyecto 8
1.3	Descripción del Proyecto 9
1.3.1	Suministro de Energía Eléctrica 10
1.3.2	Sub-Sistema de Distribución Secundaria del Cable Alimentador de la Electrobomba. 11
1.3.3	Equipo de Bombeo 11
1.3.3.1	Accesorios para la descarga 11
1.3.3.2	Equipo de Clorinador 12
1.3.4	Motor Eléctrico 13
1.3.4.1	Motor Eléctrico para la Electrobomba 13
1.3.4.2	Motor para la Bomba Pooster del Clorinador 13
1.3.5	Tableros 14
1.3.5.1	Tablero General 14
1.3.5.2	Sub-Tablero de Alumbrado 16
1.3.5.3	Tablero de Control y Señalización 17
1.3.6	Circuito de Fuerza y Control 18
1.3.7	Conexiones 18
1.3.8	Cables Alimentadores 19
1.3.8.1	Cable Alimentador al Motor de la Bomba 19
1.3.8.2	Cable Alimentador al Motor de la Bomba Pooster e Iluminación de la Caseta 19
1.3.8.3	Cable Alimentador para las Casetas de Bombeo. 20
1.3.9	Normas 20
1.3.10	Planos 21

CAPITULO II

SELECCION DEL MOTOR PROTOTIPO PARA LAS ELECTROBOMBAS DE LOS POZOS Y CALCULO DE ALIMENTADORES		23
2.1	Selección del Motor Prototipo para las Electrobombas.	23
2.1.1	Factores para la Selección del Motor Eléctrico.	23
2.1.2	Motor de la Bomba Booster del Clorinador.	26
2.2	Bases de Cálculo Eléctrico .	26
2.2.1	Potencia Instalada, Máxima Demanda y Factor de Potencia.	28
2.2.2	Cálculo de los Circuitos Alimentadores.	28
2.2.2.1	Cable Alimentador Principal.	28
2.2.2.2	Alimentador del Motor de la Bomba Booster e Ilumina ción de la Caseta.	32
2.2.2.3	Alimentador del Motor de la Bomba.	32

CAPITULO III

SISTEMA DE ARRANQUE Y PROTECCION		33
3.1	Selección de Control y mando de lo Motores.	33
3.2	Protección de las Instalaciones	35
3.2.1	Selección de los Dispositivos de Protección	35
3.2.2	Fenómenos Anormales de la Instalación	36
3.2.3	Dispositivos de Protección	37
3.3	Arranque de los Motores	39
3.3.1	Arranque por Autotransformador	40
3.3.2	Explicación del Arranque por Autotransformador	41
3.4	Diseño del Tablero General	43
3.4.1	Cálculo de la Corriente de Cortocuito	43
3.4.2	Selección de Arranque por Autotransformador	47

CAPITULO IV

DISEÑO DEL CONTROL AUTOMATICO DE LAS ELECTROBOMBAS 51

4.1	Introducción	51
4.2	Descripción del Proyecto de Automatización	51
4.2.1	Proyecto Complementario de Agua Potable	52
4.2.2	Sistema de Control a Emplearse	52
4.3	Conducción Eléctrica en Suelos	53
4.3.1	Pozos de Tierra para el Sistema de Control	55
4.3.2	Explicación del Funcionamiento de los pozos de Tierra Utilizados para el Retorno de la Señal de Control Automático.	55
4.4.	Descripción del Sistema de Bombeo desde los - Pozos P-1, P-2 y P-3 a los Reservorios R-1 y R-2	56
4.4.1	Programación del Sistema	56
4.4.2	Secuencia de Operación	56

CAPITULO V

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 60

5.1	Generalidades	60
5.2	Cálculo de los Pozos de Tierra	63

CAPITULO VI

ESPECIFICACIONES TECNICAS 65

6.1	Sub-Sistema de Distribución Secundaria y Conexiones	65
-----	---	----

6.1.1	Cables	65
6.1.2	Zanjas	65
6.1.3	Cruzadas	66
6.1.4	Conexiones	66
6.1.4.1	Protección de Cable de Acometida	66
6.1.4.2	Cables	66
6.1.4.3	Cajas	67
6.2	Cseta de Bombeo	68
6.2.1	Cables	68
6.2.2	Tablero de Fuerza y Control	70
6.2.3	Sub-Tablero de Distribución de Alumbrado	79
6.2.4	Motores Eléctricos	82
6.3	Sistema de Control Automático	83
6.3.1	Cable Tipo NYY	83
6.3.2	Zanjas	84
6.3.3	Conductos Tipo Tw	85
6.3.4	Cruzadas	85
6.3.5	Conductos	86
6.3.6	Cajas	86
6.3.7	Cabezal Portaelectrodos	86
6.3.8	Electrodos	87
6.3.9	Tablero de Control y Señalización (T.C.S.)	87
6.4	Puesta a Tierra.	88

CAPITULO VII

	METRADO Y PRESUPUESTO	90
7.1	Metrado y Presupuesto	92
7.2	Análisis de Precios Unitarios	101
7.3	Fórmula Polinómica	117
	Observaciones	119
	Bibliografía	123
	Relación de Planos	

INTRODUCCION

El objetivo del presente trabajo es diseñar las instalaciones eléctricas de las tres electrobombas que se construirán en la ciudad Satélite "Santa Rosa" - Callao.

La importancia del Proyecto radica en el estudio detallado de todo el sistema eléctrico de una electrobomba o conjunto de electrobombas que pueden funcionar de acuerdo a una secuencia programada. Se ha hecho énfasis especialmente en el sistema de control automático, que nos permite simplificar el servicio, eleva la confiabilidad para que el abastecimiento de agua en la ciudad sea permanente, además nos permite aplicar el mando a distancia, debido a que los motores se encuentran muy separados una de otra.

Existen dos sistemas de mando:

- Los sistemas de ciclo abierto (Sistemas de Circuito abierto), se distinguen por la particularidad de que la variación de las acciones perturbadoras, conduce al cambio del régimen de trabajo previamente establecido para el accionamiento.
- Los sistemas de ciclo cerrado (Sistemas de Circuito Abierto), que son los propiamente circuitos automáticos, es posible independientemente de las acciones perturbadoras, mantener el régimen de trabajo pre-establecido en la programación para las electrobombas.

Esto se consigue utilizando los electrodos para el control de niveles que accionan los relés en el tablero de control y señalización.

Para una mejor efectividad en éste sistema se utiliza la tierra como conductor de retorno entre el Tablero General y el Tablero de Control y Señalización.

El control de la protección y mando de los motores estarán ubicados en las casetas de bombeo.

Deseo agradecer a todos los Ingenieros que de uno u otro modo me brindaron su apoyo para la realización del presente trabajo. Omito mencionar sus nombres por temor a olvidarme de ellos.

Finalmente quiero agradecer a mis padres y hermanos por la ayuda y aliento que me brindaron, sin la cual no hubiera sido posible concluir el presente trabajo.

CAPITULO I

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 GENERALIDADES

El presente trabajo corresponde al proyecto de obras complementarias del Conjunto Habitacional Ciudad Satélite "Santa Rosa" ubicada en el ex-fundo Bocanegra, cercana al Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez", en la Provincia Constitucional del Callao. Comprende el servicio de energía eléctrica para las tres electrobombas de pozo tubular de agua.

Se plantea abastecer de agua potable a la citada ciudad con aproximadamente 20,000 habitantes. Al ver que la red pública que tiene instalado SEDAPAL, no es suficiente para abastecer de agua a ésta ciudad se plantea la posibilidad de la perforación de pozos profundos. Después de realizado los estudios hidrológicos de la zona, da como resultado la ubicación de dichos pozos y de los reservorios elevados que abastecerán al consumo de agua de la ciudad Satélite "Santa Rosa".

1.2 ALCANCES DEL PROYECTO

El presente proyecto comprende:

- a. La selección del motor prototipo para las tres electrobombas.
- b. Selección de los sistemas de arranque y protección.
- c. Características de suministros.
- d. Cálculo de alimentadores
- e. Diseño del control automático de las electrobombas mediante el sistema de red cerrada o ciclo cerrado.
- f. Sistemas de puesta a tierra.

Estas tres electrobombas dotarán de agua potable a la ciudad Satélite "Santa Rosa", constituida por edificios multifamiliares, viviendas unifamiliares etc. de acuerdo a la siguiente relación.

- 64 edificios tipo A y AI con un total de 1,024 Departamentos (16 Departamentos por edificio)
- 72 edificios tipo B y BI con un total de 864 Departamentos (12 Departamentos por edificio)
- 16 edificios tipo CI y CI-I con un total de 288 Departamentos (18 Departamentos por edificio)
- 24 edificios tipo C2 y C2-I con un total de 192 Departamentos (8 Departamentos por edificio)
- 24 edificios tipo C3 y C3-I con un total de 192 Departamentos (8 Departamentos por edificio)
- 8 edificios tipo D y DI con un total de 96 Departamentos (12 Departamentos por edificio)
- 280 tiendas, ubicadas en cada uno de los edificios tipo CI, CI-I, C2 ,C2-I, C3-I, D y DI (ubicadas en la alameda sur y norte).
- 40 tiendas ubicadas en la Mz. A y C
- 1348 Departamentos repartidos en la Mz. "A,B" y C" en 86 edificios
- 63 lotes para viviendas unifamiliares.
- 56 viviendas unifamiliares
- 1 equipamiento comunal
- 7 centros de educación inicial y 1 colegio
- 1 Parroquia
- 1 Centro Comercial

1.3 DESCRIPCION DEL PROYECTO

Para comprender el proyecto eléctrico pasaré a describir el mecanismo de abastecimiento de agua potable para el consumo del conjunto habitacional "Ciudad Satélite "Santa Rosa".

El abastecimiento se realiza desde tres pozos denominados P-1, P-2 y P-3, de captación de aguas subterráneas, cuyas ubicaciones han sido determinadas mediante el estudio hidrológico de la zona (ver plano N° IE - 01)

Desde estos tres pozos se alimenta a través de la línea de impulsión, hasta los dos reservorios elevados de 1500 m³ de capacidad cada uno, del tipo CABECERA, tal como se especifican en los planos.

Las tuberías de impulsión serán de 10", 12" y 14" de asbesto-cemento tipo mazza, clase A-10.

1.3.1 SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

La alimentación de las casetas de bombeo se han previsto desde una sub-estación de superficie (S.S.) proyectada en un área de 5 X 7.5 m. y dos sub-estaciones del tipo compacto pedestal (S.C.P.) proyectado en un área de 3 x 3 m. que a continuación se detallan:

- | | |
|-------------|--|
| S.S. 2048 | Proyectada frente la caseta de bombeo N° 2 en la esquina entre la Av. Pacasmayo y la calle Capulíes. |
| S.C.P. 8862 | Proyectada al costado de la caseta de bombeo N° 1 en la Av. Pacasmayo. |
| S.C.P. 8891 | Proyectada al costado de la caseta de bombeo N° 3 de la Av. Pacasmayo, ubicada en la Cooperativa Albino Herrera. |

1.3.2 SUB-SISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIA DEL CABLE ALIMENTADOR DE LA ELECTROBOMBA.

La red de alimentación en los tres casos (electrobombas N°1, 2 y 3) se ha proyectado para canalización subterránea trifásica de 3 conductores, para una tensión nominal de 220 v; 60 ciclos/seg.

1.3.3 EQUIPO DE BOMBEO

El equipo de bombeo así como los accesorios del "árbol de la bomba" dentro de las casetas respectivas, para los tres pozos profundos perforados en la ciudad Satélite "Santa Rosa", para la captación de aguas subterráneas, tiene las siguientes características.

- Canastilla de succión de 3"
- Tubo de succión de 8" x 10"
- Cuerpo de la bomba marca FEERLES 7 - 12 MB.
- 230' de columna exterior de 8" Sch. 40
- Columna interior
 - a) 230' eje de 1¹/₂" x 10' con cople, calidad C 1045
 - b) 230' funda de 2¹/₂" x 10' con bronce Sch 80
 - c) 5 separadores de jebe
- Linterna de descarga de 8" x 8" x 16¹/₂"

1.3.3.1 Accesorios para la Descarga

De acuerdo al diseño el árbol de la bomba tendrá los siguientes accesorios:

- Válvula de purga de aire de 2" ϕ
- Válvula Chech de cierre lento, marca Muesco de 8",

- tipo diafragma, clase 150 con bridas.
- Válvulas de compuerta de 4", 6" y 8" con bridas 150 libras.
 - Unión dresser de 8" ϕ
 - Medidor de caudal de 8", marca Sparline, con indicador en litros por segundo y totalizador en metros cúbicos, 150 libras.
 - 2 manómetros de 0-160 libras, con esfera de 3¹/₂".
 - Codos de 4", 6" y 10" x 90°, con bridas 150 libras.
 - "T" 8" x 6" con bridas 150 libras
 - " " 8" x 4" con bridas 150 libras
 - " " 6" x 4" con bridas 150 libras
 - Reducción de 10" a 8" con bridas 150 libras.
 - Válvula de alivio Muesco de 4" tipo diafragma clase 125.

1.3.3.2 EQUIPO DE CLORINADORES

Compuesto de lo siguiente:

- 1 clorador marca Badger, modelo T-410, para montarse encima del balón de gas incluyendo.
 - 1 comparador clorimétrico
 - 3 cilindros de cloro llenos
 - 1 balanza tipo plataforma de 500 kgs.
 - 1 máscara de cloro gas
 - 1 juego de guantes.
- 1 bomba BOOSTER de 2.4 H.P. de una capacidad de 10 galones por minuto y una presión de descarga de -- 110 libras.

Todo este equipo de bombeo levanta aproximadamente 1030 galones por minuto (65 Lit/seg), contra una altura total aproximada de 493 pies (152 mt.) andando a 1760 R.P.M. y requiere aproximadamente 166 H.P.

Cada uno de los pozos contendrá el mismo equipo ya

que las características son similares. Por lo tanto los equipos mencionados son para cada uno de los tres pozos.

1.3.4 MOTOR ELECTRICO

1.3.4.1 Motor Eléctrico para la Electrobomba

Los motores eléctricos que accionarán a cada una de las tres bombas, serán eléctricas, asíncronos trifásicos, verticales, y la tensión será de 220 V por estar normalizadas por Electrolima y Sedapal, 60Hz con rotor jaula de ardilla de 1765 R.P.M el arranque será por autotransformador.

1.3.4.2 Motor para la Bomba Booster del Clorinador

Para la purificación de las aguas, captadas del subsuelo se utiliza solución de cloro. El sistema consiste de un inyector de gas cloro accionado por agua, y de un control que opera al vacío. El inyector provoca el vacío con la cual succiona gas cloro del control, haciéndose la mezcla con el agua que la alimenta. El gas cloro penetra al control a través de un regulador que opera al ser accionado por el vacío que propicia el inyector. Dicho regulador actúa como válvula, pues cierra en caso de pérdida del vacío. Una válvula de alivio evita la acumulación indeseable de gas dentro del sistema. El gas cloro pasa a través del rotámetro a un ritmo regulado por la válvula de ajuste que está sobre el rotámetro. El agua que pasa a presión a través del inyector crea un vacío que opera a la válvula

de diafragma existente en el interior del inyector. Al operar la válvula del inyector, penetra el gas cloro que se mezcla y disuelve en el agua de alimentación, descargándose dicha mezcla en el punto elegido para la aplicación.

Todo este mecanismo es accionado por una bomba - Booster, cuyo motor será, asíncronico, de 2.4 H.P. 60 Hz. de arranque directo.

1.3.5 TABLEROS

1.3.5.1 Tablero General

En cada una de las casetas de bombeo se instalará un tablero general (T.G.) de fuerza. Para la elección del tipo de instalaciones de maniobra se ha tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Intensidad Nominal
- b) Resistencia a los Cortocircuitos

La intensidad de la corriente de cortocircuito en el lugar de montaje, no debe exceder del valor correspondiente al de la instalación.

- c) Clase de Protección

Como el T.G. está ubicado dentro de la caseta de bombeo, la protección tiene que ser contra contactos involuntarios, entrada de cuerpo extraños y de agua. Ya sea según Normas NEMA, VDE ó IEC establecen en términos generales que los gabinetes deben ser cerrados por una o más de las siguientes razones:

- Prevenir contactos accidentales contra partes vivas.
- Proteger el control de condiciones ambientales adversas.
- Prevenir explosivos o fuego que pudiera resultar del arco eléctrico.

El T.G. ubicado en cualquiera de las tres casetas de bombeo me permite.

- Maniobrar las electrobombas manualmente o en caso de utilizar el control automático, el nivel de agua en los reservorios, dará la orden a través de los electrodos y relés, para el arranque o parada de las electrobombas de acuerdo a la secuencia programada, como veremos en el capítulo de control automático.
- El arrancador y los dispositivos de protección son intercambiables permitiendo un mantenimiento o reparación rápida y sin peligro para el operario.

El T.G. será un gabinete metálico auto soportado de las siguientes dimensiones. 1800 x 1200 x 450 mm. fabricada con planchas de Fe LAF galvanizado, protegida con dos capas de pintura anticorrosiva.

Llevará los siguientes equipos:

- 1u interruptor general de 3x 630A, manual con palanca desconectadora y enclavamiento mecánico.
- 3u fusibles renovables tipo NH-3 de 630A.

- 1u arrancador automático tipo autotransformador
- 1u relé térmico diferencial, regulable para protección contra sobre carga y/o caídas de tensión.
- 1u selector manual o automático.
- 1u conmutador voltimétrico para medición en las tres fases.
- 1u conmutador amperimétrico para medición en las tres líneas.
- 2u transformadores de intensidad 500/5A.
- 1u voltímetro de 0-250v, 96 x 96 mm.
- 1u amperímetro de 0-1200A 96 x 96 mm.
- 4u fusibles renovables DZ, de 4A.
- 1u arrancador para la bomba Booster (equipo de clorinación) con su relé térmico incorporado.
- 1u lámpara piloto de señalización.
- 1u relé electromagnético BW tipo L para el control automático.

El alimentador para el T-G, se llevará desde los bornes de la caja toma, ubicada en la pared externa de la caseta de bombeo.

1.3.5.2 Sub-Tablero de Alumbrado

En cada una de las casetas se instalará un tablero eléctrico de distribución de alumbrado, para la iluminación y tomacorriente de las casetas de bombeo, estará compuesto de un gabinete metálico mural, tipo para empotrar de las siguientes dimensiones 450 x 300 x 100 mm. fabricado con plancha de Fe LAF galvanizado.

Contendrá los siguientes elementos:

- 1 interruptor termomagnético general 2x20A, 10KA.
- 2 interruptores termomagnético 2x15A, 10KA.
- 1 espacio de reserva de 2 polos

1.3.5.3 Tablero de Control y Señalización (T.C.S.)

El tablero de control y señalización estará ubicada en el reservorio N° 1 (R-1), de donde dará el mando mediante relés electromagnéticos BW a los tableros de fuerza ubicada en las casetas de bombeo, quienes darán la orden de arranque o parada de las electrobombas, todos los detalles lo daremos en el capítulo de controles automáticos.

Este tablero de control (T.C.S.) tendrá los siguientes elementos.

- 3u relé BW tipo "RH" de 220 v, 60 Hz.
- 1u relé BW tipo "L" de 220 v, 60 Hz.
- 1u alarma de sobre nivel audiovisual
- 12u contactores auxiliares, para funcionamiento según secuencia especificada.
- 1u fusible Dz, 4A

La alimentación para la bobina de los relés y contactores auxiliares de este tablero se ha previsto del tablero de fuerza (T.G.) de la electrobomba N° 2, ubicada en la caseta de bombeo del pozo N° 2 (P-2), a través de un cable duplex (blanco y negro) del tipo NYY, para canalización subterránea de 6 mm². La tensión nominal de las bobinas es de 220 v, 60 Hz, (ver plano IE-06)

En los dos tanques elevados sobre la loza de concreto dejada, por los ejecutores de obras civiles

se hará el montaje de los portaelectrodos, de donde se suspenderán los electrodos tipo Bw, para vigilar el nivel del líquido, estos electrodos aprovechan la conductibilidad eléctrica del mismo líquido. Estos darán la orden para el accionamiento de los relés electromagnéticos ubicados en el T.C.S.

1.3.6 CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL

La red de distribución de fuerza será desde cada Tablero General (T.G.) a través de cables de cobre electrolítico tipo THW a los bornes del motor. Estos cables deben ser instalados en ductos PVC 80mm \varnothing SAP enterrados a 0.60 m. de profundidad.

las ordenes de arranque o parada manual, se hará por medio de botones pulsadores ubicados en la parte frontal externa del T.G. Los cables para el mando serán del tipo TW cableado.

El cable para el mando automático será del tipo NYY de 6 mm², unipolares, para canalización subterránea, desde las casetas de bombeo al reservorio N° 1, el retorno será a través de la tierra, para el cual se construirán pozos de tierra adicionales, diferentes al pozo de tierra del T.G.

1.3.7 CONEXIONES

En cada caseta de bombeo se construirá un murete de 1400x1900 x 300 mm. en la parte exterior, con fácil acceso al personal del concesionario, donde se ubicarán la caja de toma del tipo F3 industrial de 650 x 880 x 200 mm, estará equipado con fusibles y transformadores de corriente.

te para el medidor de **energía** También estará ubicado la caja medidor tipo 3B de las siguientes dimensiones 110x510x262 mm, donde se instalarán el medidor de energía activa y reactiva. Se instalará también una caja de paso de 1200 x 300 x 300 mm. (ver plano -IE-01 e IE-03)

1.3.8 CABLES ALIMENTADORES

Para la determinación de los cables alimentadores que transportarán energía eléctrica, se ha tenido en cuenta entre otras características las siguientes condiciones de uso, instalación, protección contra efectos mecánicos, térmicos, económicos y de mantenimiento.

1.3.8.1 Cable Alimentador al Motor de la Bomba

Desde el Tablero General a los bornes del motor se utilizó el cable tipo THW, que irán instalados en ductos de PVC - SAP de 80 mm ϕ enterrados a 0.60 m. de profundidad.

La descripción de este cable es, conducto de cobre electrolítico blanco, sólido, a cableado, concéntrico, aislamiento de cloruro de polivinilo (PVC), tensión de servicio hasta 600 voltios.

Las mismas características cumple la alimentación para los tres motores en las tres casetas de bombeo.

1.3.8.2 Cable Alimentador al Motor de la Bomba Booster (Clorinación) e Iluminación de la Caseta)

La alimentación de la bomba Booster será del T.G. se utilizará un cable tipo THW, que irán instalados en ductos de PVC-SAP de 20 mm ϕ enterrados en el piso.

Para la iluminación se utilizó cables TW y por ser mínima la carga se utiliza el 2-2.5 mm² que irán empotrados en la pared o en el techo de las casetas de bombeo.

1.3.8.3 Cable Alimentador para las Casetas de Bombeo

Desde el tablero en baja tensión de la Sub-estación a la caja de toma ubicadas en las casetas de bombeo, en los tres casos se han proyectado para canalización subterránea, utilizando como alternativa cables secos del tipo NYY de 0.6 - 1 KV, temperatura de operación de 80°C, cuya descripción es: conductor de cobre electrolítico, blando, sólido o cableado concéntrico. Aislamiento de cloruro de polivinilo (PVC) y protección exterior con una chaqueta de PVC color negro, Presenta las siguientes características particulares.

Reúne magníficas propiedades mecánicas y eléctricas. Resistente a los ácidos, grasas, aceites y a la abrasión.

Los terminales serán soldados y sujetados a las platinas de cobre en la caja tipo F3 mediante tuercas y pernos.

1.3.9 NORMAS

El proyecto en su integridad está realizado de acuerdo a las normas del Código Eléctrico del Perú edición 1960, Código Nacional de Electricidad, Reglamento Nacional de Construcciones, así como a las normas internacionales.

- NEMA (USA), VDE (ALEMANIA)
 - ANSI (USA), CEI (COMISION ELECTROTECNICA INTERNACIONAL)
- También se consideraron las normas internas de ELECTROLIMA y SEDAPAL.

1.3.10 PLANOS

Integran el presente Proyecto los siguientes planos:

Nº	DESCRIPCION	FECHA
IE-01	Plano de ubicación, detalles y cortes del plano de arquitectura	Dic.86
IE-02	Sub-Sistema de distribución secundaria (S.D.S.) alimentación eléctrica a las electrobombas N° 1,2 y 3.	Dic.86
IE-03	Conexiones. Detalle de murete caja toma F3 y caja medidor 3B	Dic.86
IE-04	Instalaciones eléctricas casetas de bombeo N° 1,2 y 3.	Dic.86
IE-05	Esquema eléctrico del tablero general arranque por autotransformador	Dic.86
IE-06	Tendido del cable de control entre los pozos 1,2 y 3 y los reservorios. Cable para la alimentación eléctrica del tablero de distribución del reservorio.	Dic.86
IE-07	Instalación eléctrica del reservorio elevado. Cortes y detalles.	Dic.86

IE-08 Control automático de las elec-
 trobombas de los pozos N^o 1,2 y 3 Dic.86

CAPITULO II

SELECCION DEL MOTOR PROTOTIPO PARA LAS ELECTROBOMBAS DE LOS POZOS Y CALCULO DE ALIMENTADORES

2.1 SELECCION DEL MOTOR PROTOTIPO PARA LAS ELECTROBOMBAS

Seleccionar un motor significa escoger un motor, cuya característica, cumpla con los requerimientos de nuestra carga.

Luego de escoger correctamente, el motor que accionará a las electrobombas, se espera que debe ser capaz de poner la carga en movimiento, llevarla a su velocidad de operación, impulsarla a la velocidad necesaria el tiempo que haga falta y funcionar satisfactoriamente, con todas las variaciones esperadas de la carga.

2.1.1 FACTORES PARA LA SELECCION DEL MOTOR ELECTRICO

Como factor más importante para la elección del motor eléctrico más adecuado para nuestra necesidad consideramos los siguientes aspectos.

a) POTENCIA.- La potencia requerida será de acuerdo a la potencia mecánica en el eje de la bomba. Para encontrar esta potencia se han considerado los siguientes parámetros hidráulicos:

- Profundidad del pozo
- Altura de los reservorios elevados
- Pérdidas por fricción en las tuberías de la línea de impulsión.
- Pérdidas por fricción en las tuberías de los pozos
- Pérdidas por fricción en las tuberías de los reservorios.
- Caudal de explotación

Las pérdidas por fricción son las así llamadas "principales", y en nuestro caso son las preponderantes para encontrar la altura total (H_{total}). Para calcularla hemos considerado los siguientes parámetros:

- El material que está construída la tubería:
 - a) En los pozos el material es acero Sch. 40
 - b) En la línea de impulsión el material es de asbesto-cemento clase 10
 - c) En los reservorios el material es acero sch.40
- La longitud de la tubería
- El diámetro de la tubería

Todos estos datos fueron proporcionados por los especialistas Sanitarios.

Las pérdidas secundarias (codos, válvulas etc.), se han despreciado, debido a que la incidencia es mínima para los requerimientos de nuestro Proyecto.

La eficiencia de la bomba se ha tomado de los catálogos del fabricante. La bomba que se utiliza es la BCMBA FEERLES.

La fórmula a utilizarse para calcular la potencia de la bomba es la siguiente:

$$P = \frac{Q.H.\gamma}{3960 n}$$

donde:

Q : caudal en galones por minuto

H : altura total en pies (Hestatica+Hperdidas)

γ : 1

n : eficiencia de la bomba. Considerada la eficiencia mecánica, volumétrica e hidráulica.

En nuestro caso H está conformada por los siguientes:

$$H_{total} = H_{pozo} + H_{reservorios} + H_{perd.total.}$$

Datos:

$$Q = 55 \text{ lit/seg} = 1030 \text{ gal/mint.}$$

$$H = 498 \text{ pies (152 m).}$$

$$\beta = 1$$

$$n = 0.78 \text{ (dato del fabricante)}$$

$$P_{\text{bomba}} = \frac{1030 \times 498}{3960 \times 0.78} = 166 \text{ H.P.}$$

$$P_{\text{bomba}} \text{ (HP)} = P_{\text{motor}} \text{ (H.P.)}$$

A menudo los requerimientos de la potencia aumentan, cuando la máquina empieza a desgastarse, pues su eficiencia disminuye. También debe considerarse que el desgaste esperado en las partes de la máquina variará si el mantenimiento no es el adecuado.

La potencia encontrada en los cálculos no se fabrica en el medio, por lo tanto se seleccionará un motor de 180 H.P; que nos da un margen muy bueno de potencia para cualquier inconveniente posterior o ampliación.

- b) VELOCIDAD. - For lo general, hay que utilizar la velocidad mayor, con el fin de reducir el tamaño, el peso y el costo del motor. La velocidad del motor debe ser igual a la velocidad requerida, por la bomba, para ello se emplea un acoplamiento mecánico.
- c) VOLTAJE. - Las características del motor están diseñadas para el voltaje y frecuencia de la red. Estas han sido estandarizadas por ELECTROLINIA y SEDAPAL. Para motores de electrobombas deben ser de 220V, 60 Hz. Los motores tienen una tolerancia de $\pm 10\%$ en variación de voltaje y de $\pm 1\%$ en desbalances de voltaje y de $\pm 5\%$ en la variación de la frecuencia. Cabe mencionar que si se usaran tensiones mayores el costo del motor y los equipos serían mucho más baratos.

- d) CARACTERISTICAS DE TORQUE. - El torque del motor está en función del torque de la bomba. El torque de arranque es la suma del torque de fricción estática mas el torque de fricción cinética (torque requerido a muy bajas velocidades), de la carga. El torque de fricción estática es el resultado de las pérdidas de fricción de la máquina y del rotor, mientras que el torque de fricción cinética es el debido a la inercia de todas las partes, las cuales deben ser arrancadas desde el reposo.
- e) LIMITACIONES DE LA CORRIENTE DE ARRANQUE. - Para limitar la corriente de arranque y el tiempo de arranque se utiliza un arranque a tensión reducido por autotransformador.
- f) TAMAÑO Y FORMA CONSTRUCTIVA. - El tamaño de los motores, está normalizado para una determinada potencia. Las formas constructivas, que indica como va a ser montado el motor, también está normalizado. Las normas NEMA e IEC nos dan las pautas para estos casos.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, determinamos que los motores para el accionamiento de las bombas serán eléctricas, asincronos, trifásicos, verticales de eje hueco, las tensiones serán de 220 V, 60Hz, con rotor de jaula de ardilla de 1735 R.P.M. arranque por autotransformador, de 180 H.P.

2.1.2 MOTOR DE LA BOMBA BOOSTER DEL CLORINADOR

El motor será del tipo asíncrono de 2.4. H.P., 220V, 60Hz, de arranque directo.

2.2 BASES DEL CALCULO ELECTRICO

2.2.1 POTENCIA INSTALADA, MAXIMA DEMANDA Y FACTOR DE POTENCIA

La potencia instalada para cada una de las casetas de bombeo estará dada por la potencia del motor que acciona la bomba y el motor que acciona la bomba BOOSTER del clorinador en lo que se refiere a la carga de fuerza, como se muestra en la tabla N° 2.1

En cuanto al sistema de alumbrado de las casetas, mando y señalización, será monofásico, 220V, 60Hz. Esta carga es muy pequeña comparada con la potencia del motor que acciona la bomba, sin embargo para fines de nuestro estudio lo consideramos en los cálculos. Los valores dados en KW se obtuvo de la siguiente expresión:

$$\text{Pot. Elect. (KW)} = \frac{\text{Pot. en HP} \times 0.746}{n}$$

donde n es la eficiencia del motor

DESCRIPCION	POTENCIA		n (%)	Cos φ
	HP	KW		
Motor asíncrono que acciona la bomba	180	145.9	92.0	0.86
Motor para bomba BOOSTER (clorinación)	2.4	2.27	79.0	0.78
Alumbrado tomacorriente y control.		1.0		0.9

Potencia total 149.17

TABLA 2.1

Debido a que las características de los tres equipos de bombeo son similares por diseño será suficiente con hacer los cálculos para una de las unidades.

MAXIMA DEMANDA (M.D.)

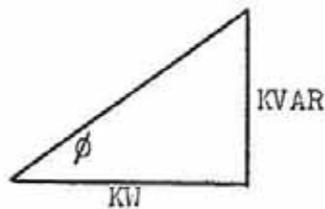
Como se indicó anteriormente las bombas trabajan independientemente, a plena carga. Cuando funciona la electrobomba también funciona paralelamente la bomba BOOSTER del clorinador, debido a que tiene que inyectar cloro todo el tiempo que se bombea agua o los reservorios elevados. Por estas razones se considera un factor de demanda

(f.d.) igual a uno.

FACTOR DE POTENCIA

Considerando la tabla N° 2.1 y la fórmula

$$\cos \phi = \cos \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{\text{KVAR}_T}{\text{KW}}$$



$$\text{KVAR}_T = \sum_{n=1}^{n=3} \text{KW}_i \times \operatorname{tg} \phi .$$

$$\text{KVAR}_T = 88.87$$

$$\text{KW}_i = 149.17$$

$$\cos \phi = \cos \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{88.26}{149.17}$$

$$\cos \phi = 0.859 \approx 0.86$$

2.2.2 CALCULO DE LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES

2.2.2.1 CABLE ALIMENTADOR PRINCIPAL

El cable alimentador principal es el que lleva energía eléctrica a las casetas de bombeo desde las Sub-estaciones de Electrolima S.C.P. 8862 al pozo N° 1, la S.S 2048 al pozo N° 2 y la S.C. P. 8891 a la caseta de bombeo N° 3. Es evaluada desde el tablero de baja tensión de las subestaciones mencionadas hasta las casetas de bombeo, mediante una caja de toma ubicada en la pared exterior, y de esta al tablero general (T.G.)

Las sub-estaciones diseñadas son exclusivamente para la alimentación de las electrobombas, excepto

to la S.S. 2048 que tiene tablero para alimentar los circuitos del sub-sistema de distribución secundaria (S.D.S.) y alumbrado público (A.P.).

De los tableros de baja tensión de las sub-estaciones mencionadas, se distribuye la energía a través de un seccionador fusible.

Para determinar el tipo de cable que se va a usar se tiene en cuenta las características siguientes:

1. Tensión de servicio
2. Intensidad de la corriente a transportar
3. Caída de tensión y condiciones mecánicas del uso e instalación.

1. Tensión de Servicio

La tensión de servicio determina el aislamiento que debe tener el cable. Como las Normas de -- Electrolina RD.1-102, norman la tensión de diseño a 220V; para el caso de electrobombas, escogemos para el presente proyecto cables tipo NYY, con tensión de servicio de 1000 voltios, que irán directamente enterrados..

2. Intensidad de la corriente a transportar

La capacidad de la corriente a transportar lo calculamos en función a las condiciones de la instalación.

- Resistividad térmica del terreno, $200 \frac{C \text{ Cm}}{W}$
(terreno con arena, algo de arcilla y piedras medianas, sin compactación)
- Temperatura del terreno $25^{\circ}C$
- Profundidad de la instalación 0.6 m.
- Temperatura admisible del conductor. $80^{\circ}C$

Además el cable debe tener cierto valor de reserva de conformidad con el Código Eléctrico - del Perú.

Capítulo XVII Art.10 al Art.15.

Al calcular la corriente que debe transmitir el cable lo hacemos en función de los siguientes valores:

- M.D. de la unidad de bombeo 149.17 Kw
- factor de potencia 86%
- factor de reserva 25%

$$I = \frac{M.D \times 1.25}{1.73 \times V_{rx} \times \cos \phi} = \frac{149.17 \times 1.25}{1.73 \times 0.22 \times 0.86}$$

$$I_n = 455.74A. \text{ (corriente nominal)}$$

$$I_d = 569.7A. \text{ (corriente de diseño)}$$

El cable que cumple con éstas condiciones según Tabla N°2.2 será

2(3-1x185 mm²)-NYY - 1KV

TIPO DE CABLE	CALIBRE (mm ²)	ϕ CONDUCTOR (mm)	ϕ EXTERIOR (mm)	CAPACIDAD ADMISIBLE (Amp)
PARALELO	3-1x120	12.4	18.6	263
	3-1x185	15.3	22.7	334
	3-1x300	19.5	28.1	441

TABLA N° 2.2 ESPECIFICACIONES DEL CABLE
TIPO NYY - 1000V.

La corriente indicada en la tabla N° 2.2 es para las siguientes condiciones normales de operación:

- Temperatura alcanzada por el conductor 80°C, temperatura ambiente 25°C, profundidad de instalación 0.6m, resistividad térmica del terreno --- $\frac{200^\circ C \times C_m}{W}$

- Los cables son instalados directamente enterrados.

3. Verificación por caídas de tensión

El cable alimentador también debe evaluarse por caída de tensión teniendo en cuenta las recomendaciones del C.N.E. Tomo IV, Capítulo 4 (Art. 4.1.3.), la caída de tensión máxima permitida no debe exceder el 5% de la tensión de servicio, en caso de sobrepasar, se debe aumentar el calibre de alimentador.

Para nuestro caso como ya se mencionó anteriormente los diseños que se están realizando son validos para las tres electrobombas. Haremos el calculo para el alimentador de la electrobomba N° 2 que es el mas desfavorable.

Usaremos la expresión:

$$AV = 1.73 I \times L \times R \left(\cos \phi + \frac{X}{R} \text{Sen } \phi \right)$$

L = Distancia en Km.

I = Corriente de diseño en Amperios

R = Resistividad del conductor en Ω/Km .

X = Reactancia del conductor en Ω/km .

ϕ = Angulo de desfase

Para los valores de X y R se han considerado de las tablas dadas en las normas de Electricidad RD-1-102 (las normas transcriben del estudio SPL = 242 "Principales consideraciones técnicas para el diseño de redes sub-terranas de distribución secundaria).

L = 0.067 km.

X = 0.1040 Ω/km .

R = 0.1049 Ω/km .

$$AV = 1.73 \times 569.7 \times 0.067 \times 0.1049 \left(0.86 \times \frac{0.1040 \times 0.51}{0.1049} \right)$$

$$AV = 9.46 \text{ V}$$

$$AV = 4.3\%$$

2.2.2.2 ALIMENTADOR DEL MOTOR DE LA BOMBA BOOSTER E ILUMINACION DE LA CASETA.

Los alimentadores para el motor de la bomba Booster del clorinador por ser una carga pequeña se utilizará el calibre mínimo el 2.5 mm^2 de acuerdo al C.E.F. Art.10-52, comprobamos con el siguiente calculo.

$$I = \frac{2.27 \times 1.25}{\sqrt{3} \times 0.22 \times 0.78} = 9.5A$$

Este motor estará alimentado del tablero general (T.G.).

En el caso de la iluminación y los tomacorrientes de la caseta de bombeo, por ser muy pequeña, las cargas (considera los ambientes donde esta el motor, y el árbol de la bomba, el cuarto del guardián y el baño) se utilizarán los calibres mínimos estipulados en el C.N.E. que es el del tipo TW que tiene capacidad hasta 15A; e irán empotrados en el techo y en las paredes en ductos de PVC-SEL de acuerdo al plano.

2.2.2.3 ALIMENTADOR DEL MOTOR DE LA BOMBA

De acuerdo a la corriente de diseño

$$I_n = 445.4A$$

$$I_n = 1.25 I_n = 556.4A$$

El cable será del tipo THW, que irá instalado en ductos de PVC - 60 mm. ϕ SAP; enterrados en el piso.

For la magnitud de la corriente se escogerá $2(3 \times 185 \text{ mm}^2)$ que irán en 2 ductos de 5 conductores cada uno, enterrados paralelamente.

CAPITULO III

SISTEMA DE ARRANQUE Y PROTECCION

3.1 SELECCION DE CONTROL Y MANDO DE LOS MOTORES

En la selección de los sistemas de control y mando intervienen los siguientes factores básicos:

- Condiciones de servicio, dado que la unidad de diseño es una electrobomba, se considera la frecuencia de arranques y el tiempo de operación.
- Motor, es un motor que acciona una bomba.
- Características de operación de los dispositivos eléctricos.
- La tensión de servicio, que definirá el tipo de bobinado de tal manera que satisfaga las necesidades de la carga.
- Códigos y Normas Nacionales e Internacionales, vigentes en nuestro País.

Nuestras electrobombas proyectadas trabajarán en forma automática. Se tiene dos tipos de mando. Los de red abierta y los de red cerrada.

a) Los sistemas de mando de red abierta o ciclo abierto (sistemas de circuito abierto), se distinguen por la particularidad de que la variación de las acciones perturbadoras, conduce al cambio de régimen de trabajo previamente establecidos para el accionamiento, es usado en el control de motores eléctricos. Está clasificado en dos categorías:

- i). El circuito principal o de fuerza, donde está la alimentación al motor, debidamente protegida contra sobrecargas y cortocircuitos.
- ii). Los circuitos auxiliares, comprenden los circuitos de mando, conectados a las bobinas, contactos auxiliares de los contactores, interruptores y reles térmicos y de protección.

- b. En los sistemas de red cerrada o ciclo cerrado (sistemas de circuito cerrado) o propiamente sistemas automáticos. Es posible independientemente del estado de las acciones perturbadoras mantener el regimen de trabajo pre-establecido para el accionamiento.

El sistema de red cerrada será usada para el arranque y parada de las electrobombas, mediante los electrodos de niveles. Como es más complejo este sistema el diseño lo veremos con detalle en el siguiente capítulo.

El mando automático para nuestro caso, tratandose de las tres electrobombas que abastecerán de agua a toda la ciudad, es conveniente, debido a su elevada frecuencia de operaciones, confiabilidad del sistema y seguridad del personal que lo opera.

Los dispositivos de mando automático son para nuestro caso los pulsadores, contactos auxiliares, reles, electrodos para control de líquidos. Aunque en la industria hay otros dispositivos tales como termostatos, presostatos, termocuplas etc.

El empleo de estos dispositivos requiere de un cableado e inversión adicional, pero implica una serie de ventajas en la seguridad y accionamiento.

La automatización permite aplicar el mando a distancia de los accionamientos eléctricos que en el presente proyecto se aplica para el tablero general (T.G.) y el tablero de control y señalización (T.C.S.), donde están ubicados los dispositivos de control y protección.

3.2 PROTECCION DE LAS INSTALACIONES

Cuando hablamos de protección en términos generales involucra dos aspectos fundamentales:

1. La correcta selección de los diferentes componentes, de acuerdo a sus respectivas funciones, de modo de garantizar una operación económica y confiable de la instalación.
2. Reducir el peligro de electrocución del personal de servicio y vigilancia, lo trataremos con más detalle en el capítulo de puesta a tierra.

3.2.1 SELECCION DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION

Para una correcta selección de los dispositivos de protección en la instalación eléctrica se ha considerado lo siguiente:

1. Los fenómenos anormales que pueden conducir a la defeción de los equipos de nuestra instalación, a los cuales debemos vigilar, neutralizar o eliminar.
2. Los dispositivos que podemos utilizar para lograr el doble objetivo siguiente:
 - Salvaguardar la vida de un equipo sin comprometer su operación normal al límite de su capacidad.
 - Salvaguardar la vida de los otros equipos que forman parte de la instalación.

3.2.2 FENOMENOS ANORMALES EN LA INSTALACION

Cada componente de la instalación se ha diseñado para su uso, a determinadas condiciones de servicio - (potencia, tensión, corriente, frecuencia, altitud, temperatura de trabajo) si estas condiciones son execidas la vida de la unidad que se ha diseñado se acortará.

Entre los fenómenos (solicitaciones) anormales que conducen al envejecimiento prematuro de los componentes de nuestra instalación hemos considerado los siguientes:

- a) Las corrientes de sobre carga.- Debido al aumento de su valor la temperatura del elemento puede incrementarse a valores por encima de su nivel permisible, trayendo como consecuencia que sus aislamientos pierdan sus propiedades dielécticas y mecánicas y por lo tanto conduzcan a la falla del equipo.
- b) Las corrientes de cortocircuito.- Debido a su alto valor los esfuerzos térmicos y electrodinámicos que generan pueden conducir a la destrucción de los componentes a través de los cuales circula; pudiendo adicionalmente crear niveles de potencial que ponga en peligro la vida del personal que opera en las instalaciones.
- c) Condiciones de servicio.- Por tratarse de electrobombas estas son importantes, como son los arranques y paradas frecuentes.
- d) Rotor Bloqueado.- Estas condiciones anormales de operación pueden ser muy altas (arranque), o se mantiene altas (aceleración lenta). Los es -

fuerzos térmicos y electrodinámicos son severos.

Al mencionar las causas de las solicitaciones anormales no pretendemos analizar todas las causas en las instalaciones eléctricas, si no solamente las que podrían suceder en nuestras instalaciones de la unidad de bombeo.

3.2.3 DISPOSITIVOS DE PROTECCION

En nuestro diseño hemos considerado los elementos para la protección contra sobrecarga y cortocircuito, que pasaremos a describirlos.

a) Protección contra sobrecarga

Para la elección de los elementos de protección contra sobrecarga se ha considerado los siguientes requerimientos.

1. Debe permitir la circulación de las corrientes de arranque.
2. Debe de identificar e interrumpir a tiempo, las corrientes de sobrecarga, cuya magnitud y duración calientan los componentes de la instalación por encima de sus temperaturas límites permisibles.

Para la protección contra sobrecarga lo haremos mediante los relés térmicos.

RELE TERMICO: Es un dispositivo que por efecto térmico controla la magnitud y duración de la corriente absorbida por los motores. Cuando estos se sobrecargan, conecta directamente para abrir la bobina del contactor. Está compuesta de 2 láminas bimetálicas, asociadas con un elemento calefactor. Cuando ocurre una sobrecarga, el calor causará que el elemento bimetálico se desvíe y abra el contacto. El

ajuste lo hacemos a la corriente nominal del motor, además los calefactores son ajustables en un rango de 85% a 115% de su valor nominal. También nos ofrece una protección diferencial para el caso de que - el motor trabaje con tensión monofásica. (cargas así métricas).

b) Protección contra cortocircuitos:

Para la protección contra cortocircuitos en nuestra instalación se ha considerado los siguientes requerimientos.

- 1) Debe permitir la circulación de las corrientes de arranque de los motores.
- 2) Debe identificar e interrumpir a tiempo las corrientes de cortocircuito para así minimizar sus efectos destructivos.

Para la protección contra el cortocircuito lo haremos mediante los fusibles.

FUSIBLES.- Son elementos de protección que aseguran, por fusión de uno o varias piezas conductoras la interrupción de un circuito eléctrico, cuando la intensidad de corriente supera un cierto valor durante un tiempo determinado.

Para seleccionar el fusible lo hemos hecho con arreglo al 1,25 veces la corriente nominal del circuito. El tiempo de fusión varía inversamente con la corriente de sobrecarga.

Los fusibles tipo MH son sistemas de baja tensión y alto poder de ruptura. Estos fusibles limitan la intensidad de cortocircuito debido a que los tiempos de fusión son muy breves (≤ 5 ms.).

3.3 ARRANQUE DE LOS MOTORES

El C.E.P. en el FOLLETO 3A, CAP.XVII Artículo 17-50 al 17-58, da las pautas para la selección de un arrancador. Para motores de 10 H.P. se debe utilizar necesariamente un arrancador.

En nuestro caso por tratarse de un motor relativamente grande (180 H.P.), la incidencia de la corriente de arranque es apreciable y la operación de esta es deficiente y los demás equipos conectados se verían seriamente afectados, tanto en su operación como en su eficiencia.

La razón por la que se usa los diversos métodos de arranque es para minimizar la influencia de la corriente de arranque de los motores sobre la operación del sistema eléctrico y de los demás equipos conectados a éste.

De los diversos métodos de arranque utilizaremos el "arranque por autotransformador", que nos ofrece una buena regulación de la corriente de arranque, Podríamos utilizar el arranque "Estrella - triangulo", que también nos ofrece regulación, además comparativamente con el autotransformador el costo es muy reducido. Sin embargo de acuerdo a las experiencias de SEDAPAL para motores de mas de 125 H.P. debe utilizarse el arranque por autotransformador, por las mejores condiciones de seguridad y operación que les puede brindar en el futuro por las continuas caídas de tensión que escapan a su control. Esta no representa ninguna norma técnica nacional cuyo cumplimiento sea obligatorio.

En el plano IE-05, se muestra el esquema general de conexiones del tablero general (T.G.) "arranque por autotransformador", donde también están ubicados el control y mando del motor de la electrobomba y del motor de la bomba BOOSTER del clorinador.

3.3.1 ARRANQUE POR AUTOTRANSFORMADOR

- Corriente Inicial de arranque: 1.7 a 4 In.
- Par inicial de arranque: 0.4 a 0.8 Pn.
- Duración del arranque: 7 a 12 Seg.
- Ventajas:
 - (1) Buena regulación Par/Intensidad.
 - (2) Posibilidad de regulación de los valores de arranque.
- Desventajas: Necesita de un autotransformador costoso.
- Aplicación: En nuestro caso porque las electrobombas son máquinas de gran potencia y fuerte inercia, donde la reducción de la punta de intensidad es importante.
- Contactores:
 - (1) Calibrados a la In.
 - (2) Calibrados a la 0.8 In.
 - (3) Calibrados a la 0.64 In.
- Relé Térmico: Calibrado a la In.

3.3.2 EXPLICACION DEL ARRANQUE POR AUTOTRANSFORMADOR

Estos arrancadores proveen una tensión reducida inicial en los terminales del motor con la finalidad de disminuir la magnitud de la corriente de arranque, y que se consigue mediante la introducción momentánea de un autotransformador en triángulo abierto, en el circuito entre la red y el motor.

Estos transformadores están provistos de tres taps de 50%, 65% y 80% de la tensión de línea.

En éstas condiciones las corrientes y el torque de arranque obtenidas al recoger cualquiera de estas tensiones bajarán respectivamente el 25%, 42%, 64% de los valores respectivos, de acuerdo a la relación siguiente:

$$I_{ARR_L} = a^2 I_{ARR}$$

$$T_{ARRL} = a^2 T_{ARR}$$

a: Relación de transformación del autotransformador.

En el plano IE-5 se muestra el esquema de mando y general de conexiones del motor que acciona la bomba que funciona de la siguiente manera:

Al presionar el pulsador de marcha START, se energiza las bobinas de los contactores principales C2, C3, que cierran sus contactos principales, a su vez C2 abre su contacto auxiliar. Con este mecanismo el autotransformador queda energizado. El motor queda sometido a una tensión fraccionada de acuerdo a la regulación hecha en los taps. Al mismo tiempo el contactor auxiliar C4 es energizado cerrando su contacto y deja permanentemente energizado a las bobinas de los contactos principales. El temporizador "T" que ha empezado a accionar cuando fue energizado C4, después del tiempo -

prefijado cierra sus contactos 67-68 normalmente abiertos y abre sus contactos 55-56 normalmente cerrados energizando las bobinas de los contactores C2 y C3 y energizando la bobina del contactor principal C1, que es el que conecta el motor directamente a la línea, mientras que el autotransformador queda fuera de servicio.

En caso de que el motor trabaje automáticamente funcionará de la siguiente manera:

Se colocará el selector en la posición automático.

El relé EW tipo L tiene dos bobinas, la primera entre los bornes 1 y 2 que está energizado permanentemente; e induce un flujo magnético en la bobina secundaria que está ubicada entre los bornes 3 y 5.

Este flujo magnético induce un voltaje en la bobina secundaria pero no puede circular ninguna corriente hasta que se cierre el circuito secundario.

Esto sucede cuando en el tablero de control y señalización (T.C.S) se cierra el contacto C7 (para el pozo N° 1), C8 (para el pozo N° 2), C9 (para el pozo N° 3) - (ver en el plano IE-8), circulando una corriente en la bobina secundaria que genera una fuerza contraelectromotriz que cierra el contacto "LE" en los bornes 6 y 7 de dicho relé en el tablero general (T.G.) (ver el plano IE-5).

Al cerrar el contacto "LE" energiza las bobinas de los contactores en la misma secuencia explicada para el mando manual, conectando el motor a la línea.

La desenergización depende del nivel del agua detectado por los electrodos en los reservorios, de esto nos ocuparemos en el siguiente capítulo.

3.4 DISÑO DEL TABLERO GENERAL (T.G.)

3.4.1 CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

En este acápite calcularemos la corriente de cortocircuito de la barra en el T.G., indicadas en el gráfico 3.1

Se sabe que la potencia de cortocircuito en la barra de 10kv es la siguiente:

ELECTROBOMBA N°1	S.C.P. 8952	34.5 MVA
ELECTROBOMBA N°2	S.S. 2048	32.8 MVA
ELECTROBOMBA N°3	S.C.P. 8891	30.1 MVA

Los datos de la potencia de cortocircuito fueron proporcionados por ELECTROLIMA.

Haremos los cálculos solo para la Electrobomba N°1, que ha continuación se indican.

Las impedancias de cada tramo están referidos a 10 kv.

$$Z_{sis_T} = \frac{KV^2}{MVA} = \frac{10^2}{34.5} = 2.898$$

$$Z_T = D(\%) \frac{KV^2}{MVA_T} = 0.04 \frac{10^2}{0.16} = 25$$

$$Z_L = (0.1049 + j0.1040) \frac{\Omega}{km} \times 0.025 km$$

$$Z_L = 0.00262 + j 0.0026$$

$$Z_{eq} = Z_{sis_T} + Z_T + Z_L$$

$$Z_{eq} = j 2.898 + j 25 + 0.00262 + j 0.0026$$

$$Z_{eq} = 0.00262 + j 27.901 = 27.901 \angle 90.99^\circ$$

Cálculo de la falla en la barra (3) (corriente de C.C.)

Z_{eq} referida la tensión de 220V.

$$Z_{eq}^2 = Z_{eq} \times \left(\frac{0.22}{10}\right)^2 = 27.901 \left(\frac{0.22}{10}\right)^2 = 0.0135$$

$$I_{cc} = \frac{KV}{\sqrt{3} \cdot Z_{eq}} = \frac{0.22}{\sqrt{3} \times 0.0135}$$

$$I_{cc} = 9.42 \text{ KA}$$

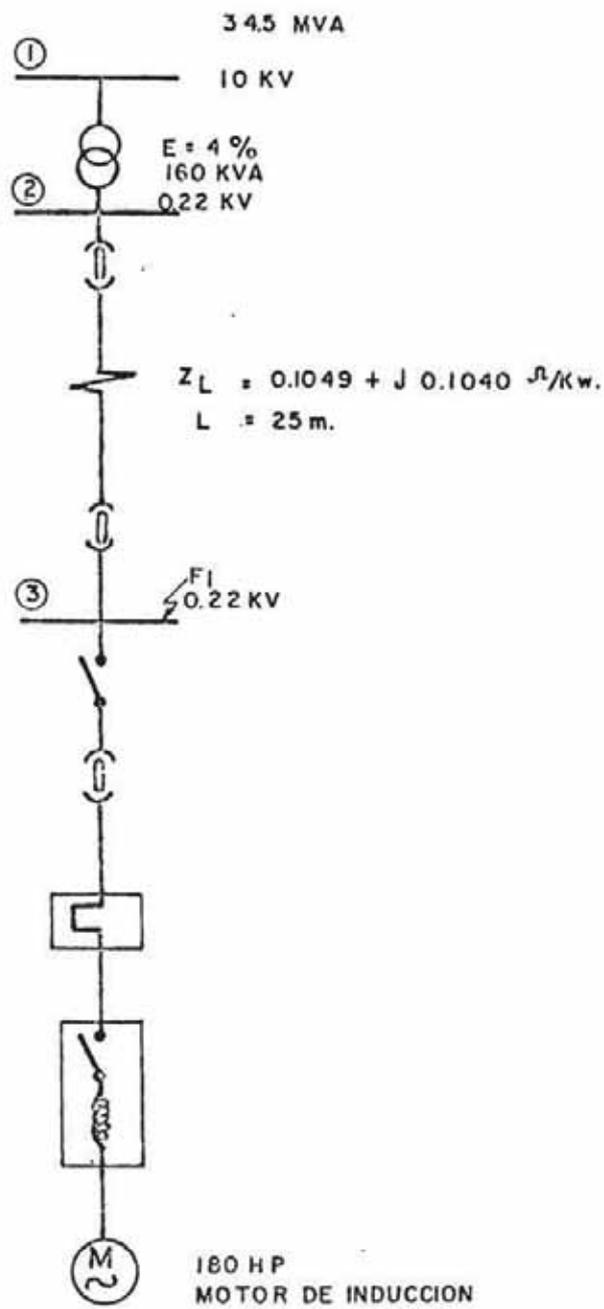


GRAFICO 3.1

DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA

Cálculo de la corriente de choque

$$I_{ch} = \sqrt{2} I_{cc} \quad (\sqrt{2} = 1.9 \text{ para el caso mas desfavorable})$$

$$I_{ch} = 23.91 \text{ KA (valor máximo)}$$

Corriente de corte circuito de los interruptores no será menor que los calculados, pero como podemos ver el valor encontrado es menos que el valor mínimo normalizado.

1. Valor nominal de los interruptores

La corriente nominal de los interruptores no serán mayores que la corriente nominal de los alimentadores que se protegen.

2. Dimensionamiento de las barras

Consideramos la separación entre las barras de 4 cm. calcularemos si las mismas soportan los efectos de cortocircuito.

Corriente de diseño	569.67 A
Corriente de corto circuito	
to	9.42 KA
Corriente de choque	24.00 KA
(para el caso mas desfavorable)	

Efecto mecánico

Fuerza sobre la barra

$$P' = 2.04 \frac{I_{ch}^2}{d} \text{ kg/m}$$

I_{ch} : corriente de choque para el caso mas desfavorable.

d : distancia entre barras = 4 cm.

$$P' = 293.76 \text{ kg/m}$$

Fuerza para barra de múltiples apoyos a L cm. de distancia entre apoyos.

$$L = 0.55 \text{ m}$$

$$P = P' \times L = 293.76 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 0.55 \text{ m} = 162 \text{ kg}$$

$$P = 162 \text{ kg}$$

El momento flector para las barra está dada por la siguiente expresión:

$$M_b = \frac{PL}{16}$$

$$M_b = \frac{162 \times 55}{16} = 556.87 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

Momento resistente debido a la fuerza P

$$W_b = \frac{M_b}{K_b}$$

K_b = carga admisible del cobre, está comprendido entre 1000 y 1200 Kg/cm^2

para $K_b = 1000 \text{ Kg}/\text{cm}^2$

$$W_b = \frac{556.87}{1000} = 0.557 \text{ cm}^3$$

El momento resistente de la barra está dado por:

$$W_r = \frac{h}{6} b^2 (\text{cm}^3)$$

Escogemos una barra de 50 x 5 m m.

$$W_r = \frac{0.5 \times 5^2}{6} = 2.08 \text{ cm}^3$$

$$W_r \gg W_b$$

Satisface el efecto mecánico con un coeficiente de seguridad.

$$C.S = \frac{2.08}{0.557} = 3.734$$

Los efectos resonantes y esfuerzos térmicos satisfacen los valores límites por tanto la barra a usarse será - de 50 x 5 mm, distancia de separación entre barras de 4 cm, longitud entre aisladores de 55 cm.

Las barras deberán soportar hasta 42KA, capaces de transportar hasta 630A, soportarán 65° de temperatura en trabajo normal.

3.4.2 SELECCION DE ARRANQUE POR AUTOTRANSFORMADOR

Como explicamos en el acápite 3.3.2 el autotransformador está previsto de terminales que pueden ser tomados a elección para proveer el 50%, 65% y 80% de la tensión nominal. En estas condiciones la corriente y el torque de arranque bajarán al 25%, 42% y 64% de los valores correspondientes a plena carga.

En el gráfico 3.2 se muestra un arrancador por autotransformador, cuyo principio de funcionamiento es el siguiente:

En la primera etapa trabaja el contactor C2 y C3, recibiendo el motor una tensión porcentual de la tensión nominal - (50%, 65% u 80%, según sea la escogida).

Después de algunos segundos y mediante un temporizador se hace que trabaje el contactor C1 y que desconecten los - contactores C2 y C3, logrando de este modo sacar fuera de servicio el autotransformador y que el motor reciba en - sus bornes la tensión nominal.

Analizaremos a continuación la relación que existe entre la corriente absorbida por el motor, alimentado con la - tensión nominal (V_n) y cuando el motor es alimentado con una tensión porcentual de la nominal (V_2).

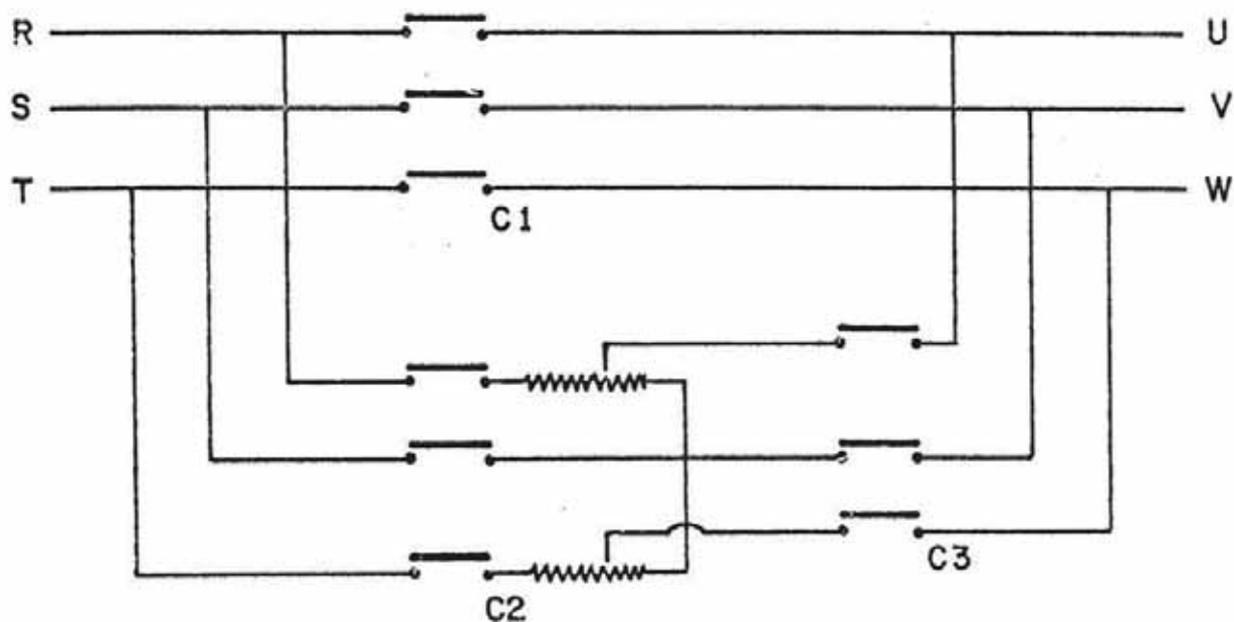


GRAFICO 3.2

ESQUEMA DEL ARRANQUE POR AUTOTRANSFORMADOR

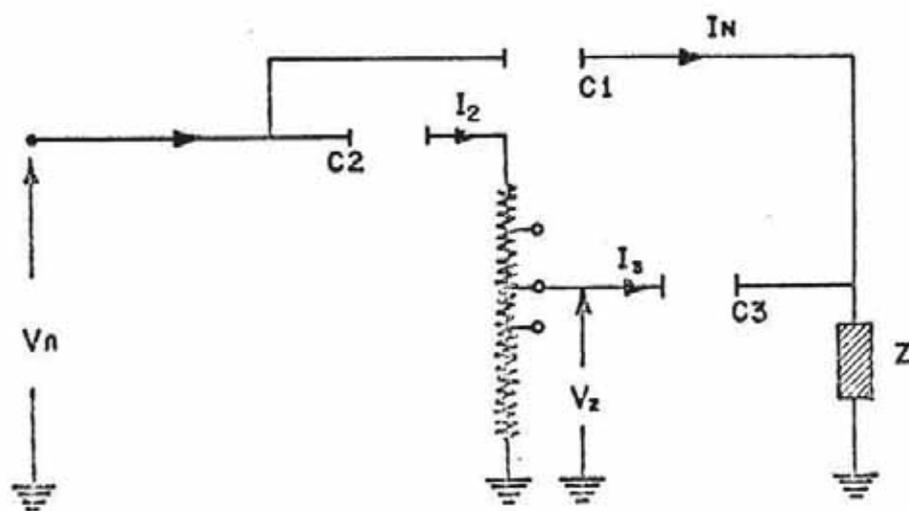


GRAFICO 3.3

DIAGRAMA DE FASE

Para simplificar este análisis, mostraremos el diagrama de la fase en el gráfico 3.3.

Donde:

I_3 : Corriente absorbida por el motor

V_2 : Tensión porcentual tomada por el motor en el arranque.

I_2 : Corriente absorbida de la red en el momento de arranque.

I_n : Corriente nominal absorbida por el motor a la tensión nominal V_n .

Z : Impedancia por fase del motor.

En las condiciones iniciales cerrando C2 y C3 se tiene que:

$$I_3 = \frac{V_2}{Z} = \frac{V_n}{Z} a \quad (1)$$

$$I_2 = I_3 a \quad (2)$$

$$I_2 = \frac{V_n}{Z} a^2 \quad (3)$$

En condiciones nominales

donde $I_n = \frac{V_n}{Z} \quad (4)$

reemplazando (4) en (3)

$$I_2 = I_n a^2 \quad (5)$$

y de (1)

$$I_3 = I_n a \quad (6)$$

Luego el contactor C3 se deberá escogerse con I_3 , el contactor C2 con I_2 y el contactor C1 con I_n , tal como se aprecia en el gráfico 3.3.

Según (5) y (6), se ve que I_2 e I_3 aumentarán su valor según aumente "a", considerando el peor de los casos - nosotros tomaremos el mayor valor probable de "a" que es 80% ó 0.8; haciendo el reemplazo en (5) y (6) tenemos:

$$I_2 = I_n \times (0.80)^2 = 0.64 I_n$$

$$I_2 = 0.64 I_n \text{ - - - - - (7)}$$

$$I_3 = I_n \times (0.8)$$

$$I_3 = 0.80 I_n \text{ - - - - - (8)}$$

Luego la selección de los contactores se hará así:

C2 con I_2 dado por (7)

C3 con I_3 dado por (8)

C1 con I_n calculado en el Capítulo II

CAPITULO IV

DISEÑO DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE LAS ELECTROBOMBAS

4.1 INTRODUCCION :

Como ya mencionamos en el capítulo anterior, las tres electrobombas proyectadas funcionarán en forma automática. Es cierto que esto requiere una inversión adicional, sin embargo acarrea una serie de ventajas en la operación y seguridad en los accionamientos que permite simplificar las condiciones de trabajo y disminuye las horas hombre.

Como las electrobombas se encuentran muy distantes una de otra y estos de los reservorios, la automatización simplifica el servicio de los mecanismos y permite aplicar el mando a distancia de los accionamientos eléctricos.

Estos sistemas son conocidos como sistemas con ciclo cerrado (sistemas de circuito cerrado), mediante el cual es posible, independientemente del estado de las acciones perturbadoras, mantener el régimen de trabajo pre-establecido para el accionamiento. En el diseño de éstos sistemas de control utilizamos la tierra como conductor de retorno, como lo pasaremos a describir más adelante.

4.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO DE AUTOMATIZACION

Para describir mejor el sistema de control automático es necesario resumir antes como se proyecta realizar el traslado del agua desde los pozos profundos hasta los dos reservorios (ver plano IE-01), para ello pasaremos a ver el proyecto de agua potable.

4.2.1 Proyecto Complementario de Agua Potable

Se plantea llevar el agua proveniente de tres pozos profundos. Dos de ellos POZO N° 1 y N° 2 - (P.1 y P.2) ubicados en la zona de la ciudad Satélite "Santa Rosa" y el POZO N° 3 (P-3), ubicada en la Cooperativa Albino Herrera (ver plano IE-01), hasta dos reservorios ubicados en la Av. Pacasmayo frente a la MZ.B.

Cada uno de estos pozos profundos cuenta con su electrobomba respectiva que bombea para llenar los dos reservorios. En las horas de mayor demanda puede funcionar dos o tres bombas al mismo tiempo como veremos más adelante.

4.2.2 Sistema de Control a Emplearse

Emplearemos el sistema de control de niveles por electrodos. Estos de acuerdo a una programación pre-establecida energizan relés electromagnéticos del tipo BW, que a su vez dan la correspondiente orden de arranque, parada o alarma (ver plano IE-08)

En el techo de cada reservorio se instalará un cabezal porta electrodos, desde donde se suspenderán los electrodos de nivel, el que varía según el consumo y según la llegada de agua.

La señal será llevada mediante cables TW a un juego de relés que se instalarán en el tablero de control y señalización (T.C.S.) ubicada en el reservorio N° 1 (R-1).

Desde estos relés se llevará la señal mediante cables NYY enterrados directamente en la vía pública, en forma paralela a la tubería de impulsión, hasta un relé instalado en el tablero general (T.G.) ubicada en cada una de las tres casetas de bombeo (ver plano IE-05)

En efecto este último relé da la señal de arranque o parada de los diferentes motores que accionan las bombas (P-1, P-2 y P-3), que deben fundionar según los requerimientos del nivel en los dos reservorios. A estos controles de arranque y parada se agrega un control de nivel de alarma de rebose.

El retorno de la señal o "cierre del circuito" se efectuará por tierra (se instalarán pozos de tierra para el control, como se puede apreciar en el plano IE-08)

4.3 CONDUCCION ELECTRICA EN SUELOS

Ya mencionamos que utilizaremos la tierra como conductor de retorno para el sistema de control automático.

El problema de la conducción eléctrica en suelos es de por sí sumamente complejo, es por ello que haremos un análisis general, para comprender las características eléctricas del terreno en especial la resistividad de este, ya que la resistencia de una puesta a tierra es directamente proporcional a la resistividad del terreno.

El terreno es un mal conductor eléctrico. Sin embargo dado los volúmenes que entran en juego es posible conseguir una conducción aceptable a través de éste.

La conducción por el terreno es fundamentalmente de carácter electroquímico y depende principalmente de:

- a) Volúmen de los poros del material que compone el terreno.
- b) Disposición y distribución de los poros.
- c) Porción de los poros rellena con agua.
- d) Conductividad del agua que llena los poros, lo cual comprende a su vez de:

- 1) Conductividad primaria: La del agua que entra en los poros.
- 2) Conductividad secundaria: La adquirida por disolución del material y que depende del estancamiento.

La resistividad de un terreno vale aproximadamente:

$$\rho_T = \rho_a \cdot f(C, V_p)$$

donde:

ρ_a = Resistividad del agua que llena los poros.

C = Constante que depende de la distribución de los poros.

V_p = Volúmen de los poros.

Los valores de éstos parámetros se encuentran tabulados con datos obtenidos de mediciones en los diferentes tipos de terrenos, pero éstos son siempre referenciales. Es importante las medidas de resistividad que deben hacerse en el lugar. -

La resistencia de puesta a tierra no debe ser mayor de 10 - - ohmios. Debido a que se van a conducir corrientes muy bajas - del orden de los miliamperios, se requiere que la resistencia sea la más baja posible.

4.3.1 POZOS DE TIERRA PARA EL SISTEMA DE CONTROL

Se construirán cuatro pozos de tierra , una en cada caseta de bombeo y otra en el reservorio N°1(R-1), donde se encuentra ubicado el tablero de control y señalización (T.C.S.). Los pozos se construirán de acuerdo a las indicaciones del plano IE-08 el diseño será semejante a los pozos de tierra construídos para protección.

El relleno se hará empleando sustancias químicas tales como labor - gel o Sanik-gel, que explicaremos, en el capítulo V. Los cálculos se efectuarán de acuerdo a la fórmula (5.1).

4.3.2 EXPLICACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS POZOS DE TIERRA UTILIZADOS PARA EL RETORNO DE LA SEÑAL DEL CONTROL -- AUTOMATICO.

En el plano N°IE-08 se encuentra el diseño del control automático, también están los circuitos para el funcionamiento de los pozos de tierras, que pasaré a explicar brevemente:

En el tablero general (T.G), se encuentra instalado un relé BW tipo "L", cuyas bobinas primarias entre los bornes 1 y 2 se encuentran permanentemente energizadas -- (ver plano N° IE-05) éstas inducen un flujo magnético en el núcleo laminado, sobre el cual está montado la bobina secundaria. Este flujo magnético induce un voltaje en la bobina secundaria o sea la bobina que está conectado al T.C.S. a través de sus terminales 3 y 5 normalmente abiertos, Sin embargo, la corriente no puede circular en ésta bobina hasta que se haya completado el circuito. El terminal 5 se encuentra conectado a la bornera k4 y ésta a su vez se encuentra conectado a través del cable tipo MYY 1 x 6 mm² a las borneras

k_1, k_2 ó k_3 del T.C.S., ubicadas en el reservorio N°1(R-1) (dependiendo si trabaja la electrobomba N° 1,2 ó 3).

En el T.C.S., el contacto 43-44 de los contactores C7, C8 y C9 (dependiendo si es el pozo N°1,2 ó 3 la que trabaja) son los que cierran o abren el circuito para accionar los relés en el T.G. y de ésta manera arrancar o parar el motor de la electrobomba. Por lo tanto el borne 43 está conectado al pozo de tierra a través de la bornera k_4 y el borne 44 está conectado a los bornes k_1, k_2 ó k_3 del T.C.S. La programación y secuencia de trabajo paremos a explicarlos.

4.4 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE BOMBEO DESDE LOS POZOS P-1, P-2 y P-3 A LOS RESERVORIOS R-1 Y R-2

4.4.1 PROGRAMACION DEL SISTEMA

La programación de arranque y/o parada de las tres electrobombas será de acuerdo a los niveles del tirante de agua pre-establecidos en ambos reservorios elevados. Se considerarán los siguientes niveles de operación de los "controles de niveles" (ver plano IE-08).

- Nivel de alarma de rebose
- Nivel de parada de las 3 electrobombas (nivel máximo).
- Nivel de arranque de 1 electrobomba (nivel mínimo)
- Nivel de arranque de 2 electrobombas (nivel mínimo)
- Nivel de arranque de 3 electrobombas (nivel mínimo)

4.4.2 SECUENCIA DE OPERACION

En el plano N° IE-08, se encuentra el esquema unifamiliar y el esquema desarrollado, de la secuencia de funcionamiento del control automático y la programación de los niveles, que describiremos a continuación:

- a) En el nivel de alarma de rebose cierra el contacto NA

del control (UCH1), relé tipo "L" de BW y actúa el sistema de alarma audio-visual.

- b) En el nivel máximo no trabaja electrobomba alguna.
- c) En el nivel mínimo A, cierra el contacto NA (6-7) del control UCL1 del tipo RH y energiza uno de los tres contactores auxiliares P1, P2 ó P3 que al cerrar sus contactos NA energiza uno de los tres contactos auxiliares C7, C8 ó C9. Al energizarse C7, C8 ó C9 un contacto NA (43-44) cierra el circuito de control remoto correspondiente de los relés L1, L2 y L3 del T.G. ubicados en las casetas de bombeo, que mediante su contacto NA (6-7) cierra el circuito de mando del tablero de fuerza correspondiente (1,2 ó 3) y arranca la electrobomba correspondiente en el siguiente orden de precedencia:
- Arranca electrobomba pozo 1, descansa electrobomba pozos 2 y 3.
 - Arranca electrobomba pozo 2, descansan electrobombas pozos 1 y 3.
 - Arranca electrobomba pozo 3, descansan electrobombas pozos 1 y 2.
- d) En el nivel mínimo B cierra el contacto NA (6-7) del control UCL 2 (tipo RH de BW) y permanece cerrado el contacto NA (6-7) del control UCL 1, entonces se energiza uno de los contactores auxiliares C3, C4 ó C5, dependiendo del contactor auxiliar que hubiere estado funcionando P1, P2 ó P3, ya que un contacto NA (23-24) de ellos está en serie con el contacto NA (6-7) del control UCL2, a través de un contacto NA (43-44) de C3, (43-44) de C4 ó (43-44) de C5 se energiza uno de los contactores auxiliares C7, C8 ó C9, que a su vez cierra el circuito de control remoto correspondiente de los relés L1, L2 y L3 del T.G. ubicadas en las casetas de bombeo, que al cerrar su con

tacto NA (6-7), permite arrancar otra electrobomba en el siguiente orden de procedencia.

- Arranca electrobombas pozos 1 y 2, descansa electrobombas pozo 3.
- Arranca electrobombas pozos 2 y 3, descansa electrobombas pozo 1.
- Arranca electrobombas pozos 3 y 1, descansa electrobombas pozo 2.

e) En el nivel mínimo C es enviada una señal desde los electrodos ubicados en los reservorios R-1 y R-2 a la unidad de control UCL3 (relé tipo RH de BW), que cierra su contacto NA (6-7), y energiza al contactor auxiliar C6. Este a su vez cierra sus 3 contactos NA (13-14), (23-24) y (33-34) energizado a los contactores auxiliares C7, C8 y C9, que a su vez cierran los circuitos de los controles remotos de los relés tipo L (L1, L2, y L3) del T.G. ubicado en las casetas de bombeo.

Estos relés cierran sus contactos NA (6-7) y permiten arrancar las tres bombas.

En todos los niveles mínimos mencionados el arranque de las electrobombas depende del nivel del agua en el pozo correspondiente, ya que si hay agua suficiente cerrará el contacto del control de nivel UCL1, UCL2 y UCL3 correspondiente. Solo si esto sucede, pueden realizarse los pasos (c), (d) y (e) precedentes.

Para la selección de los contactores auxiliares.

Se hace en función a la programación pre-establecida de los niveles de operación del líquido de los reservorios, y al número de contactos normalmente abiertos (NA) y normalmente cerrados (NC) que se requirieron.

Los sistemas de control se hacen en base, a relés electromagnéticos tipo EW, podría utilizarse relés electrónico que son mucho más sensibles que los electromagnéticos, pero se ha elegido el sistema con relés electromagnéticos.

CAPITULO V

SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

5.1 GENERALIDADES

Por la naturaleza de nuestro proyecto construiremos dos clases de pozos de tierra con la siguiente finalidad.

- a) Evitar gradientes peligros entre la infraestructura de su superficie y el suelo, para protección de personas mediante tensiones de toque.
- b) Utilizar como conductor de retorno en el sistema de control automático entre el tablero general (T.G.) y el tablero de control y señalización (T.C.S.), ubicada en el reservorio. Ya lo hemos tratado en el Capítulo de control automático. Se deberán construir siete pozos de tierra, tres de protección en cada caseta de bombeo y cuatro para el sistema de control automático.

Centraremos nuestro estudio en lo referente a la protección, que nos da un sistema de puesta a tierra con respecto al valor de resistencia se encuentra todavía en estudio, un valor bajo de resistencia medida no garantiza que la tensión de paso y de contacto, alcancen valores peligrosos para las personas. Se deben de considerar los recomendados como los indicadores de la confiabilidad del sistema.

Para prevenir accidentes es necesario una puesta a tierra de protección y seguridad personal. Se conectará al circuito de tierra.

Todas las partes metálicas no perteneciente a los circuitos energizados. carcasa de los motores, transformadores de intensidad.

El sistema de puesta a tierra proyectada en los tableros (T.G.) es independiente del sistema de puesta a tierra del control. Está formada por pozos de tierra típicos.

La puesta a tierra de nuestro sistema tiene el objetivo de limitar el potencial a un valor de seguridad, bajo todas las condiciones de funcionamiento del sistema normal o con falla. Cuando ocurre una falla a tierra las vidas pueden depender de una adecuada puesta de tierra.

Como la corriente eléctrica depende de la tensión y de la resistencia se puede establecer los límites de tensión. Si dichos límites rebasan, la corriente puede resultar peligrosa.

Según ensayos llevados a cabo con personas con manos secas experimentaron las siguientes sensaciones basadas en tensión.

T E N S I O N	EFFECTOS DE LA TENSION SOBRE EL CUERPO HUMANO
a 40 voltios	Un ligero cosquillo en los dedos
a 50 voltios	Cosquilleo en toda la palma de la mano
a 60 voltios	Ligero dolor hasta el codo
a 80 voltios	Contracción de las manos

Tabla N° 5.1 Efectos de la tensión sobre el cuerpo humano.

En la repetición de la prueba, pero con las manos húmedas, se pudo comprobar que a 40v ya no era posible abrir las manos.

El paso de la corriente eléctrica en el cuerpo humano se ha estudiado durante mucho tiempo, pero se tiene el impedimento que los experimentos son limitados a niveles que no ocasionan daño a las personas, por lo que son incompletos. No existe uniformidad de criterios sobre lo que origina la corriente eléctrica al pasar a través del cuerpo (las normas dan diferentes valores -

de seguridad).

El Código Nacional de Electricidad Tomo I da los siguientes valores que ocasionan efectos en la persona al paso de la corriente (ver tabla N° 5.2).

CORRIENTE ELECTRICA	EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA SOBRE EL CUERPO HUMANO
Inferior a 25 mA	Contracciones musculares. Aumento de tensión sanguínea.
25 a 80 mA	Posibles perturbaciones en los ritmos cardíacos y respiratorios con parada temporal del corazón y respiración.
80mA a 3A	Especialmente peligrosa. Puede ocasionar fibrilación ventricular de consecuencias mortales en la mayoría de los casos.
Mayor de 3 A	Perturbación del ritmo cardíaco. Posibilidad de parálisis cardíaca y respiratoria.

TABLA N° 5.2 Efectos de la intensidad de corriente eléctrica sobre el cuerpo humano.

Las normas Alemanas explican que las corrientes eléctricas de bajas intensidades que pasan a través del cuerpo producen calambres musculares, pero si pasan por el corazón pueden producir fibrilación que degenera en parálisis, en el caso de intensidades elevadas se producen variaciones electrolíticas en los músculos y como consecuencia en venenamiento.

Se ha comprobado que la gravedad del daño que ocasiona al paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo humano no solo dependen de los valores de tensión o corriente, sino también de la parte en contacto del cuerpo humano, el

tiempo de contacto y también de la frecuencia de la red.

La Universidad de Columbia realizó pruebas que condujeron a la ecuación.

$$I_k^2 t = 0.027$$

donde: I_k = es el valor RMS de la corriente que atraviesa el cuerpo en amperios.

t = es el tiempo de paso a la corriente.

Para el método seguido para el cálculo de sistema de puesta a tierra se considera que la personas están expuestas a la tensión de paso y de toque a la frecuencia de 60Hz, por tiempo limitado, independiente de la operación de los sistemas de protección.

En nuestro diseño del sistema de puesta a tierra por tensión de paso o por tensión de toque por ser bastante común, las Normas Técnicas de Seguridad de Personal como la IEEE rtd. 80 y la VDE 0100 recomiendan los valores siguientes:

Tensión de paso máximo 90V
Tensión de toque máximo 65V

5.2 CALCULO DE LOS POZOS DE TIERRA

Cada uno de los tableros generales (T.G.), en las tres casetas de bombeo deben estar conectados a un pozo de tierra. Para el cálculo del pozo de tierra usaremos la fórmula que está en función de la resistencia de puesta a tierra. El Código Eléctrico establece que la resistencia contra tierra de un electrodo enterrado no debe ser superior a 25 ohmios.

donde: R: Resistencia del electrodo de tierra
L: Longitud del electrodo
d: Diámetro del electrodo
ρ: Resistividad del terreno

Datos: L = 8' = 2.44 m
d = 5/8" = 0.157
ρ = 40 Ω - m

$$R = \frac{40}{2 \pi \times 2.44} \left(\ln \frac{8 \times 2.44}{0.157} - 1 \right)$$

$$R = 16 \Omega$$

En el caso de los sistemas de control, la resistencia no debe ser superior a 10 ohmios (≲ 10 ohmios), en caso de que no se obtuviera estos resultados se construirán dos pozos de tierra paralelos.

CAPITULO VI

ESPECIFICACIONES TECNICAS

6.1 SUB-SISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIA Y CONEXIONES

6.1.1 CABLES

Los cables que se instalarán en el S.D.S. debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Tipo: NY con formación paralela (blanco, negro y rojo).
- Tensión servicio: 1000 V
- Temperatura de operación: 80°C
- Características: Conductor de cobre electrolítico de 99.9% de conductibilidad aislados y enchaquetados individualmente con PVC, de gran resistencia a los ácidos y a la abrasión. Fabricados según normas IEC-228-1978 para los conductores e IEC-502-1978 para el aislamiento.

6.1.2 ZANJAS

Los cables de baja tensión se instalarán en zanjas de 0.50x0.65 m de profundidad mínima de superficie libre. El cable se colocará sobre una capa de tierra cernida de 0.05m. de espesor, protegido por una capa de tierra cernida de 0.30 m. de espesor, con una cinta señalizadora amarilla, tal como se indica en detalle del plano proyecto.

Características de la cinta de señalización:

- Material: Cinta de polietileno de alta calidad y de resistencia a los ácidos y álcalis.
- Espesor: 1/10 mm.
- Ancho: 5 pulgadas
- Color: Amarillo

- Inscripción: Letras negras que no pierden color con el tiempo, recubiertas con plástico.
- Elongación: 25%

Por encima de la cinta señalizadora, la zanja se rellena con tierra natural compacta.

Las inscripciones y modo de instalación, deberán ser de acuerdo a las normas establecidas por electrolima.

La tierra cernida se obtendrá con zaranda de cocada de $1/2''$.

Los cables en la misma zanja se instalarán con una separación de 0.20 m. entre ejes.

6.1.3 CRUZADAS

Los cables que cruzan la Avenida Pacasmayo en el pozo N° 2, se protegerán con ductos de concreto de 4" ϕ , disponiendo un cable en cada vía del ducto. Los ductos se colocarán sobre un solado de 5 cm. de espesor, como indica en el plano de red eléctrica, profundidad de instalación 1.0 m. La unión entre ductos será sellada con un anillo de cemento y se taponearán con yute alquitranado las vías de reserva.

6.1.4 CONEXIONES

6.1.4.1 Protección de Cables de Acometida

La tubería para protección de los cables de acometida eléctrica son de cloruro de polivinilo IVC del tipo pesado de 80 mm ϕ .

6.1.4.2 Cables

Los cables de acometida son de la misma característica de cable del sub-sistema de distribución secundaria tipo MYY de 2 (3-1x185 mm²). No tendrán empalmes con el cable de S.D.S. El mismo cable llegará hasta la caja de toma F3.

Entre la caja de toma F3 y la caja medidor, se utilizará para la conexión alambre tipo TW de 2,5mm² para la bobina de intensidad y el tipo TW 1,5 mm² para la bobina de tensión.

6.1.4.3 Cajas

1. Cajas toma tipo "F 3"

Las cajas de toma tipo F3 deberán tener las siguientes dimensiones 650 x 880 x 205 mm, están fabricados con plancha de hierro L.A.F. Las tapas tienen la chapa triangular correspondiente. Acabado con pintura anticorrosiva epóxica color gris, sobre superficie arenada. La preparación básicamente consiste en la perforación y roscado de 18 huecos 3/8" y la colocación de 9 bases F-1 preparados, que serán sujetados mediante 18 pernos ranurados de 3/8" x 3/4".

Preparación de base F-1

La preparación de bases F-1 consiste en la colocación de dos bornes de bronce y cuatro tapones plásticos en una base plástica de resina fenólica.

Equipamiento

El equipamiento de la caja F-3 es realizado de acuerdo con los planos de montaje normalizados por ELECTROLIMA.

Llevará montado 2 transformadores de corriente de clase de precisión 1, corriente en el secundario de 5A, nivel de aislamiento 1 kv, de 600/5A.

También llevará 9 fusibles tipo LAMINA de 200A, 225V.

2. Caja de medición tipo "3B"

Tendrá las siguientes dimensiones 410 x 510 x 262 mm. están fabricadas con plancha de fierro laminado en frio, acabado con pintura anticorrosiva epóxica color gris, llevará montado los siguientes aparatos de medición.

Medidor de Energía Activa

Será un medidor 3 ϕ a inducción con indicador de máxima demanda, 225V, 5A clase 1.

Medidor de Energía Reactiva

Será un medidor 3 ϕ de energía reactiva 225V, 5A, clase 3.

6.2 CASETA DE BOMBEO

6.2.1 CABLES

1. Cable Alimentador de la Caja de toma F3 al T.G y al motor de la bomba

Los conductores a ser suministrados e instalados en las casetas de bombeo el circuito de fuerza deben cumplir con las siguientes especificaciones:

Tipo : TIN
Tensión de servicio : 600V
Temperatura de operación : 75°C
Características : Conductor de cobre electrolítico de

99.9% de conductibilidad, blanco cableado concéntrico, con aislamiento de cloruro de polivinilo especial, de alta resistencia dieléctrica, resistencia a la humedad, productos químicos, grasas y calor. No propaga la llama. De fácil deslizamiento dentro de tubos. Fabricado según normas ASTM E-3 y B 8 para el conductor: VDE C250 e ICEA S-61-402 para el aislante.

Tubería.- El cable se instalará dentro de tubería PVC. SAP 80 mm ϕ que irán empotrados en el piso a 60 cm. - de profundidad.

2. Elementos componentes de la red de alumbrado

Conductores

Se empleará conductores aislados con PVC tipo TW, para una tensión de servicio de 600V. calibre 2.5 mm².

Tubería

Se instarán tuberías de PVC-SEL 20 mm ϕ que irán empotrados en el techo y la pared.

Cajas

Para los tomacorrientes se utilizarán cajas rectangulares de 100 x 55 x 50 mm profundidad.

Para salidas de luz en la pared y cajas de paso se utilizarán cajas octogonales de 100 x 40 mm.

Para salidas de luz en el techo, se utilizarán cajas octogonales de 100 x 40 mm de profundidad.

Las cajas serán fabricadas por estampado de plancha de hierro galvanizado de 1/32 de espesor. Las arcajes

para la fijación de los accesorios serán de una sola pieza con el cuerpo de la caja.

Interruptores de Alumbrado

Serán del tipo unipolares de 15A-250 V para colocación empotrada, similares a los fabricados por TICINO tipo MAGIC.

Tomacorrientes

Serán del tipo para empotrar de 15A, 250V, 60Hz, similar a los fabricados por TICINO tipo MAGIC.

6.2.2 TABLERO DE FUERZA Y CONTROL

El mando y protección de los tableros de fuerza y control son para el arranque por autotransformador. Los aparatos y equipos que forman los tableros de control son básicamente: Interruptores, fusibles, contactores, relés, elementos de mando y señalización e instrumentos de medida. Es de fabricación nacional.

Descripción

- a) El fabricante se encargará del equipamiento dándolo listo para su funcionamiento. Previamente se realizará las pruebas receptivas y balanceos de fases.
- b) El sistema de alimentación será tal como lo detallan los planos.

Características

El tablero será del tipo autoportado, comprenderá básicamente lo siguiente:

- Gabinete metálico
- Barras, soportes, conexiones y accesorios
- Equipos eléctricos

- Sistema de medición
- Autotransformador
- Arrancador para la bomba booster (equipo de clorinación)
- Control E/W modelo "L"

1. Gabinete

El gabinete será metálico del tipo autosoportado de las siguientes dimensiones 1800 x 1200 x 450 mm, constará de:

- La estructura interna que será construido con perfiles angulares de 1¹/₂" x 1¹/₂" x 1/8" las cuales van unidas mediante soldadura eléctrica.
- La estructura exterior será construida con planchas de Fe LAF de 3/32", cubierto totalmente.
- La parte frontal constará de puertas con cerradura tipo manija construida con planchas de fierro LAF de 2mm de espesor. Tendrán aberturas para el montaje de instrumentos y para los dispositivos de operación de los equipos.
- Las estructuras, paneles, puertas y soportes de fierro, serán sometidos a un tratamiento anticorrosivo del tipo fosfatizado y finalmente una capa de pintura gris martillado.

2. Barras, Soportes, Conexiones y Accesorios

Serán de cobre electrolítico de 99.9% de conductividad y de sección rectangular con resistencia mecánica y térmica capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos de corto circuito.

Las barras deberán pintarse para evitar efectos de corrosión: color verde (Fase R), color blanco (Fase S) y color rojo (Fase T).

El tablero deberá tener una barra de tierra diseñada con el 50% de la capacidad de las barras principales, la cual deberá empernarse a la estructura del tablero, teniendo - los agujeros necesarios para la toma de tierra se pintará de color amarillo.

Las barras deben ir sobre aisladores de araldite, capaces de soportar los esfuerzos electrodinámicos de la corriente de choque.

La conexión de los equipos a las barras principales deberá efectuarse con barras de cobre (platinas de cobre electrolítico) y el alambre será con cable, del tipo TW 2.5mm².

La conexión del cable principal a las barras se realizará con terminales de cobre del tipo soldado, debiendo asegurarse estos con pernos, arandelas planas, arandelas de presión y tuercas.

3. Equipos Eléctricos

Comprenderá básicamente de los siguientes:

- Interruptor General
- Fusibles
- Contactores.
- Relé Térmico
- Temporizador
- Elementos de mando y señalización

a). Interrunctor General

Es manual, 3 polos, 500 V AC de tensión de servicio, corriente nominal 630 A.

La operación del interruptor se hará a través de una manija montada sobre un eje de extensión la cual - ofrece un enclavamiento mecánico de tal modo de evitar que la puerta del gabinete sea abierta cuando el

interruptor está conectado.

b). Fusibles

Los fusibles para la protección de la línea son del tipo NH3; para la protección del sistema de control, y - medida son del tipo DZ.

Los cartuchos fusibles son fabricados, de porcelana aislante resistentes a desgastes térmicos y mecánicos. Son capaces de trabajar con tensiones de servicio de - hasta 500 V AC.

Los cartuchos fusibles garantizarán una capacidad nominal de interrupción mínima de 100 KA efectivos a 500 V. AC.

Las bases portafusibles del tipo DZ tienen sus respectivas coronillas, reducciones de fondo fabricados con partes aislantes de material cerámico garantizando así la mejor resistencia mecánica y dieléctrica.

c). Contactores

Los contactores de fuerza serán electromagnéticos, 3 polos, tensión de servicio nominal mínimo de 500 V AC, y tensión aislamiento de 600V.AC. Capaces de soportar temperaturas desde 60 a 80°C y una rebustes eléctrica mínima de 1.5 millones de maniobra, a su potencia nominal; en categoría de utilización AC-3.

La cámaras apogachispas serán de alta característica de tal modo que proporcionen un elevado poder de corte permitiendo un servicio intensivo.

El contactor deberá estar provisto en los circuitos normalmente mantenidos, de 2 contactos, uno normalmente - abierto y otro normalmente cerrado.

La capacidad nominal térmica de los contactos auxiliares será de hasta 10A a la tensión nominal de aislamiento de 660 V.AC.

Las bobinas del circuito de mando de los contactores serán para la tensión de 220V, AC. Los Límites de tensión de las bobinas del circuito de mando serán las siguientes:

En funcionamiento 0,85 a 1,1 de la tensión nominal de mando.

De desaccionamiento; 0,4 a 0,7 de la tensión nominal de mando.

d). Relé Térmico

Será de 3 polos, tensión de aislamiento de 660V.AC.

Serán compensados por temperatura ambiente de tal modo que, el desplazamiento que debe efectuar el conjunto de los elementos térmicos para provocar el disparo del relé, es el mismo para variaciones de temperatura comprendidos entre 40 a 70°C.

Los relés tendrán un dispositivo de desenganche diferencial de tal modo de provocar el disparo cuando detecte un desequilibrio, corte de fase (marcha en monofásico). El disparo será tanto más rápido cuanto más grande es la diferencia.

Los relés serán regulables y con fijación precisa a la corriente del motor. La intensidad límite de disparo estará comprendida entre 1,05, y 1,2 veces el valor máximo de selección.

El relé térmico dispondrá de un contacto auxiliar de desenganche automático en caso de disparo y asociado con un pulsador de rearme o desenganche manual. Adicionalmente dispondrá también de un contacto auxiliar normalmente abierto el cual cerrará en caso de disparo del relé.

e). Temporizador

Será un contacto auxiliar temporizado, será regulable desde 0.1 a 30 segundos. La capacidad nominal térmica será de 10A a la tensión nominal de aislamiento de -- 660V AC.

f). Elemento de mando y señalización

Constituidos por botones pulsadores, portalámparas y conmutador M-O-A.

- Botones pulsadores

Serán para el arranque y parada del arrancador. El elemento, operador será de pulsador simple con diámetro de 22 mm.

Los contactos de la unidad de control soportarán una corriente térmica de hasta 10A, y una tensión de empleo de hasta 600V AC.

- Portalámpara

Será fabricado con anillo frontal de latón cromado - con globito de policarbonato termoresistente, irrompible y auto extingible.

El portalámpara será apto para alojar lámpara de señal encandeciente del tipo Mignon con rosca E-14.

- Conmutador M-O-A

Será para el funcionamiento del arrancador de MANUAL CERO-AUTOMÁTICO.

El conmutador será del tipo semirrotativo en caja de resina termoindurente del tipo melamínico, apto para embutir en panel empotrado en chapa metálica con marco frontal cuadrado y manija de operación construída en material fenólico moldeado.

Poseerá contactos plateados del tipo de doble interrupción para trabajo pesado con una corriente nominal de 12A y tensión de servicio de hasta 550V.AC.

4. Aparatos del sistema de medición

Constituídos por voltímetro, amperímetro, transformadores de corrientes y conmutadores amperimétrico y voltímetro.

a). Voltímetro

Es el tipo de hierro móvil para embutir en panel en posición vertical empotrado en chapa metálica.

Las dimensiones serán de 96x96 mm, clase de precisión 1.5%, tensión de aislamiento contra tierra - 2KV, deflexión máxima de la escala 90° rango de medición 250 V.

El cuadro será de carátula blanca con letras negras con ajuste exterior del cero.

b). Amperímetro

Es del tipo de hierro móvil, para embutir en panel en posición vertical empotrado en chapa metálica.

Las dimensiones serán de 96 x 96 mm, clase de precisión 1.5%, tensión de aislamiento contra tierra 2 kV, deflexión máxima de la escala 90°.

Será adecuado para funcionar con transformador de medida de 5A en el secundario, con un rango de medición de 1200 A.

El cuadro será de carátula blanca con letras negras, con ajuste exterior del cero.

c). Transformadores de corriente

Poseerán arrollamientos y núcleo de hierro laminado en frío; con agujero transversal de tipo barra pasante, aislamiento seco de resina moldeada tropicalizado para montaje en gabinete.

Será de clase de precisión 1, corriente en el secundario de 5A, y nivel de aislamiento de 1kv, será de 600/5A.

Para seguridad de la instalación uno de los bornes secundarios se debe conectar a tierra, de manera que si se produce una falla de aislamiento entre primario y secundario, la sobre elevación del potencial del instrumento con respecto a tierra no pase del límite de seguridad.

Se debe mantener el secundario del transformador de corriente cerrado, para evitar que se produzca una elevada tensión en caso de existir cortocircui

to en la línea, que sería peligroso para el aparato y el personal de servicio.

Los primarios y secundarios llevarán letras finas o marcas señalando la polaridad correspondiente.

d). Conmutadores amperimétrico y voltimétrico

Los conmutadores serán del tipo semirrotativo en cajaderesina termoindurante del tipo melamínico, apto para embutir en panel empotrado en chapa metálica en marco frontal cuadrado y manija de operación construída en material fenólico moldeado.

Poseerán contactos plateados del tipo doble interrupción para trabajo pesado con una corriente nominal de 12A y tensión de servicio de hasta 550v AC.

Llevan grabado en la placa del marco las fases:

C-R-S-T para el conmutador amperimétrico.

C-RS-ST-TR para el conmutador voltimétrico.

5. Autotransformador

Será un autotransformador en triángulo abierto, con arrollamiento de cobre y núcleo de hierro laminado en frío, para montaje interior previsto para las siguientes condiciones:

Potencia	: 100 HP.
Tensión en el primario	: 220 V
Tensión en el secundario	: 0.8 Vn
	0.65 Vn
	0.50 Vn

Frecuencia : 60 Hz
Clase de servicio : continuo
Aislamiento : Clase A

6. Arrancador para el motor de la bomba booster (equipo de clorinación).

Se empleará arrancadores directos compuesto de:

a). Contactor

Contactor magnético con bobina en 220 V AC, 60Hz trifásico, categoría de utilización A C 3, tensión nominal de aislamiento 660 V, con 4 contactos NA.

b). Relé Térmico

Relé térmico de protección, contra sobrecarga, tripolares compensados y diferenciales.

7. Control E/M

Son relés electromagnéticos modelo "L". Las bobinas primarias serán adecuadas para un voltaje de línea de 220V, 60 Hz. En la bobina secundaria el voltaje es inducido y está conectado al T.C.S. La función que cumple este relé es únicamente como interruptor para abrir y cerrar - el circuito de control automático. De esta manera abre o cierra el circuito de fuerza de la electrobomba.

6.2.3 SUB-TABLERO DE DISTRIBUCION DE ALUMBRADO

Son de fabricación nacional y del tipo para empotrar. Están formados por:

- Gabinete
- Interruptores

Gabinete

Formado por caja, tapa y bases de montaje.

1. Caja: Es del tipo para empotrar de 450 x 300 x 100 mm, - construida de plancha de fierro negro LAF de 1.0 mm, de espesor la cual recibe el tratamiento anticorrosivo (fosfatizado) adecuado y acabado final en pintura martillada ploma, la que permite un uso adecuado en las - condiciones de trabajo requeridas.

Se ha previsto huecos ciegos de 3/4" ϕ en los cuatro - costados y espalda permitiendo así una mayor facilidad para el entubado y alambrado.

La caja tiene el espacio necesario a los cuatro costados para poder hacer todo el alambrado en ángulo recto.

2. Tapa: Es construido del mismo material que la caja. La unión con la caja será con tornillos, llevará un marco que cubra los interruptores y que deje libre únicamente la manija de operación, asegurando de este modo una - efectiva protección al personal operativo.
3. Bases de Montaje: Se ha previsto la colocación de bases individuales del tipo prefabricado.

Cabe indicar que ésta base está compuesta de una plancha metálica y un block con contactos de sujeción matrizados y 2 terminales con pernos de fijación del tipo prisionero, diseñado de modo tal, que permita alojar al interruptor automático.

La fijación del interruptor a la base de montaje no solo es hecha a través del contacto, de uña (interruptor) y el contacto de sujeción (base de montaje) que permite un seguro contacto eléctrico, evitando pérdidas de energía

por falsos contactos, sino también a través de un gancho que coge el interruptor en la parte inferior, no permitiendo la salida del interruptor sin antes haber sido desenganchado del contacto de sujeción y por tanto libre de tensión eléctrica.

Las bases de montaje individuales están previstos para lograr una adecuada combinación de los interruptores, ofreciendo asimismo una rápida reubicación o recambio, sin ser movidos los interruptores adyacentes.

Interruptores

- 1 Interruptor General
 - Termo magnético 2 x 20A, 10KA
- 2 Interruptores
 - Termo magnéticos 2 x 15A, 10KA
- 1 Espacio de reserva de
 - 2 p. 2 x 15A, 10KA

Son automáticos y fabricados de acuerdo a especificaciones U/L 489 y WC-375B.

El cuerpo del interruptor está constituido de un material aislante altamente resistente al calor, asimismo la cámara apagachispas posee un grupo de placas predispuestas -- que absorben el calor e interrumpen el arco rápidamente.

La manija de operación lleva marcada claramente su intensidad de corriente nominal y las letras "OFF" (Fuera desconectado) "ON" (sobreconectado).

Los interruptores son de operación manual en condiciones normales de trabajo, pero cuando existe una sobrecarga o cierto circuito realizarán una desconexión del circuito automático.

En condiciones de sobrecarga el elemento térmico hará disparar el interruptor de acuerdo con la curva característica de tiempo inverso.

Para corrientes de falla el interruptor opera en unos pocos milisegundos, consiguiendo de esta manera una desconexión extremadamente rápida en casos de cortocircuito.

En general los interruptores son de rápida conexión y desconexión, compensados por temperatura ambiente hasta 40°C, desenganche libre y disparo común.

6.2.4 MOTORES ELECTRICOS

1. Motor de la bomba

La bomba de pozo profundo será accionado por un motor - asincrono trifásico vertical, de eje hueco, con mecanismo de contramarcha tipo ratchet y brida NEMA, con rotor en cortocircuito para acoplamiento directo a la bomba de agua de pozo profundo. Estos motores se presentan en construcción cerrada, con aletas, ventilación externa y protección P 33.

- Potencia Nominal	: 180 H.P.
- Tensión Nominal	: 220 V
- Corriente Nominal	: 455 A
- Clase de Servicio	: Continuo
- Factor de potencia	: 0.86
- Factor de servicios	: 1.15
- Eficiencia	: 92%
- Aislamiento	: Clase B
- Velocidad nominal	: 1765 rpm.
- Frecuencia	: 60 Hz
- Arranque	: A tensión reducida por autotransformador.

2. Motor de la bomba booster del Clorinador

Será un motor asincrono, trifásico con rotor en corto circuito, para acoplamiento directo, construc -
ción cerrada, con ventilación externa y protección
P 33.

- Potencia	: 2.4. H.P.
- Tensión nominal	: 220 V
- Factor de potencia	: 0.78
- Corriente nominal	: 7.64
- Eficiencia	: 79%
- Velocidad nominal	: 1720 rpm.
- Frecuencia	: 60 Hz
- Arranque	: Directo

6.3 SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO

6.3.1 CABLE TIPO INY

Entre el Tablero General (T.G.) ubicada en los pozos -
P-1, P-2, y P-3 y el Tablero de Control y Señalización
(T.C.S.) ubicada en el reservorio N°1 (R-I), se emplea
rá conductores de cobre electrolítico de 99.9% de con-
ductibilidad con aislamiento de PVC, con protección del
mismo material del tipo INY. Será del tipo unipolar -
(blanco, rojo ó negro), para una tensión nominal de 1KV.
de 6 mm² de sección y fabricados según normas IEC-228 -
1978 para el conductor e IEC-502- 1973 para el aislamien
to. Temperatura máxima de operación 80°C.

La acometida en el reservorio R-1 será protegida por un
tramo corto de 0.50 m de tubería PVC del tipo pesado de
80 mm ϕ lo mismo que en el recorrido del cable en la
pared de dicho reservorio.

La entrada al tablero general en las casetas de bombeo,

será también protegida con tubería PVC del tipo pesado de 25 mm ϕ .

Para la alimentación eléctrica del tablero de distribución en el reservorio R-1 efectuará con el mismo tipo de cable perc duplex de 2-1 x 6 mm².

6.3.2 ZANJAS

Los cables se instalarán en zanjas de 0.50 x 0.65m de profundidad mínima de la superficie libre en una ubicación coincidente con la tangente vertical de la tubería de impulsión. El cable se colocará sobre una capa de tierra cernida de 0.05 m de espesor, protegida por una tierra cernida de 0.15 m de espesor, con cinta señalizadora amarilla, tal como se indica en el detalle del plano proyecto.

Características de la cinta señalizadora:

- Material : Cinta de polietileno de alta calidad y resistencia a los ácidos y álcalis.
- Ancho : 5 pulgadas
- Espesor : 1/10 m m.
- Color : Amarillo brillante, inscripción con letras negras que no pierdan su color con el tiempo y recubiertas con plástico.
- Elongación : 250%

Por encima de la cinta señalizadora, la zanja se rellenara con tierra natural compactada.

El cable deberá tener la menor cantidad de empalmes y si es posible, ninguno. De ser necesario un empalme se protegerá lateralmente y por la parte superior con ladrillos corrientes, formando una pequeña caja de mampostería rellenándose la misma con arena o tierra cernida.

El empalme se hará con conectores a presión; se empleará moldes de plástico para cubrir el empalme, los que serán rellenados con resina aislante, cuidando de no dejar burbujas en el momento de vaciar ésta.

6.3.3 CONDUCTOR TIPO TW

Entre el Tablero de Control y Señalización (T.C.S.) y el cabezal portaelectrodos se empleará conductores de cobre electrolítico de 99.9% de conductibilidad con aislamiento de cloruro de polivinilo (PVC) del tipo TW de 2.5. mm² los que instalarán dentro de tuberías PVC del tipo pesado de 25 mm ϕ .

Para el conexionado en el Tablero de Control y Señalización se utilizarán conductores del mismo tipo pero de 1.5 mm².

6.3.4 CRUZADAS

Los cables de control como son subterráneos, al cruzar las calles de tránsito vehicular se protegerán con ductos de concreto de dos y cuatro vías de 50 mm ϕ . Las zanjas para la colocación de los ductos no tendrán menos de 1.05 m. de profundidad. La unión entre los ductos serán sellados con anillo de cemento y en los extremos se taponearán con yute al quitranado las vías de reserva.

6.3.5 CONDUCTOS

En todos los casos en que el conductor vaya a ser protegido, se empleará tubería y accesorios de cloruro de polivinilo (PVC) del tipo pesado, los diámetros son indicados en el plano proyecto.

6.3.6 CAJAS

Cajas de paso

En los sitios donde se requiera se empleará cajas de paso de fierro galvanizado del tipo pesado (1/16" de espesor de plancha, mínimo) las dimensiones están indicados en los planos. Todas estas cajas llevarán sus respectivas tapas ciegas.

Cajas para el cabezal portaelectrodos

Se construirán cajas de albañilería para proteger el cabezal portaelectrodos según detalle, mostrado en el plano. Dichas cajas tendrán una tapa y marco de fierro galvanizado de 1/16" de espesor asegurada con pernos.

6.3.7 CABEZAL PORTAELECTRODOS

Este elemento estará construido de bronce y tendrá capacidad para sostener por lo menos siete (7) electrodos con sus respectivos plugs roscados de sujeción.

Poseerán una abertura lateral para la entrada de los cables, el cual no será menor de 3/4" ϕ .

El acceso a las conexiones de los cables se hará por la tapa superior de este elemento.

6.3.8 ELECTRODOS

Los electrodos irán suspendidos mediante conductores de acuerdo a los niveles preestablecidos. Serán roscados en un extremo e irán cubiertos por una capa de cloruro de polivinilo, a fin de evitar la corrosión.

Las longitudes deben ser adecuadas para los niveles programados que se detallan en el plano proyecto.

6.3.9 TABLERO DE CONTROL Y SEÑALIZACION

Se instalarán en el reservorio N° 1 (R-1). Se fabricarán con planchas de fierro LAF de 1/16", con ángulos de soporte de las mismas características del resto del tablero. Tendrán acceso por delante mediante puerta y bisagras, a fin de poder acceder a los elementos interiores.

Contendrán los relés, contactores auxiliares y los elementos de señalización y alarma.

Reles

En el proyecto se ha mencionado y denominado a los reles con letras correspondientes a los modelos BU.

Las bobinas primarias serán adecuadas para un voltaje de línea de 220V, 60 ciclos/seg. En la bobina secundaria el voltaje es inducido, generado dentro del mismo relé; la bobina secundaria nunca debe estar conectada a ninguna fuente de corriente. Los reles consumen 9VA.

Alarma audiovisual

Para los casos de alarma se dispondrá de una luz intermitente en el frente del tablero, además de una bocina tipo HORN, ubicada en un sitio adecuado que permita se oiga sin dificultad.

Contactores auxiliares

Para la programación del arranque y/o parada de las electrobombas se cuenta con un sistema de contactores auxiliares, con las siguientes características:

- Tensión nominal de aislamiento : 660V
- Variación de tensión admisible : 0,85 a 1,1 Vn
- Consumo medio : 73 VA llamada
- Robustez mecánica : 20 millones de maniobras
- Número de contactos : 4
- Tensión en las bobinas del circuito de mando : 220V

6.4 FUESTA A TIERRA

Se construirán pozos de tierra tanto para protección como para el sistema de control. Estará compuesta con los siguientes materiales:

Tendrán las características indicadas en el plano, incluyendo la varilla de cobre y conector de cobre.

Cuando se construyan los pozos de tierra de protección se rellenará con, carbón, sal común y tierra de cultivo por capas.

En el caso de los pozos para el sistema de control se rellenará con Sanick gel ó labor gel, para alcanzar la resistencia de contacto a tierra no mayor de 10 ohmios.

CAPITULO VII

METRADO Y PRESUPUESTO

GENERALIDADES

Considerando que el conocimiento del costo es importante y necesario para cumplir con los más grandes objetivos de la ingeniería que es conseguir la eficiencia financiera que resulte ventajosa, así como también la confiabilidad del sistema que se está proyectando, se incluye en el presente trabajo los costos y presupuestos.

Generalmente se busca optimizar los costos de inversión porque el menor costo no representa que el sistema sea más confiable ni el mayor costo por que se estaría sobredimensionando. Por esta razón se busca una solución estudiando la procedencia de los equipos, los sellos de garantía y normas que cumplen las mismas, de acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto y a los requerimientos del sistema que se pretende construir.

En el presente proyecto la inversión es financiada por el Estado, pero al momento de adjudicarse las viviendas el costo es íntegramente cubierto por los usuarios y de acuerdo a las disposiciones legales - estos pasan para su administración a SEDAPAL como bienes capitalizable para el Estado. Por esta razón que esta inversión no revierte utilidad alguna como es el caso de plantas industriales cuyo estudio de costos es importante para la recuperación de la inversión y ver la utilidad que se espera tener en un lapso determinado de tiempo.

En este capítulo incluimos el metrado y presupuesto, análisis de precios unitarios para ver los rendimientos por unidad tanto de los materiales, equipos y mano de obra. Finalmente se incluye la fórmula polinómica de reajuste automático de precios, en base a los índices unificados de precios aprobados por CREPCO, para su actualización en el momento que se requiera.

7.1 METRADO Y PRESUPUESTO

METRADO Y PRESUPUESTO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA — FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTROCOMUNICACIONES DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS O. JARA DEPAZ
	FECHA : DICIEMBRE 1986

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADOS		COSTOS	
		UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
1.000	<u>SUB-SISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIA Y CONEXIONES</u>				
1.100	Movimiento de tierras				
1.101	Excavación de zanjas con una sección promedio de 50 x 60 cm.	ml	110	19.19	2110.90
1.102	Rellenado de zanja, compactación y eliminación del material sobrante de 50 x 60 cm.	ml	110	15.00	1650.00
1.103	Cruzada bajo pista de tránsito vehicular, incluido apertura y relleno de zanja de 1.00 m de profundidad y solado de concreto pobre 1/12, de 0.05 de espesor con ducto de 4 vías	ml	24	267.63	6423.12
1.200	Suministro y tendido de cable tipo IMY incluido cinta señalizadora y arena, para los pozos 1,2 y 3.				
1.201	De 3-1x185	ml	284	1103.05	313,266.20
1.300	Suministro de materiales y construcción de un murete de 1400 x 1900 x 300.	Unid.	3	781.26	2,343.78
1.400	Suministro e instalación de caja toma.				
1.401	Caja metálica tipo F3 industrial de 650 x 800 x 200 mm.	Unid.	3	1217.02	3,651.06

METRADO Y PRESUPUESTO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA — FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTROBO BAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CALOS O. JARA DEPAZ
	FECHA : DICIEMBRE 1986

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADOS		COSTOS	
		UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
1.402	Fusibles tipo lámina de 200 Amp.	Unid.	27	20.61	556.47
1.403	Transformador de corriente de 600/5A	Unid.	6	207.34	1244.04
1.500	Suministro e instalación de caja portamedidor				
1.501	Caja tipo 3E metálico de 410 x 510 x 262 mm	Unid	3	882.10	2646.30
1.502	Medidor de energía activa 3 ϕ , clase 1	Unid.	3	3433.16	10299.43
1.503	Medidor de energía reactiva 3 ϕ , clase 3	Unid.	3	7854.66	23563.98
	SUB-TOTAL :				367,755.25
2.000	<u>CASETA DE BOMBEO</u>				
2.100	Suministro e instalación de cable tipo TH W, en ducto FVC, para los pozos N° 1,2 y 3.				
2.101	1 x 185 mm ²	m 1	174	521.44	90,730.56
2.200	Suministro e instalación de ductos FVC del tipo pesado de 80 mm ϕ P, incluye apertura de zanja	m 1	50	181.43	9,071.50
2.300	Suministro y montaje del Tablero de fuerza y control, compuesto de:				

METRADO Y PRESUPUESTO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA — FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTRO- BOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS O. JARA DEFAZ <hr/> FECHA : DICIEMBRE 1986

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADOS		COSTOS	
		UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
2.301	Gabinete metálico tipo autosopor- do de 1800 x 1200 x 450 mm construi- do según plano y especificaciones	Unid.	3	12,247.88	36,743.64
2.302	Arrancador automático tipo autotrans- formador de 180 H.P.	Unid.	3	129,530.67	388,592.01
2.303	Relé para el control tipo D/!! mode- lo "L", 220V.	Unid.	3	1,857.12	5,571.36
2.304	Arrancador para el motor de la bom- ba Booster (equipo de clorinación)	Unid.	3	1,662.66	4,987.98
2.400	Suministro y montaje del Sub-table- ro de distribución de alumbrado y tomacorrientes de las casetas de bombeo	Unid.	3	2,314.60	6,943.80
2.500	Suministro e instalación de salidas de circuitos derivados, inc. tuberías conductorés, cajas de T.G., etc.				
2.501	Centros de alumbrado y braquetes	Pto.	7	289.86	2,029.02
2.502	Tomacorriente bipolar doble univer- sal.	Pto.	5	271.28	1,356.40
2.600	Suministro y montaje de motores eléctricos de acuerdo a especifica- ciones técnicas.				

METRADO Y PRESUPUESTO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA — FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTRO- BOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS O. JARA DEFAZ FECHA : DICIEMBRE 1986

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADOS		COSTOS	
		UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
2.601	Motor asíncrono 3 ϕ , 220V, 60Hz, 180HP, 1765 RPM, tipo 315 MR, para arranque por autotransformador.	Unidad	3	186,606.08	559,818.24
2.602	Motor asíncrono para la bomba booster de clorinador de 2.4 H.P. 1720 RPM, 60HZ, arranque directo	Unid.	3	4,072.40	12,217.20
	SUB-TOTAL				1,118,061.71
3.000	<u>SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO</u>				
3.100	Movimiento de tierra				
3.101	Excavación de zanjas con una sección promedio de 050 x 050 m.	m ³	1150	19.19	22,260.40
3.102	Relleno de zanja, compactación y eliminación de material sobrante de 050x0.50 m.	m ³	1150	15.00	17,400.00
3.200	Cruzada bajo pista de tránsito vehicular incluido apertura y relleno de zanjas de 1.00 m de profundidad y solado de concreto pobre 1/12 de 0.05 m. de espesor.				
3.201	Con ducto de 2 vias	m ³	102	242.41	24,725.82

METRADO Y PRESUPUESTO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA — FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTRO- BOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS O. JARA DEPAZ
	FECHA : DICIEMBRE 1986

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADOS		COSTOS	
		UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
3.202	Con ducto de 4 vías	ml	14	267.63	3746.82
3.300	Suministro y tendido de cable tipo NYY incluido cinta señalizadora y arena.				
3.301	de 1 x 6 mm ²	ml	1511	25.55	38606.05
3.302	de 2 x 6 mm ²	ml	220	41.60	9152.00
3.400	Suministro e instalación del cable en ducto del tipo TH, desde el T.C.S. al portaelectrodo.				
3.401	de 2.5 mm ²	ml	700	11.39	1443.10
3.500	Suministro e instalación de ductos PVC del tipo pesado, incluye aper- tura de zanja.				
3.501	de 25 mm Ø P	ml	160	95.95	15352.00
3.502	de 50 mm Ø P	ml	10	144.31	1443.10
3.600	Suministro e instalación de cajas de pase, de F.G.				
3.601	de 100 x 100 mm.	Unid.	5	62.00	310.00
3.602	de 150 x 150 mm.	Unid.	4	95.48	381.72
3.700	Suministros y montaje del tablero de Control y señalización (T.C.S.)	Unid.	1	14,440.48	14,440.48

METRADO Y PRESUPUESTO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA — FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTRO- BOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS O. JARA DEPAZ
	FECHA : DICIEMBRE 1986

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADOS		COSTOS	
		UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
3.800	Suministro y montaje del tablero de distribución, ubicado en el reservorio elevado N° 1 de acuerdo a plano y especificaciones	Unid.	1	771.36	771.36
3.900	Suministro e instalación del control de niveles.				
3.901	Fortaelectrodos B/W modelo EG	Unid.	2	867.36	1734.72
3.902	Electrodos	Unid.	12	761.24	9134.88
	SUB-TOTAL				167,432.35.
4.000	<u>PUESTA A TIERRA</u>				
4.100	Suministro e instalación de pozos de tierra.				
4.101	Pozo de tierra de 2.50 m de profundidad por 0.90m de diámetro, con caja de concreto (140kg/cm ²) de 0.15 m de espesor por 0.55m de profundidad por 0.30 de hueco interior y tapa de concreto armado de 0.40 m x 0.40 m., electrodo de cobre de 5/8" x 2.40 m., relleno por capas con carbón vegetal, sal				

METRADO Y PRESUPUESTO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA — FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTRO- BOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS O. JARA DEFAZ
	FECHA : DICIEMBRE 1986

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADOS		COSTOS	
		UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
	común, y tierra, que servirá como protección.	Conj.	3	1289.09	3867.27
4.102	Idem al anterior pero el relleno se hará con sustancias químicas Sanick gel ó Labor-gel, que servirá como retorno para el sistema de control automático.	Conj.	4	1960.84	7843.36
	SUB-TOTAL:				11710.63

RESUMEN

1.000	Sub-Sistema de Distribución		
	Secundaria y Conexiones	I/.	367,755.25
2.000	Caseta de Bombeo		1'118,061.71
3.000	Sistema de Control Automático		167,432.35
4.000	Sistema de Puesta a Tierra		<u>11,710.63</u>
	Total de Materiales y	I/.	1'664,959.94
	Mano de Obra		
	Gastos Generales y	I/.	<u>416,239.99</u>
	Utilidad (25%)		
	Total General		2'081,199.93
			=====

7.2 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTROBOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS O. JARA DEPAZ
	FECHA : DICIEMBRE 1966

PARTIDA	DESCRIPCION	UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
1.101	De: 50 x 60cm.	Ml			
	Operario	HH	0.054	31.44	1.70
	Peón	HH	0.700	24.98	17.49
	TOTAL :				19.19
1.102	De 50 x 60 cm	ml			
	Operario	HH	0.032	31.44	1.01
	Peón	HH	0.560	24.98	13.99
	TOTAL :				15.00
1.103	Con ducto de 4 vías	ml			
	Cemento	bl	0.095	46.50	4.42
	Hormigón de río	m ³	0.038	60.00	2.28
	ducto de concreto de 4 vías	ml	1.000	109.74	109.74
	brea, yute etc.	est.	1.000	20.00	20.00
	Operario	HH	1.360	31.44	42.76
	Peón	HH	3.54	24.98	88.43
	TOTAL :				267.63
1.201	De 3 - 1 x 185 mm ² NYN	ml			
	cable 3-1 x 185 mm ²	ml	1.000	1059.07	1059.07
	Cinta señalizadora para E.T.	ml	1.000	1.50	1.50
	Terminales, soldadura etc.	est	1.000	3.00	3.00
	Operario	HH	0.350	31.44	11.00
	peón	HH	0.140	24.98	28.48
	TOTAL :				1103.05

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTROBOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS C. JARA DEFAZ
	FECHA : DICIEMBRE 1986

PARTIDA	DESCRIPCION	UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
1.300	Murete para la conexión de la cace	Unidad			
	ta de bombeo				
	cemento	B1	1.59	47.00	74.73
	Arena gruesa de cantera	m ³	0.071	60.00	4.26
	Arena fina de cantera	m ³	0.065	80.00	5.20
	Hormigón de río	m ³	0.236	60.00	14.16
	Piedra grande de río	m ³	0.114	80.00	9.12
	Ladrillo KK arc. 10x15x25 cm.	Un.	51.00	2.00	102.00
	Madera de andamiaje	p ²	0.663	15.00	9.95
	Operario	HH	8.000	31.44	251.52
	Oficial	HH	4.000	27.62	110.48
Peón	HH	8.000	24.98	199.84	
	TOTAL				781.26
1.401	Suministro e instalación de caja	Unid.			
	toma tipo F-3				
	Caja tipo F-3 650x880x200 mm	Unid.	1.000	9.00	9.00
	Operario	HH	5.000	31.44	157.20
Peón	HH	5.000	24.98	124.90	
	TOTAL				1217.02
1.402	Suministro e instalación de fusi-				
	bles tipo lámina	Unid.			
	Fusibles tipo lámina 200A	Unid.	1.000	9.00	9.00
	Operario	HH	0.250	31.44	7.86
Peón	HH	0.150	24.98	3.75	

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTROBOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS O. JARA DEPAZ
	FECHA : DICIEMBRE 1985

PARTIDA	DESCRIPCION	UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
	TOTAL:				20.61
1.403	Suministro e instalación de transformadores de corriente.	Unid.			
	transformadores de corriente 600/5A	Unid.	1.000	94.50	94.50
	Operario	HH	2.000	31.44	62.88
	Peón	HH	2.000	24.98	49.96
	TOTAL :				207.34
1.501	Suministro e instalación de caja portamedidor	Unid.			
	Caja tipo 3B 410x510x262 mm.	Unidad	1.000	600.00	600.00
	Operario	HH	5.000	31.44	157.20
	Peón	HH	5.000	24.98	124.90
	TOTAL :				882.10
1.502	Medidor de energia activa	Unidad			
	Medidor de energia activa 3φ, clase 1	Unid.	1.000	3197.90	3197.90
	Conductor TW 2.5 mm ²	mL	1.000	5.58	5.58
	Conductor TW 1.5 mm ²	mL	1.000	4.00	4.00
	Operario	HH	4.000	31.44	125.76
	Peón	HH	4.000	24.98	99.92
	TOTAL :				3433.16

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTROBOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS O. JARA DEPAZ
	FECHA : DICIEMBRE 1986

PARTIDA	DESCRIPCION	UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
1.503	Medidor de energía reactiva	Unid.			
	Medidor de energía reactiva				
	3φ, clase 3	Unidad	1.000	7619.40	7619.40
	Conductos TW 2.5 mm ²	ml	1.000	5.58	5.58
	Conductos TW 1.5 mm ²	ml	1.000	4.00	4.00
	Operario	HH	4.000	31.44	125.76
	Peón	HH	4.000	24.98	99.92
	TOTAL :				7854.66
2.101	De 1x185 mm ² THW	ml			
	Conductos, cable THW				
	185 mm ²	ml	1.000	493.40	493.40
	Terminales, soldadura etc.	est.	1.000	3.00	3.00
	Operario	HH	0.240	31.44	7.55
	Peón	HH	0.700	24.98	17.49
	TOTAL :				521.44
2.200	Suministro e instalaciones				
	de ductos FVC	ml			
	Ductos FVC - 80 mm Ø P	ml	1.000	86.00	86.00
	Curva	Unid	0.240	183.00	43.92
	Unión	Unid	0.160	52.00	8.32
	Pegamento	est.	1.000	2.00	2.00
	Operario	HH	0.610	31.44	1.22

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELEC- TROBOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS O. JARA DEPAZ FECHA : DICIEMBRE 1986
--	--

PARTIDA	DESCRIPCION	UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
	Peón	HH	1,600	24.98	39.97
	TOTAL :				181.43
2.301	Suministro e instalación del gabinete metálico, para T.G.	Unid.			
	Gabinete tipo autosoportado de 1800 x 1200 x 450 mm. construido según plano	Unid.	1,000	10,667.00	10,667.00
	Operario	HH	20.00	31.44	628.80
	Oficial	HH	20.00	27.62	552.40
	Peón	HH	16.00	24.98	399.68
	TOTAL :				12,247.88
2.302	Arrancador automático tipo autotransformador	Unid.			
	Interruptor general manual 3 polos, 500V, 630A.	Unid.	1,000	22,725.19	22,725.19
	fusible tipo NH-3,630A	Unid.	3,000	564.00	1,692.00
	fusibles DZ, 4A	Unid.	4,000	10.81	43.24
	Contactador electromagnético, 630 Amp. en AC-3, con bobina 220V, 60 HZ	Unid.	1,000	30,113.60	30,113.60
	idem al anterior pero de 400 Amp	Unida.	1,000	16,809.10	16,809.10
	idem pero de 300 Amp.	Unid.	1,000	12,000.00	12,000.00

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTRO- BOMBAS DE CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS JARA DEFAZ
	FECHA :

PARTIDA	DESCRIPCION	UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
	Relé térmico diferencial Compensado, rango de regulación 400 - 630 Amp. 220V, 60 HHz	Unid.	1,000	6372.00	6372.00
	Contactador auxiliar temporizado de 0.1 a 30 seg, con bobina 220V,60Hz	Unid.	1,000	896.80	896.80
	Autotransformador de 180 H.P. 220V, 60 Hz	Unid.	1,000	26,500.00	26,500.00
	Selector manual o automático	Unid.	1,000	436.60	436.60
	Commutador voltimétrico para medi- ción de las tres fases	Unid.	1,000	266.00	266.00
	Cable TW, 2.5 mm. ²	m	15.00	5.58	83.70
	Commutador amperimétrico	Unid.	1,000	266.08	266.08
	transformadores de intensidad 500/5A	Unid	2,000	94.50	189.00
	voltímetro 0-250V, 96x96 mm.	Unid	1,000	724.50	724.50
	Amperímetro 0-1200A 96 x 96 mm.	Unid	1,000	638.90	638.90
	lámpara piloto de señalización y portalámpara	Unid.	1,000	135.00	135.00
	Operario	HH	80	31.44	2515.20
	Mano de Obra especializada	HH	80	50.00	4000.00
	Oficial	HH	80	50.00	2209.60

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTRO BOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS O. JARA DEFAZ FECHA : DICIEMBRE 1986
---	--

PARTIDA	DESCRIPCION	UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
	Peón	HH	42.00	24.98	1049.16
	TOTAL :				129,530.67
2.303	Relé para el control automático	Unid.			
	Relé tipo B/W modelo L, 220V, 60Hz	Unid.	1.000	1600.00	1 600.00
	Operario	HH	5.000	31.44	157.20
	Peón	HH	4.000	24.98	99.92
	TOTAL :				1857.12
2.304	Arrancador para el motor de la bomba booster	Unid.			
	Contactora electromagnética de 3x 15 Amp. con 2NA + 2NC	Unid.	1.000	820.00	820.00
	Relé térmico diferencial y compensado, rango 10-15Amp. 220V, 60HZ	Unid.	1.000	335.50	335.50
	Conductos TW-2.5 mm ²	mL	10.00	5.58	55.80
	Operario	HH	8.00	31.44	251.52
	Peón	HH	8.00	24.98	199.84
	TOTAL :				1662.66
2400	Suministro y montaje del sub-tablero de distribución gabinete metálico mural tipo para empotrar de 450 x 300 x 100 m.	Unid.	1.000	620.00	620.00

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTRO- BOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS O. JARA DEPAZ <hr/> FECHA : DICIEMBRE 1986
--	--

PARTIDA	DESCRIPCION	UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
	Interruptor general termomagnético 220 V, 2x20A, 101A	Unid.	1,000	491.50	491.50
	Interruptor termomagnetico 220V 2 x 15A, 10 KA	Unida.	2,000	315.50	631.00
	Cable TW 2.5 mm ²	ml	5,000	1.58	7.90
	Operario	HH	10.00	31.44	314.40
	Peón	HH	10.00	24.98	249.80
	TOTAL :				2314.60
2.501	Centros de alumbrado y braquetes	Pto.			
	Tubos PVC del tipo liviano 15 mm ϕ L	ml	6.78	5.83	39.53
	Curvas PVC del tipo liviano de 15 mm ϕ	Unid.	4,000	4.84	19.36
	Conexión a caja de 20 mm ϕ	Unid.	4,000	3.00	12.00
	Conductor con aislamiento TW de 2.5 mm ²	ml	14,000	1.80	25.20
	Interruptor simple	Unid.	0.530	25.00	13.25
	Caja octogonal de 100 x 55 mm	Unid.	1,000	7.50	7.50
	Caja rectangular de 100 x 55 x 50mm	Unid.	0.530	7.10	3.76
	Operario	HH	3.00	31.44	94.32
	Peón	HH	3.00	24.98	74.94
	TOTAL :				289.86

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTROBOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS O. JARA DEPAZ
	FECHA : DICIEMBRE 1986

PARTIDA	DESCRIPCION	UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
2.502	Tomacorriente bipolar				
	doble universal	Pto.			
	Tubina FVC liviana de 15 mm ϕ L	ml	4.50	5.83	26.24
	Curvas FVC liviana de 15 mm ϕ L	ml	2.00	4.84	9.68
	Conexión a caja FVC 15 mm ϕ L	ml	9.00	3.00	27.00
	Tomacorriente bipolar doble universal	Unid	1.00	32.00	32.00
	Caja rectangular de 100x55x50 mm	Unid.	1.00	7.10	7.10
	Operario	HH	3.00	31.44	94.
	Peón	HH	3.00	24.98	74.94
		TOTAL			
2.601	Suministro y montaje de motor	Unid			
	Motor, asíncrono 180 H.P. 220V, 60Hz	Unid.	1.000	176,826.00	176,826.00
	Concreto 175 kg/cm ² para la base	m ³	0.800	970.00	776.00
	Fierro de construcción	kg	50,000	15.00	450.00
	Plancha de fierro de 1 ¹ / ₄ " espesor	m ²	1.000	400.00	400.00
	Pernos de anclaje 1 ¹ / ₄ " x 6"	Unid.	4.000	30.00	120.00
	Grua hidraulica	HH	4.000	600.00	2400.00
	Operario	HH	48.000	31.44	1509.12
	Oficial	HH	48.000	27.62	1325.76
	Peón	HH	40.000	24.98	999.20
	Mano de Obra calificada	HH	36.000	50.00	1800.00
		TOTAL:			

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTROBOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS O. JARA DEPAZ
FECHA : DICIEMBRE 1986	

PARTIDA	DESCRIPCION	UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
2.602	Suministro y montaje de motor	Unid.			
	Motor asíncrono 3 ϕ , 220V, 60Hz				
	2.4 H.P	Unid.	1.000	3500.00	3500.00
	Operario	HH	8.000	31.44	251.52
	Peón	HH	4.000	24.98	99.92
	Oficial	HH	8.000	27.62	220.96
	TOTAL :				4072.40
3.101	De 50 x 50 cm	Ml			
	Operario	HH	0.054	31.44	1.70
	Peón	HH	0.700	24.98	17.49
	TOTAL :				19.19
3.102	De 50 x 50 cm	ml			
	Operario	HH	0.032	31.44	1.01
	Peón	HH	0.560	24.98	13.99
	TOTAL :				15.00
3.201	Con ducto de 2 vías	ml			
	Cemento	bl	0.095	46.50	4.42
	Hormigón de rio	m ³	0.030	50.00	1.50
	ducto de concreto de 2 vías	ml	1.000	50.00	50.00
	brea, yute etc.	est.	1.000	15.00	15.00
	Operario	HH	1.360	31.44	42.76
	Peón	HH	3.54	24.98	88.42
	TOTAL :				242.41

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTROBOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS O. JARA DEPAZ
	FECHA : DICIEMBRE 1986

PARTIDA	DESCRIPCION	UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
3.202	Idem a la partida 1,103	ml	—	267.63	267.63
3.301	de 1 x 6 mm ² NYN	ml			
	Cable 1 x 6 mm	ml	1,000	15.50	15.50
	Cinta señalizadora, para B.T.	ml	1,000	1.50	1.50
	Operario	HH	0.060	34.41	2.06
	Peón	HH	0.260	24.98	6.49
	TOTAL:				25.55
3.302	De 2 x 6 mm ² NYN	ml			
	cable 2x6 mm ²	ml	1,000	31.59	31.59
	Cinta señalizadora de B.T	ml	1,000	1.50	1.50
	Operario	HH	0.060	31.44	1.89
	Peón	HH	0.265	24.98	6.62
	TOTAL :				41.60
3.401	Suministro e instalación de cable en ductos PVC	ml			
	Conductor con aislamiento TH de 2.5 mm ²	ml	1,000	1.58	1.58
	Operario	HH	0.058	31.44	1.82
	Peón	HH	0.320	24.98	7.99
	TOTAL :				11.39
3.501	de 25 mm ² Ø P	ml			
	ducto PVC 25 mm Ø P	ml	1,000	19.80	19.80

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTRO BOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS O. JARA DEIAZ
	FECHA : DICIEMBRE 1986

PARTIDA	DESCRIPCION	UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
	Curva	Unid.	0.150	25.00	3.75
	Unión	Unid.	0.050	9.00	0.54
	Pegamento	est.	1.000	1.00	1.00
	Operario	HH	1.200	31.44	37.72
	Oficial	HH	1.200	27.62	33.14
	TOTAL :				95.95
3.502	De 50 mm ϕ P	ml			
	Ducto FVC 50 mm ϕ P	ml	1.000	43.00	43.00
	Curva	Unid.	0.350	71.00	24.85
	Unión	Unid.	0.100	36.00	3.60
	Pegamento	est.	1.000	2.00	2.00
	Operario	HH	1.200	31.44	37.72
	Oficial	HH	1.200	27.62	33.14
	TOTAL :				144.31
3.601	Suministro e instalación de caja				
	Caja de F.G. 100x100 mm.	Unid.	1.00	31.00	31.00
	Operario	HH	0.550	31.44	17.30
	Feón	HH	0.550	24.98	13.74
	TOTAL :				62.00
3.602	Suministro e instalación de caja.				
	Caja de F.G. 150 x 150 mm	Unid.	1.000	60.00	60.00
	Operario	HH	0.600	31.44	18.86

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTRO BOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS O. JARA DEPAZ <hr/> FECHA : DICIEMBRE 1986
---	--

PARTIDA	DESCRIPCION	UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
	Peón	UH	0.600	27.62	16.57
	TOTAL :				95.43
3.700	Suministro y montaje del T.C.S. Gabinete metálico de 650 x 500 x 200 mm	Unid.	1.000	1073.00	1073.00
	Rele E/W Mod. R.H.	Unid.	3.000	1600.00	4800.00
	Rele E/W Mod. L	Unid.	1.000	1600.00	1600.00
	Alarma audiovisual tipo HORN	Unid.	1.000	700.00	700.00
	Contactor electromagnético auxiliar con bobina de 220V, 60Hz	Unid.	12.000	365.80	4389.60
	fusible DZ, 2A	Unid.	1.000	10.80	10.80
	Operario	UH	24.00	31.44	754.56
	Oficial	UH	24.00	27.62	662.88
	Peón	UH	18.00	24.98	449.64
	TOTAL :				14,440.48
3.800	Suministro y montaje del tablero de distribución del reservorio	Unid.			
	Gabinete metálico según plano y especificaciones	Unid.	1.000	150.000	150.00
	Interruptor de palanca 2 x 20A 220V	Unid.	1.000	70.00	70.00
	Interruptor de palanca 2 x 15A, 220V	Unid.	4.000	50.00	200.00
	Operario	UH	8.000	31.44	251.52

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTROBOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS O. JENA DIAZ FECHA : DICIEMBRE 1986
---	---

PARTIDA	DESCRIPCION	UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
	Peón	HH	8,000	24.98	199.84
	TOTAL :				771.36
3.901	Portaelectrodos	Unid.			
	Portaelectrodos B/U, modelo E6	Unid.	1,000	513.00	513.00
	Operario	HH	6,000	31.44	188.64
	Oficial	HH	6,000	27.62	165.72
	TOTAL :				867.72
3.902	Electrodos	Unid.			
	Electrodos	Unid.	1,000	525.00	525.00
	Operario	HH	4,000	31.44	125.76
	Oficial	HH	4,000	27.62	110.48
	TOTAL :				761.24
4.101	Pozo de tierra	Conj			
	Cemento	bl	1,510	46.50	70.22
	Arena gruesa de cantera	m ³	0.091	60.00	5.46
	piedra chancada de 1/2"	m ³	0.153	180.00	34.74
	carbón vegetal	kg.	3,500	5.00	17.50
	Sal común	kg.	4,500	3.50	15.75
	madera para encofrado	p ²	2,200	15.00	33.00
	fierro de construcción	kg	1,500	15.00	22.50
	clavos de construcción promedio	kg	0,400	22.00	8.80
	mezcladora 10 y 11 p ³	HH	0,160	200.00	32.00

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA LAS ELECTRO- BOMBAS DE LA CIUDAD SATELITE "SANTA ROSA"	ELABORADO POR : CARLOS C. JARA DELAZ FECHA : DICIEMBRE 1986
--	--

PARTIDA	DESCRIPCION	UN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
	varilla cu 5/8" x 2.40 y conector	Unid.	1,000	400.00	400.00
	Operario	HH	6,000	31.44	188.60
	Oficial	HH	6,00	27.62	165.72
	Peón	HH	12,00	24.98	299.76
	TOTAL :				1289.09
4.102	Pozo de tierra	Conj.			
	Cemento	bl	1,510	46.50	70.22
	arena gruesa de cantera	m ³	0.091	60.00	5.46
	piedra chancada de 1/2"	m ³	0.193	180.00	34.74
	Sanick gel (dosis)	est.	1,000	700.00	700.00
	madera para encofrado	p2	2,200	15.00	33.00
	fierro de construcción	kg.	1,500	15.00	22.50
	clavos de construcción	kg.	0,400	22.00	8.80
	mezcladora 10 y 11 p ³	HH	0,160	200.00	32.00
	varilla en 5/8" x 2.40 y conector	Unid.	1,000	400.00	400.00
	Operario	HH	6,000	31.44	188.64
	Oficial	HH	6,000	27.62	165.72
	Peón	HH	12,000	24.98	299.76
	TOTAL :				1960.84

PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS
 PARA LAS ELECTROBOMBAS DE LA CIUDAD
 SATELITE "SANTA ROSA"

DETERMINACION PORCENTUAL DE LOS COEFICIENTES DE INCIDENCIA
 PARA LA ELABORACION DE LA FORMULA POLINOMICA

SIMBOLO	DESCRIPCION	INCIDENCIA	% DE INCIDENCIA	CODIGO CREPCO	COSTO TOTAL (I/.)
J	Mano de obra (incluido leyes sociales)	0.103	100	047	213,346.10
-	Cables NYY-Planchas LAF	0.233	--	--	
C	Cables NYY incluidos accesorios y otros	---	88.3	019	427,658.07
F	Gabinete metálico de plancha LAF y otros	---	11.7	057	56,885.85
N	Maquinaria y Equipo Nacional	0.299	100	048	623,751.11
M	Maquinaria y Equipo importado	0.165	100	049	343,461.94
GV	Gastos generales y utilidad (indice General de precios al consumidor)	0.200	100	039	416,096.86
SUMA TOTAL					2'081,199.93

FORMULA POLINOMICA

$$K = \frac{Pr}{Po} = 0.103 \frac{Jr}{Jo} + 0.233 \left(0.883 \frac{Cr}{Co} + 0.117 \frac{Fr}{Fo} \right) + \\ + 0.299 \frac{Nr}{No} + 0.165 \frac{Mr}{Mo} + 0.200 \frac{GUr}{GUo}$$

Donde:

- Pr : Presupuesto a la fecha del reajuste
- Po : Presupuesto base al 30-11-86
- K : Coeficiente de reajuste de valorizaciones de obra

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

- El proyecto desarrollado, comprende las instalaciones eléctricas y los sistemas de control automático para las tres electrobombas de pozo profundo de la ciudad Satélite "Santa Rosa". El proyecto alcanza la selección y cálculo de los equipos y dispositivos eléctricos de los tableros generales, tableros de distribución y tablero de control y señalización.

- El diseño del tablero general (T.G.) se hizo en base a la corriente nominal, resistencia al cortocircuito, clase de protección, blindaje de material aislante, colocación y accesibilidad. Las normas y reglamentos mencionados son en general para la construcción de cualquier gabinete.

- Los alimentadores para las casetas de bombeo se ha diseñado para canalización subterránea, utilizando cables secos del tipo NYY de conformación paralela. En la interconexión entre la caja toma tipo F3 y el tablero general se utilizan cables del tipo THW que irán en ductos FVC del tipo pesado embutidos en el piso.

- Para los sistemas de control automático de las electrobombas se ha diseñado mediante dispositivos de mando semiautomático y automático. Estos dispositivos son los pulsadores y los electrodos que sirven para vigilar los niveles de líquido prefijados.

La automatización simplifica el servicio de los mecanismos y permite aplicar el mando a distancia de los accionamientos eléctricos. Esta última condición es particularmente importante en nuestro caso porque tenemos que accionar a las electrobombas muy distantes una de otra como se puede apreciar en el plano IE-06, debido a la particularidad de nuestro sistema.

El empleo del sistema automático va elevar el costo de la instalación, pero la elevada frecuencia de operaciones, confiabilidad del servicio y seguridad del personal, son alguna de las razones que nos permiten hacer ésta inversión, además comparativamente con el costo de las obras civiles resulta minimizada y justificable la inversión para el empleo de los sistemas automáticos.

- Para el retorno de la señal de los sistemas de control automático entre el Tablero de Control y Señalización (T.C.S.) ubicada en el reservorio y el Tablero General (T.G.) ubicado en las tres casetas de bombeo, se realiza a través de la tierra.

Para ello se contruirán cuatro pozos de tierra ubicadas en cada una de las casetas de bombeo y en el reservorio elevado. Se utilizarán dosis de sustancias químicas sanick-gel ó labor-gel en estos pozos de tierra con el propósito de asegurar que la resistencia no supere los 10 ohmios.

El terreno es un mal conductor eléctrico, pero como los volúmenes que entran en juego son grandes, es posible conseguir una conducción aceptable a través de éste.

Aprovechamos esta propiedad para instalar un solo cable de control entre el T.G. y el T.C.S. utilizando la tierra como retorno de la señal.

Esta modalidad de instalación nos permite un ahorro considerable - en cables de energía. Si consideramos una instalación similar donde las distancias entre las electrobombas y los reservorios es mucho mayor, podemos ver este sistema es técnica y económicamente más conveniente.

Sin embargo debemos recomendar que los pozos de tierra deben tener un buen mantenimiento, para que éste sistema funcione en condiciones óptimas.

Periódicamente se debe medir la resistencia del terreno para asegurar que en cualquier época del año los pulsos de corriente operen los relés instalados en los tableros generales, en el instante que reciben la señal de los electrodos.

- Considerando que en la ejecución de una obra es indispensable el costo que representa la inversión se incluye en el presente trabajo el - metrado y presupuesto, juntamente con los análisis de precios unitarios y la fórmula polinómica de reajuste automático en base a los índices unificados de precios aprobados por CREPCO para su actualización

en el momento que se requiera.

En conclusión se ha logrado en forma analítica un modelo que tiene como utilidad inmediata la ejecución de la obra para abastecer el agua potable la ciudad Satélite "Santa Rosa"; pudiendo además servir como punto de partida para elaborar sistemas de control mucho más complejos . en cámaras de bombeo y rebombeo que con mucha frecuencia se utiliza en las grandes ciudades.

BIBLIOGRAFIA

- Maquinas Hidráulicas
Ingeniero Manuel Polo Encinas
Editorial Limusa 1975

- Hidráulica
Ingeniero Samuel Trueba Coronel
Décimatercera impresión 1975

- Cameron Hydraulic Data
Manual de la Compañía Ingersoll-Rand 1979

- Seminario Profesional "Instalación y Mantenimiento en Redes de Distribución".
Junio - 1982 - Lima

- Seminario Profesional "Maquinas Eléctricas en la Industria"
Noviembre 1985 - Lima

- Fundamentos de Metrología Eléctrica
Ingeniero Andrés M. Karc , Tomo III - 1977

- La Ciencia de Puesta a Tierra de Sistemas de Energía
Dr. Dinkar Mukhedkar

- Código Eléctrico del Perú
Asociación Electrotécnica Peruana
Lima - Perú

- Código Nacional de Electricidad
Tomo I, IV y V.
- Motores Asincronos Trifasicos
Delcrosa S.A. (Catálogo)
- Manual para Instalaciones Electricas de Alumbrado y Fuerza Motriz
AEG (7ª edición)
- Normas VDE 0100 de Protección Eléctrica
Horning - Schneider
Segunda Edición - Junio 1970
- Cables de Energía
Indeco (catálogo)
INDECO S.A.
- Arrancadores a Tensión Reducida
Ingeniero Antonio Ferreccio
Segunda Edición - Octubre 1977
- Catálogo Internacional Telemecanique
Telemecanique (Catálogo 4. 1983)
- Redes Eléctricas de Alta y Baja Tensión
Gaudencio Zoppetti
Editorial Gustavo Gili S.A. (cuarta edición)

- Floatles Liquid Level Controls
The B/W Controller Corporation
- Inducción And Electronic Relays
B/W Controller Corporation
- Electrodes And Electrodes Holders
B/W Controlles Corporation
- Electrotécnica
Asociación Electrotécnica Peruana (Revista Nº 80/1982)
- Asociación Electrotécnica Peruana
Revista Nº 79/1981
- Manual de las Instalaciones de Distribución de Energía Eléctrica
Brown Boveri (BBC) - 1ra. Edición
- Distribución Eléctrica en Plantas Industriales
Ingeniero Luis Vásquez Rodriguez
(Seminario Profesional - Asociación Electrotécnica Peruana)
- Instrucciones para la Instalación de las Bombas de Turbina Peerlees
para Pozo Profundo.
Peerles Pump División
- Principios de Medida de Reles Electromecánicos y del Estado Sólido
Brwn Boveri del Perú S.A./1984
- Diseño de la Protección y Mando de Motores Eléctricos
Ing. Luis Centeno de la Cruz.
- Normas de Electrolima.