

**Instituto Tecnológico de Costa Rica**

**Escuela de Ingeniería Electrónica**



**Instituto Costarricense de Electricidad  
ICE(Energía), Centro de Producción Río Macho**

**“ Modernización del Control de las Tomas Pejibaye y Tapantí del Centro de  
Producción Río Macho ”**

**Informe de Proyecto de Graduación para optar por el Grado de Bachiller en  
Ingeniería Electrónica**

**Miguel Salazar Aguilar**

**Cartago, Diciembre de 2000.**

## Dedicatoria

*A mis padres, Miguel y Marlene, por su incondicional y valioso apoyo ante esta meta que hoy concluyo; a mis hermanos, Carlos, David, Tatiana y Alejandra, que apoyan mis decisiones; y muy especialmente a mi novia Aurora, quién fue mi guía y supo darme la palabra adecuada para llenarme de valor cada vez que perdía mi rumbo.*

## **Agradecimiento**

Agradezco al Ing. Arnoldo Rojas Coto, profesor guía de este trabajo; al Ing. Santiago Quirós Vargas, coordinador del Centro de Producción Río Macho, gran profesional y amigo; al Ing. MBA Carlos Bogantes Rodríguez, gran colaborador; al señor Carlos Solano Alvarado, la voz de la experiencia; y en general a todo el personal del Centro de Producción Río Macho, quienes de una u otra forma colaboraron en la elaboración de este trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Capítulo 1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
1.1	Descripción de la empresa	2
1.2	Descripción detallada del problema a resolver y sus efectos	5
1.3	Objetivos	14
1.3.1	Objetivo general	14
1.3.2	Objetivos específicos	14
<b>Capítulo 2</b>	<b>Antecedentes del proyecto</b>	<b>16</b>
2.1	Estudio del problema a resolver	17
2.2	Requerimientos de la empresa	17
2.3	Solución Propuesta:	17
<b>Capítulo 3</b>	<b>Procedimiento metodológico</b>	<b>20</b>
3.1	Metodología	21
3.2	Diagramas de Gantt y Pert	23
<b>Capítulo 4</b>	<b>Descripción del hardware utilizado</b>	<b>26</b>
4.1	Descripción del PLC.	27
4.2	Descripción del HMI.	30
<b>Capítulo 5</b>	<b>Descripción del software del sistema</b>	<b>32</b>
5.1	Software de programación del PLC	33
5.2	Software de programación del HMI.	39
<b>Capítulo 6</b>	<b>Análisis y resultados</b>	<b>40</b>
6.1	Descripción del diseño	41
6.2	Alcances y limitaciones	44
<b>Capítulo 7</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>45</b>
7.1	Conclusiones	46
7.2	Recomendaciones	47

<b>BIBLIOGRAFÍA</b> -----	<b>48</b>
<b>APÉNDICES Y ANEXOS</b> -----	<b>50</b>
<b>Apéndice 1 Adquisición sistema monitoreo y control planta Río Macho</b> ----	<b>51</b>
<b>Apéndice 2 Listado del programa del PLC</b> -----	<b>53</b>
<b>Anexo 1 Sistema de comunicación</b> -----	<b>64</b>
<b>Anexo 2 Descripción de los códigos de protección NEMA e IP</b> -----	<b>66</b>
<b>Anexo 3 Documentos de la solicitud de suministros N°3604-0407-2000</b> ---	<b>67</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b>	Organigrama General de ICELEC. ....	<b>2</b>
<b>Figura 1.2</b>	Diagrama de distribución física del Centro de Producción Río Macho .....	<b>4</b>
<b>Figura 1.3</b>	Organigrama del Centro de Producción Río Macho. ....	<b>5</b>
<b>Figura 1.4</b>	Esquema general de la toma Pejibaye. ....	<b>6</b>
<b>Figura 1.5</b>	Parte frontal de la caseta de control de la presa Pejibaye. ....	<b>7</b>
<b>Figura 1.6</b>	Control por Telecomando de la Toma Pejibaye desde Tapantí. ....	<b>8</b>
<b>Figura 1.7</b>	Especificación de presencia de agua en paredes del túnel en función de la distancia. ....	<b>9</b>
<b>Figura 1.8</b>	Esquema general de la toma Tapantí. ....	<b>10</b>
<b>Figura 1.9</b>	Especificación de las compuertas 2 y 3 de la toma Tapantí. ....	<b>11</b>
<b>Figura 1.10</b>	Esquema de la parte frontal de la compuerta 3 de la toma Tapantí. ....	<b>12</b>
<b>Figura 1.11</b>	Especificación de la localización de la caseta de control y compuerta 1 de toma Tapantí. ....	<b>13</b>
<b>Figura 1.12</b>	Tablero de control principal en la caseta Tapantí. ....	<b>13</b>
<b>Figura 2.1</b>	Diagrama en bloques de la solución propuesta. ....	<b>18</b>
<b>Figura 3.1</b>	Diagrama de Gantt. ....	<b>24</b>
<b>Figura 3.2</b>	Diagrama de Pert. ....	<b>25</b>
<b>Figura 4.1</b>	Controlador QK801 y su parte frontal. ....	<b>27</b>
<b>Figura 4.2</b>	Diagrama de bloques del CPU QK801 de la serie QUARK. ....	<b>29</b>
<b>Figura 4.3</b>	Flujo de ejecución del CPU .....	<b>30</b>
<b>Figura 4.4</b>	Parte frontal de la pantalla de visualización y control digital. ....	<b>31</b>
<b>Figura 5.1</b>	Presentación del programa Master Tool 4100. ....	<b>33</b>
<b>Figura 5.2</b>	Diagrama de flujo del programa del PLC. ....	<b>36</b>
<b>Figura 5.3</b>	Continuación del diagrama de flujo del programa del PLC. ....	<b>37</b>
<b>Figura 5.4</b>	Continuación del diagrama de flujo del programa del PLC. ....	<b>38</b>
<b>Figura 5.5</b>	Muestra del programa UniOP Designer 5.0 .....	<b>39</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 4.1</b>	Características generales del controlador QK801. ....	<b>28</b>
<b>Tabla 6.1</b>	Características de los motores de la presa Pejibaye. ....	<b>41</b>
<b>Tabla 6.2</b>	Características de los motores de Presa Tapantí. ....	<b>42</b>
<b>Tabla A.1</b>	Especificaciones de las diferentes ofertas para el sistema de control Tapantí y Pejibaye. .....	<b>51</b>
<b>Tabla A.2</b>	Especificaciones de los artículos de la oferta. ....	<b>52</b>
<b>Tabla A.3</b>	Cuadro comparativo de ofertas del sistema de monitoreo y control para operar dos compuertas de toma de agua a 3Km de distancia. ....	<b>52</b>
<b>Tabla A.4</b>	Descripción de las normas NEMA. ....	<b>66</b>
<b>Tabla A.5</b>	Primer característica (protección contra contacto y penetración de cuerpos sólidos). ....	<b>66</b>
<b>Tabla A.6</b>	Segunda característica (protección contra contacto y penetración de líquidos) .....	<b>66</b>

## RESUMEN

La práctica de especialidad para optar por el grado de Bachiller en Ingeniería en Electrónica se realizó en el Centro de Producción Río Macho, en Orosi, Paraíso, provincia de Cartago.

La misma consistió en la modernización de las tomas Pejibaye y Tapantí. En la presa Pejibaye se diseñó e instaló un control basado en un Controlador Lógico Programable (PLC), encargado de monitorear y operar las compuertas y bombas instaladas en dicha presa. En Tapantí se instaló una pantalla de visualización y control digital (HMI), para operar desde ahí la presa Pejibaye. Se diseñó además el control para la presa Tapantí.

En el presente trabajo se obtuvo un PLC de la empresa Altus, el QK801 de la serie Quark, el cual es el punto central del proyecto, y ayudó a cumplir con todos los objetivos del proyecto. Dentro de la programación se contemplaron situaciones adversas de funcionamiento, como el hecho de que la compuerta 1, que funciona con poleas, pierda posición y deba de entrar en estado de recuperación. Sin embargo se hace aquí la recomendación de acondicionar de una mejor forma el estado de los diferentes sistemas que mueven las compuertas, a fin de contrarrestar hasta donde sea posible la gran cantidad de humedad que en la actualidad deteriora dichos sistemas.

**Palabras claves:** Centro de Producción Río Macho, Tapantí, Pejibaye, Altus, PLC, HMI, visualización, control digital, monitoreo.

## ABSTRACT

The practice of specialty to opt for High school degree in Engineering in Electronic was carried out in the Centro de Producción Río Macho, in Orosi, Paraíso, county of Cartago.

The same one consisted on the modernization of the takings Pejibaye and Tapantí. In the prey Pejibaye of it designed and it installed a control based on a Programmable Logical Controller (PLC), in charge of monitorear and to operate the floodgates and bombs installed in this prey. In Tapantí it settled a visualization screen and digital control (HMI), to operate from there the prey Pejibaye. It was also designed the control for the prey Tapantí.

This work was obtained a PLC of the company Altus, the QK801 of the Quark series, which is the central point of the project, and it helped to fulfill all the objectives of the project. Inside the programming adverse situations of operation were contemplated, as the fact that the floodgate 1 that works with pulleys, lose position and it should enter in recovery state. However it is made the recommendation here of conditioning in a better way the state of the different systems that they move the floodgates, in order to counteract up to where it is possible the great quantity of humidity that at the present time deteriorates this systems.

**Keywords:** Center of Production Río Macho, Tapantí, Pejibaye, Altus, PLC, HMI, visualization, digital control, monitoring.

**CAPÍTULO 1**  
**INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Descripción de la empresa

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) es la empresa que posee el monopolio de las telecomunicaciones y la energía eléctrica en Costa Rica. Su gerente es la Sra. Ingrid Herrmann y cuenta con aproximadamente 8000 empleados. Se creó mediante el Decreto - Ley N° 449 del 8 de abril de 1949, hace ya 51 años. El ICE se divide a su vez en dos subempresas, ICETEL e ICELEC. ICELEC es la división que se encarga de la producción y distribución de energía eléctrica. Sus subgerentes son el Sr. Carlos Obregón y el Sr. Armando Valma, ésta división cuenta con cerca de 4000 empleados. En la figura 1.1 podemos observar el organigrama general de ICELEC.



Figura 1.1 Organigrama General de ICELEC.

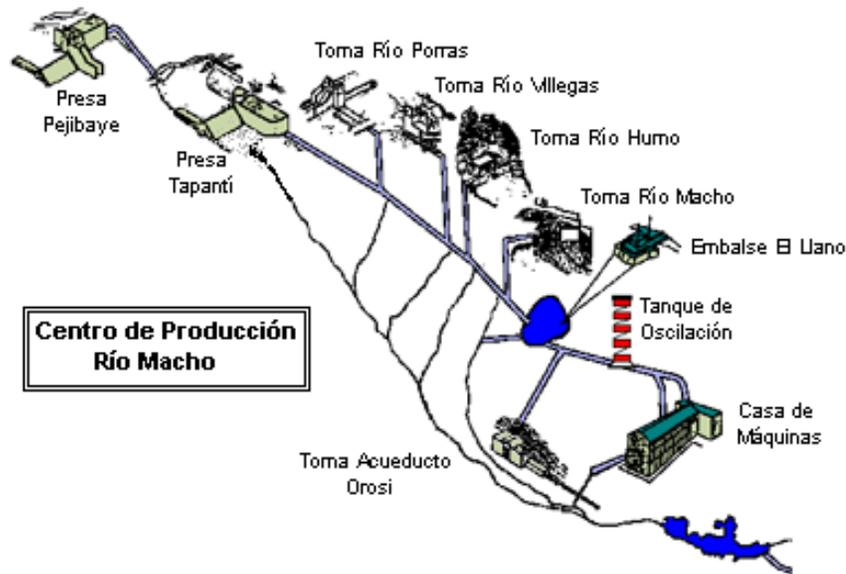
ICELEC produce energía hidroeléctrica, eólica, solar, geotérmica y térmica. La mayor cantidad de energía se produce por medio de represas en las cuencas de los ríos (67%), aprovechando la geografía de nuestro país y su clima.

En 1958 entró en operación el primer gran proyecto hidroeléctrico desarrollado por el ICE: la Planta Hidroeléctrica de la Garita, la cual se encuentra en Alajuela y aprovecha las aguas del río Grande de San Ramón y cuenta con una capacidad de 30MVA.

En agosto de 1963, el ICE puso en servicio su segunda planta hidroeléctrica: Río Macho. La Planta Hidroeléctrica Río Macho está situada en el Valle de Orosi, en la Vertiente Atlántica, su casa de máquinas está localizada tres kilómetros al este del centro de Orosi, distrito tercero del cantón de Paraíso, provincia de Cartago.

Los estudios hidrológicos del Río Macho, para el planteamiento de la Planta, comenzaron en 1952 y desde 1938, se han llevado los mismos registros en el Río Reventazón. Se fija 1955 como la fecha en que se inician los trabajos de construcción, aunque ya se habían realizado algunas labores previas, tales como trochas de acceso, instalación de estaciones de aire comprimido para perforar túneles y levantamientos topográficos.

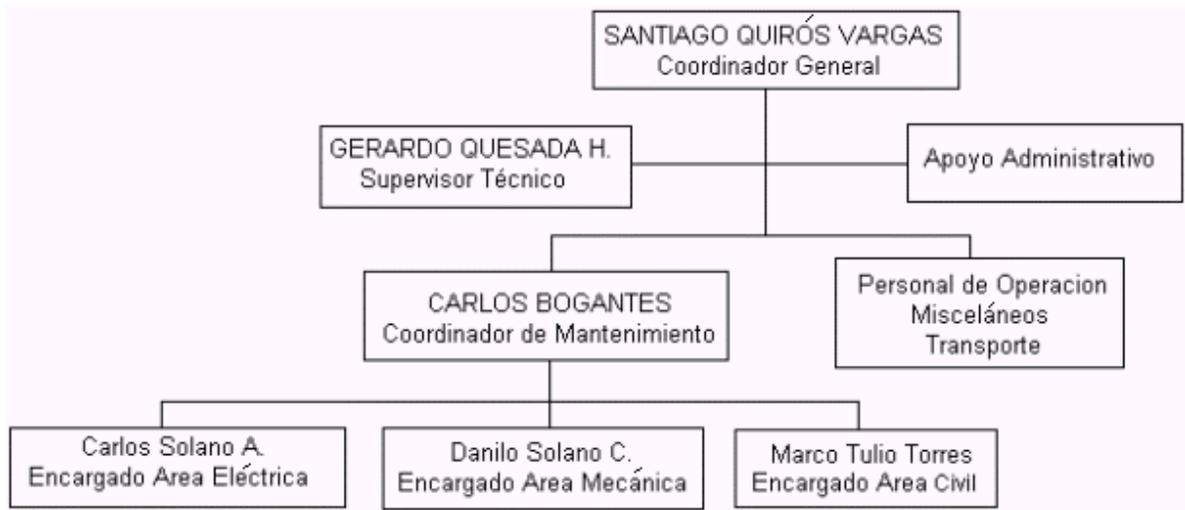
El área de drenaje a la Planta está constituida por las cuencas de los ríos Pejibaye, Tapantí(Reventazón), Badilla, Humo, Porras, Villegas y Macho. El caudal total promedio de las cuencas es de  $23,08\text{m}^3/\text{s}$  del cual el Río Tapantí (Reventazón) aporta  $10,50\text{m}^3/\text{s}$  (un 45,49%), el Río Macho aporta  $5,14\text{m}^3/\text{s}$  (un 22,27%) y el Río Pejibaye aporta  $2,10\text{m}^3/\text{s}$  (un 7,48%), esta situación se puede apreciar mejor en la figura 1.2. En general es una zona muy lluviosa, donde por ejemplo aguas arriba de la presa Tapantí se da una precipitación media anual de 7536,9mm. Las partes altas de las cuencas se encuentran cubiertas de densos bosques protegidos por la reserva forestal Río Macho de aproximados  $1020\text{Km}^2$ .



**Figura 1.2** Diagrama de distribución física del Centro de Producción Río Macho

La obra fue constituida en tres etapas. En la primera, finalizada en 1963, se instalaron las unidades uno y dos, con una capacidad de 15MVA cada una. En 1972 se instalaron las unidades tres y cuatro, con una capacidad de 30MVA cada una. Y en 1978 se instaló la unidad cinco, con una capacidad de 30MVA, para así tener una capacidad de planta de 120MVA.

La Planta Río Macho cuenta con setenta empleados, donde la mayor parte de ellos se dedican al mantenimiento de la planta. El Coordinador General de la Planta Río Macho es el Ingeniero Eléctrico Santiago Quirós Vargas, quien tiene como responsabilidad el buen funcionamiento de la Planta Río Macho. Tiene a su cargo al Ing. Carlos Bogantes Rodríguez quién es Ingeniero en Mantenimiento Industrial y tiene el mando del Departamento de Mantenimiento del Centro de Producción Río Macho. En la figura 1.3 se puede apreciar el organigrama del Centro de Producción Río Macho

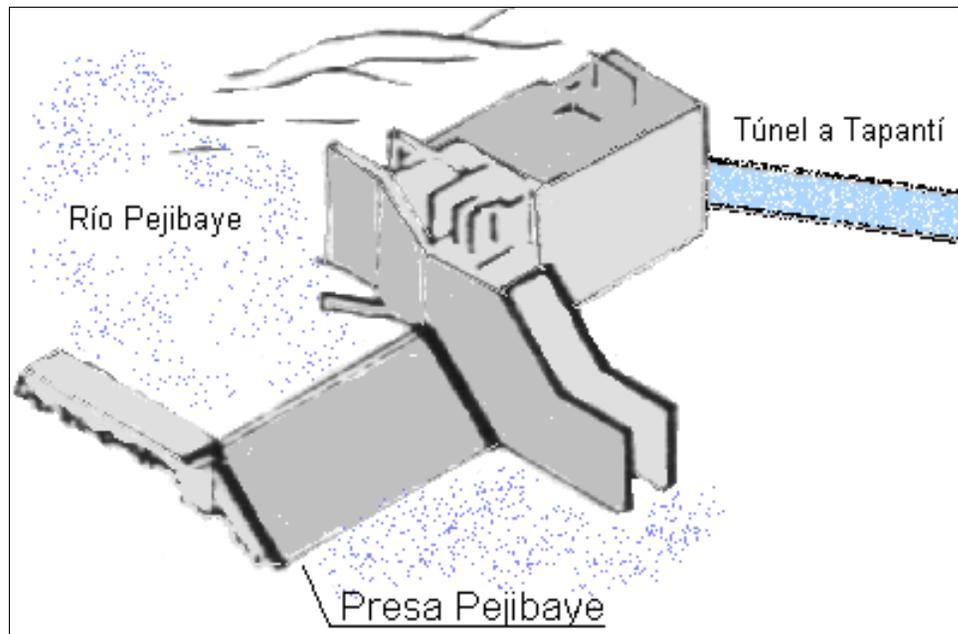


VISO

**Figura 1.3** Organigrama del Centro de Producción Río Macho.

## 1.2 Descripción detallada del problema a resolver y sus efectos

En la cuenca sobre el Río Pejibaye se encuentra una represa de hormigón de tipo vertedero, como se puede apreciar en la figura 1.4. Mide veintidós metros de longitud, nueve metros y medio de ancho, una altura de seis metros y treinta centímetros y una fundación de cinco metros. La capacidad de diseño de su toma de aguas es de  $4\text{m}^3/\text{s}$ .

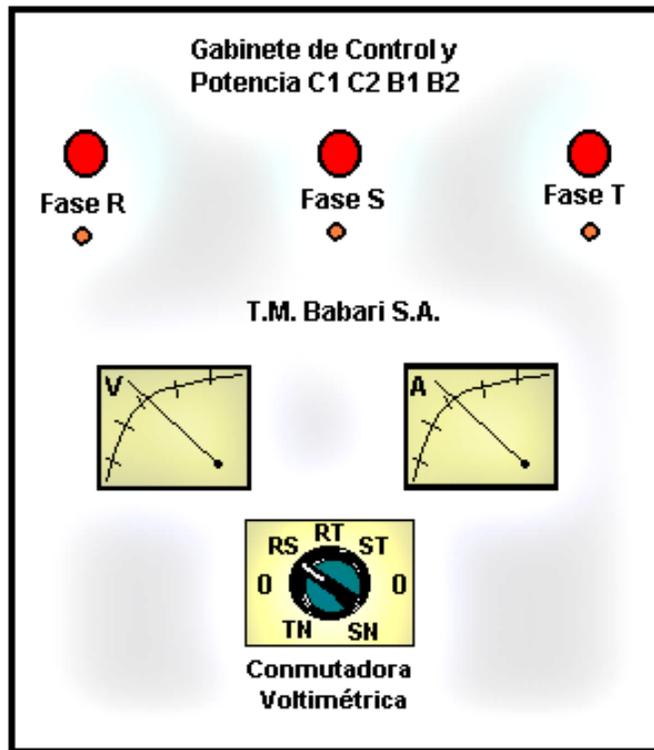


PHOTOSHOP

**Figura 1.4** Esquema general de la toma Pejibaye.

Esta presa desvía las aguas del Río Pejibaye en su parte alta y les conduce a través de un túnel para descargar inmediato aguas arriba de la presa Tapantí, margen derecha del Río Tapantí.

Está compuesta de dos compuertas, una que detiene el paso del agua por el lecho del río y hace que se forme un pequeño lago. Esta compuerta es manejada por un sistema hidráulico que es a su vez activado con un motor. La segunda le da paso al agua del lago hacia el interior del túnel, y es manejada por un sistema de poleas. En la actualidad el grado de apertura de las compuertas no se mide, aunque si existe un sistema que detiene el funcionamiento del sistema hidráulico cuando la compuerta está completamente abierta o completamente cerrada. Se cuenta con un cuarto de control dentro de un edificio acondicionado contra humedad y posibles robos. Como se aprecia en la figura 1.5 se indica externamente el estado de las diferentes fases y se elige por medio de un selector de voltaje, qué fase(s) utilizar en sistemas monofásicos. Internamente se pueden accionar las bombas y las compuertas.



PHOTOSHOP

**Figura 1.5** Parte frontal de la caseta de control de la presa Pejibaye.

Además existen dos bombas de agua en la “galería” que se encuentra debajo de la presa (se utiliza para realizar estudios geológicos y demás), que se emplean justamente para extraer el agua que allí se acumula. Cada bomba trabaja en conjunto con un sensor de mercurio incorporado en una boya que permite que cuando el nivel de líquido es bajo, la bomba cese de funcionar.

Fue puesta en operación en diciembre de 1988, sus controles de operación fueron diseñados para operar por telecomando desde la Caseta de Control de la Presa Tapantí (ver figura 1.6), aunque nunca se ha logrado establecer el funcionamiento de éste control que es de tipo analógico. Por dentro del túnel viajan las líneas de alimentación de energía eléctrica para los motores y las bombas, y adicionalmente un cable de control para el manejo del sistema por telecomando.

### Control Remoto Toma Pejibaye



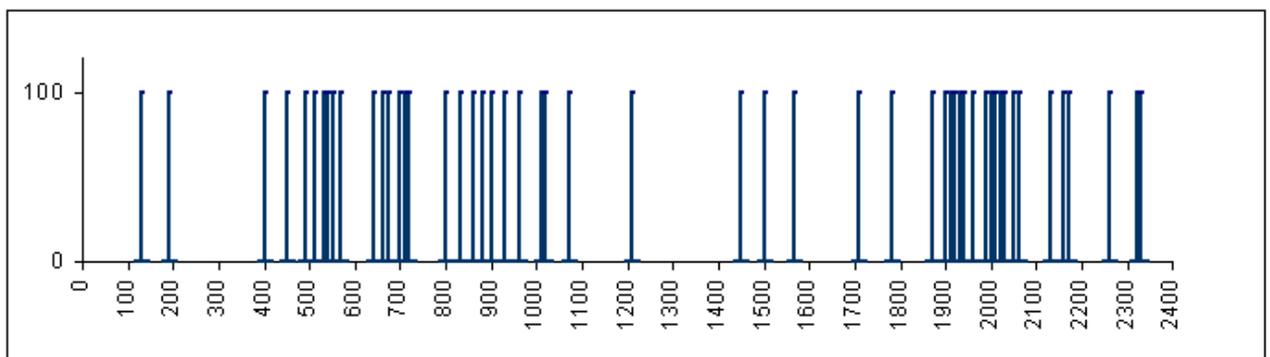
PHOTOSHOP

**Figura 1.6** Control por Telecomando de la Toma Pejibaye desde Tapantí.

Dado que el control por telecomando no funciona, el manejo se debe realizar de forma manual desde un panel de control analógico, donde sólo se indica si el motor de la compuerta está encendido o apagado, o si la bomba está encendida o desconectada.

Para desplazarse hasta la Presa Pejibaye se pueden tomar únicamente dos rutas. Una es por dentro del túnel, con un “volquete”, vehículo pequeño para transportar carga, se dura de quince a veinte minutos cuando el túnel se encuentra sin agua, en caso contrario se debe realizar el trayecto de los 2385m de longitud a pie y con “el agua por la cintura”, con una duración promedio de una hora. Y la otra ruta es por un sendero llamado “la picada”, sobre la montaña, donde se dura entre dos horas y media y tres horas. Esta segunda ruta se usa sólo para casos excepcionales.

El túnel de conducción posee 3m de diámetro promedio y 2385m de longitud. Al llegar a su final a los 2380m se produce una división del mismo en una estructura llamada “fusible” que no permite que el túnel tenga un nivel superior a 1m. Las condiciones del túnel son de mucha humedad como lo demuestra la figura 1.7, la cual reproduce una especificación de la presencia de humedad en función de la distancia. En esta figura se puede notar como hay zonas que en su estructura superior son bastante secas, como lo son los tramos entre los 200m y los 400m, o bien desde los 1050m a los 1200m, y desde los 1200m hasta los 1450m, y por último desde 1550m a 1700m, que en caso de tener que usar repetidores de señal, se debe de tomar en cuenta ya que el resto del túnel es muy húmedo en su parte superior. Aquí se habla de la humedad en las paredes y techo, como también de las fugas de agua que sale a través de las grietas del túnel.



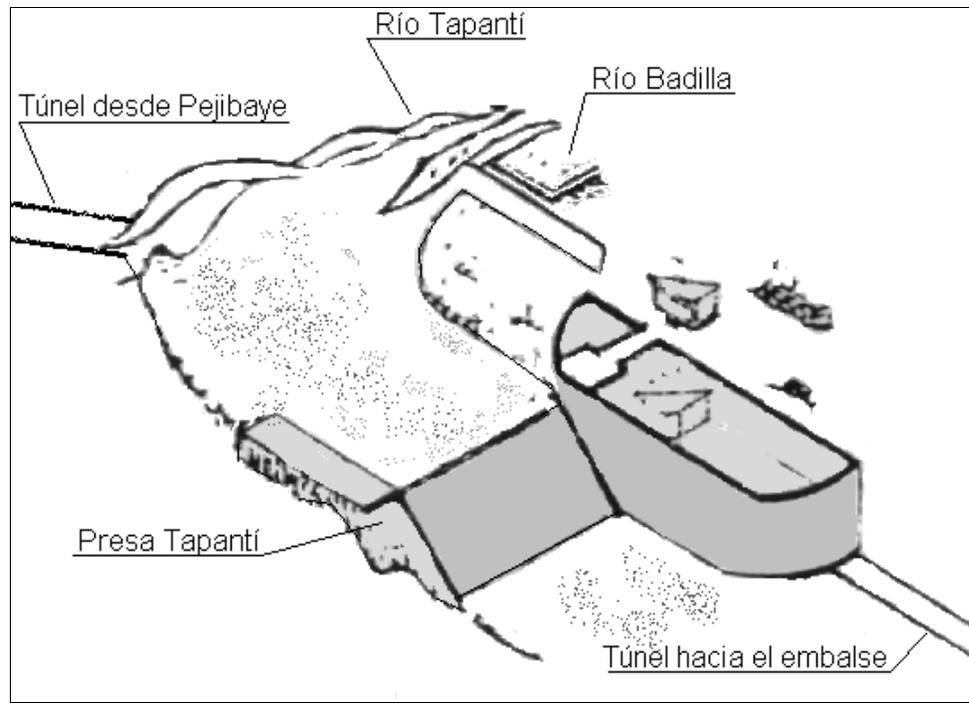
EXCEL

**Figura 1.7** Especificación de presencia de agua en paredes del túnel en función de la distancia.

La Presa Tapantí al igual que la de Pejibaye, es una estructura de Hormigón tipo gravedad vertedero, mide cuarenta metros de longitud, quince metros de ancho. Sobre el lecho del río tiene una altura de seis metros y medio y debajo del lecho tiene diez metros de profundidad. La capacidad de diseño de su toma de aguas es de 37m<sup>3</sup>/s.

Ésta presa, como se especifica en la figura 1.8, desvía las aguas de los ríos Tapantí, descarga del Pejibaye y Badilla, pasándolas primero a través de rejillas y

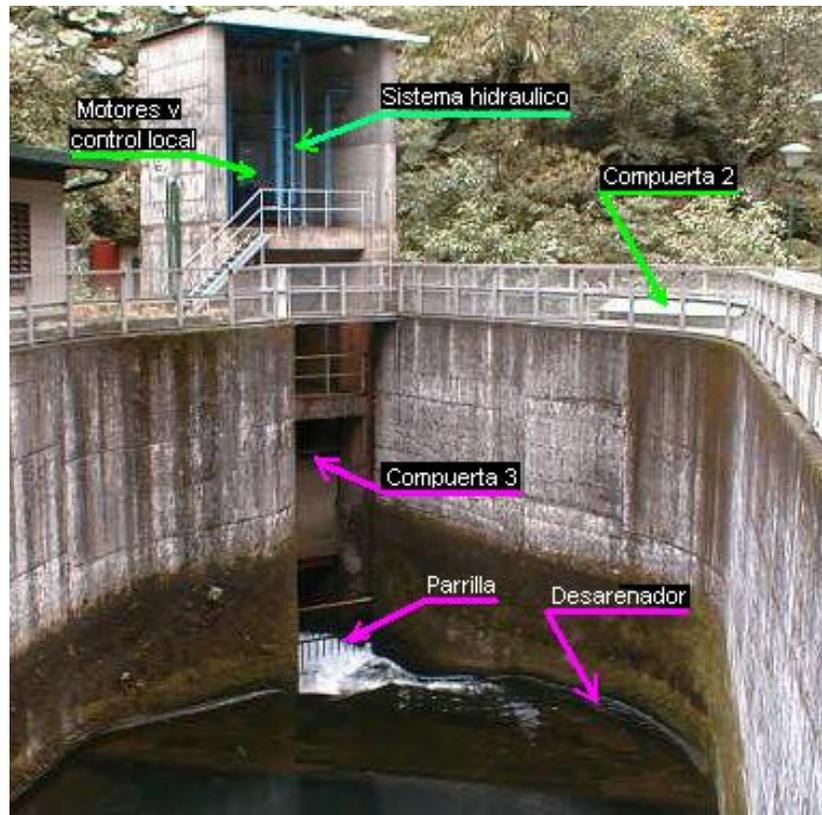
luego por un desarenador para filtrarla antes de que ingrese al túnel cuyo diámetro promedio es de 3,6m y una longitud de 16 400m hasta el Embalse El Llano.



PHOTOSHOP

**Figura 1.8** Esquema general de la toma Tapantí.

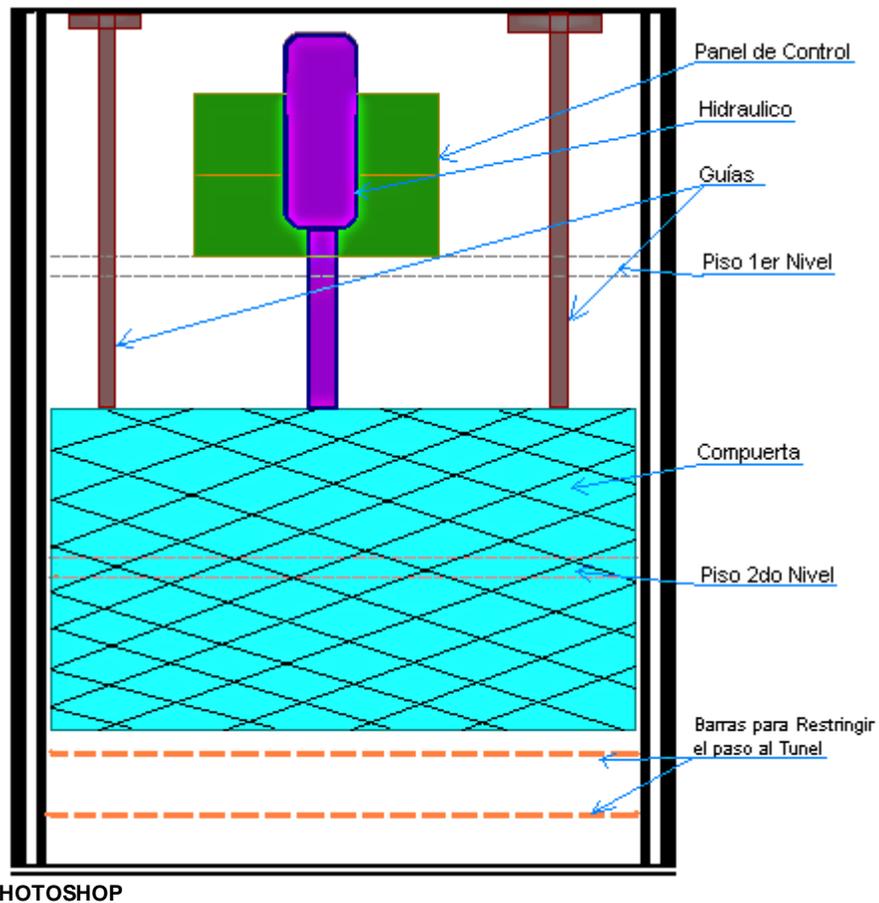
Cuenta con tres compuertas y dos bombas. Las dos bombas son usadas para desaguar la galería. La compuerta 1 es usada para devolver el agua de nuevo al cauce del río en caso de que sea necesario, la compuerta 2 se utiliza para devolver los residuos de arena al río y la compuerta 3 es usada para regular el paso del agua hacia el interior del túnel.



**Figura 1.9** Especificación de las compuertas 2 y 3 de la toma Tapantí.

La compuerta que da paso hacia el interior del túnel (ver figuras 1.9 y 1.10) debe tener una apertura graduada, para controlar el caudal que entra al túnel, por lo que se necesita un control de posición.

Como se puede apreciar en el esquema de la figura 1.10, la compuerta 3 es manejada por un sistema hidráulico alimentado por dos motores, debido a que la compuerta es muy pesada, además se utilizan 2 barras guía para que no se desbalancee a la hora de abrirla o cerrarla.



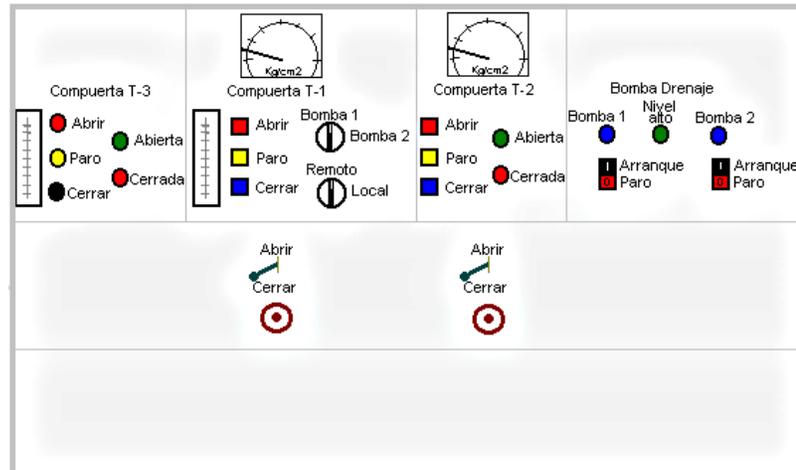
**Figura 1.10** Esquema de la parte frontal de la compuerta 3 de la toma Tapantí.

Para este sistema se necesita un indicador visual de cuáles compuertas están abiertas y cuáles cerradas, y en el caso de la compuerta de entrada al túnel, se necesita saber adicionalmente cuál es su nivel de apertura. Este control visual se realiza desde la caseta de control que se ubica en el mismo lugar, como se puede observar en la figura 1.11.



**Figura 1.11** Especificación de la localización de la caseta de control y compuerta 1 de toma Tapantí.

Dentro de la caseta de control de la presa Tapantí hay un tablero para operar las compuertas y las bombas de drenaje. Como se observa en la figura 1.12, es conformado por botoneras selectores e indicadores luminosos de la operación o no de los motores, así como una indicación de bobina móvil sobre la presión del sistema.



PHOTOSHOP

**Figura 1.12** Tablero de control principal en la caseta Tapantí.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Diseñar e implementar un sistema para controlar en forma remota la Presa Pejibaye desde la Presa Tapantí, y diseñar el sistema de control de la Presa Tapantí.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- a. Revisar y determinar el estado de operación de los actuadores y sensores que se encuentran instalados en la Presa Pejibaye.
- b. Revisar y determinar el estado de operación de los actuadores y sensores que se encuentran instalados en la Presa Tapantí.
- c. Definir con la información obtenida, el controlador adecuado.
- d. Analizar las condiciones del túnel para definir el sistema de comunicación más adecuado.
- e. Realizar las mediciones necesarias para determinar los actuadores adecuados en el sistema.
- f. Obtener las variables de entrada del sistema.
- g. Escoger los sensores óptimos para cada punto del proyecto.
- h. Diseñar el control adecuado para la Presa Pejibaye.
- i. Diseñar el control adecuado para la Presa Tapantí.
- j. Simular por medio de software el funcionamiento de los controles diseñados.

- k. Definir características y adquirir los componentes necesarios para la instalación del proyecto.
- l. Instalar la Unidad Central en Presa Pejibaye.
- m. Hacer pruebas de funcionamiento en Presa Pejibaye.
- n. Instalar la Interfaz Hombre-Máquina en Tapantí.
- o. Puesta en marcha del proyecto.
- p. Realizar una buena transferencia de tecnología.

**CAPÍTULO 2**  
**ANTECEDENTES DEL**  
**PROYECTO**

## **2.1 Estudio del problema a resolver**

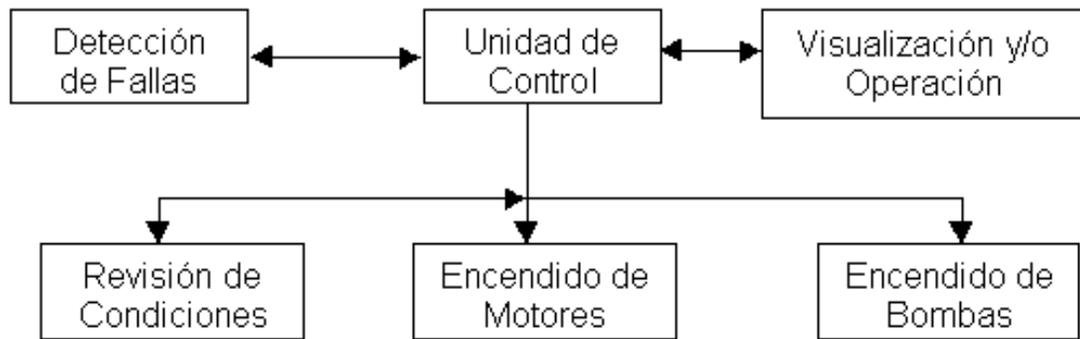
Después de construirse la presa Pejibaye, se instaló un control por telecomando, pero éste nunca funcionó, y al poco tiempo se deterioró casi en forma total el sistema, que es básicamente una extensión en paralelo del control ubicado en la presa Pejibaye. Está compuesto por relés y sensores de mercurio en boyas para las bombas y sensores mecánicos para las compuertas. En varias ocasiones se ha intentado reparar dicho control pero parece que tiene graves problemas con la transmisión a través del túnel. En la Presa Tapantí la graduación de la apertura de la compuerta de entrada al túnel se realiza en forma visual, por medio de líneas en la pared que indican la cantidad de centímetros que hay entre la compuerta y el fondo del piso del túnel, con los errores que esto conlleva.

## **2.2 Requerimientos de la empresa**

El Centro de Producción Río Macho, a través de su Coordinador General, Ing. Santiago Quirós, tiene interés de que el sistema que se implemente en la solución final cuente con una pantalla de control digital “touch screen”, que se analice la posibilidad de instalar un control de apertura de la compuerta que permite el paso del agua de la Presa Tapantí hacia el interior del túnel que conduce hasta el Embalse El Llano. Así como también el monitoreo del estado de las compuertas, motores, bombas y el control de los motores y las bombas de la Presa Pejibaye desde la Presa Tapantí.

## **2.3 Solución Propuesta:**

El diagrama de bloques que se presenta para la solución de este problema se observa en la figura 2.1 y su explicación se presenta a continuación:



VISIO

**Figura 2.1** Diagrama en bloques de la solución propuesta.

- a. Unidad de Control: se encarga de tomar las decisiones con base en los datos enviados por el controlador, indicándole el sistema de control la acción a realizar.
- b. Visualización y/o Operación: en este bloque se refiere a la visualización de las operaciones en una pantalla, señales de emergencia, y además el control de la presa Pejibaye.
- c. Detección de Fallas: bloque encargado de detectar fallas en el sistema para indicárselo a la Unidad de Control.
- d. Encendido de Motores: bloque que al recibir la señal del sistema de control proceda a realizar el encendido de los motores.
- e. Encendido de Bombas: bloque que al recibir la señal del sistema de control proceda a realizar el encendido de las bombas.
- f. Revisión de condiciones: Revisa si se cumplen las condiciones necesarias para el funcionamiento de los motores y las bombas.

Selección del equipo:

a. Unidad de Control:

PLC(Programable Logic Controller): Con la adecuada programación permite la comunicación serie, el control de los motores y las bombas por medio de las salidas de interruptores de estado sólido o relés.

b. Visualización y/o Operación:

Como parte de los requerimientos de la empresa, se decide usar una pantalla de visualización y control digital que permite que el usuario pueda ejecutar comandos con el simple toque de un dedo sobre un área específica que se indica en forma visual. Aquí el usuario interactúa con la pantalla.

c. Sistema de Comunicación:

Enlace directo con cable de cuatro hilos con blindaje: con ésta opción se resuelve satisfactoriamente el problema de comunicación, con la enorme ventaja de que es considerablemente más barata en comparación con las demás opciones.

**CAPÍTULO 3**  
**PROCEDIMIENTO**  
**METODOLÓGICO**

### **3.1 Metodología**

- a. Revisar y probar los actuadores y sensores que se encuentran instalados en la Presa Pejibaye, para determinar cuáles son adecuados para el proyecto y cuáles se deben cambiar. Se estima que se requiere media semana para realizar dicha acción. Se requiere el uso de un vehículo al menos un día, para realizar la visita al sitio.
  
- b. Revisar y probar los actuadores y sensores que se encuentran instalados en la Presa Tapantí, para determinar cuáles son adecuados para el proyecto y cuáles se deben cambiar. Esto se realizará en un tiempo de media semana. Se requiere el uso de un vehículo al menos un día, para realizar la visita al sitio.
  
- c. Definir, luego de analizar las alternativas respectivas, el controlador adecuado, que se escogerá sobre la base de las especificaciones del proyecto. Se deben consultar manuales de fabricante, así como las páginas en Internet necesarias, para lograr hacer la elección óptima. Se estima que se requieren dos semanas para realizar dicha labor.
  
- d. Analizar las condiciones del túnel para verificar lo acertado de la decisión tomada sobre el sistema de comunicación que se eligió en este anteproyecto. Esto con el fin de determinar posibles interferencias y condiciones adversas que no se hayan tomado en cuenta. Se requerirá el uso de Internet y manuales de fabricante para determinar cuáles características se cumplen y cuáles no. Se estima que se requieren dos días para realizar dicha tarea. Se requiere el uso de un vehículo al menos un día, para realizar la visita al sitio.
  
- e. Realizar las mediciones necesarias para determinar los actuadores adecuados en el sistema. Se deben de medir picos de corriente de arranque, voltajes de operación, velocidad de avance de las compuertas, humedad y presencia de agua. Se requerirá el uso de Internet y manuales de fabricante para determinar cuáles características se cumplen y cuáles no. Se estima que se requiere una semana

para realizar dicha tarea. Se requiere el uso de un vehículo al menos un día, para realizar la visita al sitio.

f. Obtener las variables de entrada del sistema, determinar cuáles han sido tomadas en cuenta y cuáles deben de considerarse o desecharse. Se estima que se requiere una semana para realizar dicha tarea. Se requiere el uso de un vehículo al menos un día, para realizar la visita al sitio.

g. Escoger los sensores óptimos para cada punto del proyecto. Se requerirá el uso de Internet y manuales de fabricante para determinar cuáles son los adecuados en cada situación. Esto se realizará en el tiempo estimado de una semana.

h. Diseñar el control adecuado para la Presa Pejibaye. Analizando las variables de entrada y salida, realizar la programación óptima. La duración aproximada de esta actividad es de una semana.

i. Diseñar el control adecuado para la Presa Tapantí. Analizando las variables de entrada y salida, realizar la programación óptima. La duración aproximada de esta actividad es de una semana.

j. Simular por medio de software, el funcionamiento de los controles diseñados, para prever algunos ajustes en los sensores y actuadores seleccionados. Éste software, generalmente se incluye en el PLC, de ser necesario se debe adquirir. Se estima que se necesita media semana para realizar ésta actividad.

k. Buscar y adquirir los componentes necesarios para la instalación del proyecto. En dicha labor se consultarán manuales de fabricante y las páginas en Internet necesarias. La duración de ésta actividad será de media semana.

l. Instalar la Estación Remota en Presa Pejibaye. Con los componentes adecuados se hace el montaje con las remodelaciones necesarias en las instalaciones. Se estima que se necesitan tres días para realizar ésta actividad. Se necesitará un vehículo al menos durante dos días.

m. Hacer pruebas de funcionamiento en Presa Pejibaye, esto con el fin de comprobar el buen funcionamiento de la Estación Remota. Se estima que se necesitan dos días para realizar ésta actividad. Se necesitará un vehículo al menos durante un día.

n. Puesta en marcha del proyecto. Una vez hechas las pruebas y correcciones necesarias se pone en funcionamiento el proyecto. Se necesitará un vehículo al menos durante tres días. Se estima una duración de dos semanas para dicha actividad.

o. Preparación de la documentación del informe final del proyecto de graduación y transferencia de tecnología. Se estima un tiempo de dos semanas.

### **3.2 Diagramas de Gantt y Pert**

En la figura 3.1 se muestra el diagrama de Gantt utilizado en el desarrollo del proyecto. En la figura 3.2 se puede observar el diagrama de Pert que se obtuvo a partir del diagrama de Gantt.

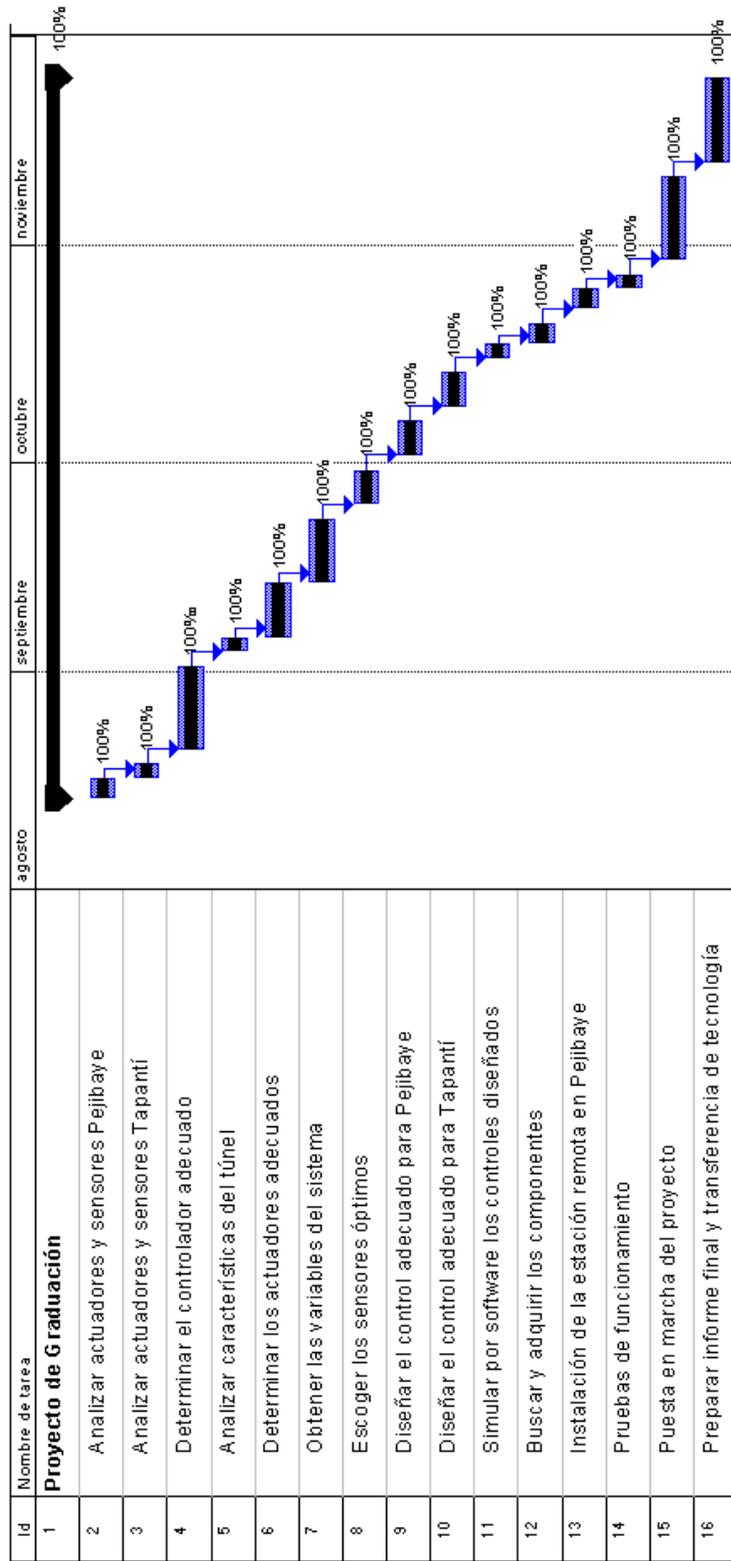


Figura 3.1 Diagrama de Gantt.

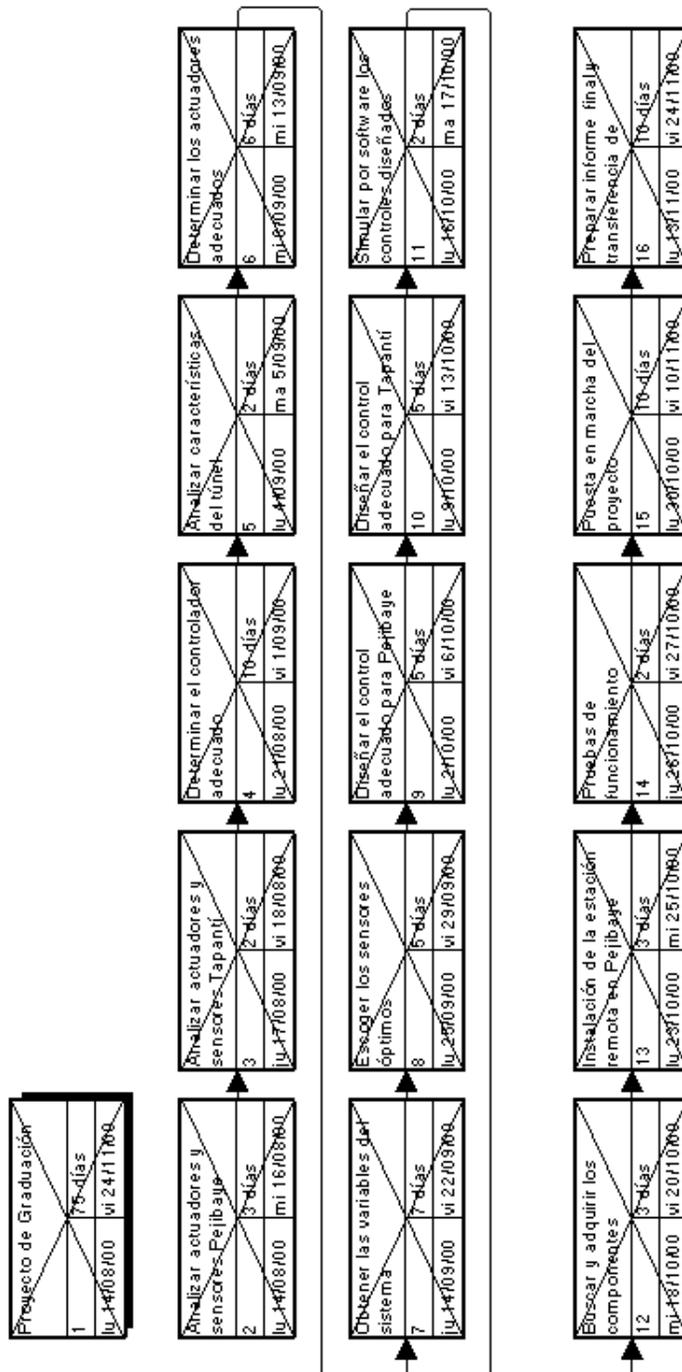


Figura 3.2 Diagrama de Pert.

**CAPÍTULO 4**  
**DESCRIPCIÓN DEL**  
**HARDWARE**  
**UTILIZADO**

#### 4.1 Descripción del PLC.

En este proyecto, el hardware tiene como principal componente un PLC modelo QK801 (mostrado en la figura 4.1) de la empresa ALTUS distribuido en Costa Rica por Sistemas de Potencia de Centroamérica. Este PLC posee 512 puntos de entrada/salida, una capacidad de memoria de 128K RAM + 128K FLASH. Interfase para redes de comunicación ALNET I y ALNET II. Gran capacidad de autodiagnóstico. Posee dos canales de comunicación serie con operación simultánea. Memoria FLASH EPROM para almacenar los programas. Reloj de tiempo real con calendario. Led's indicadores del estado del PLC en el panel frontal.

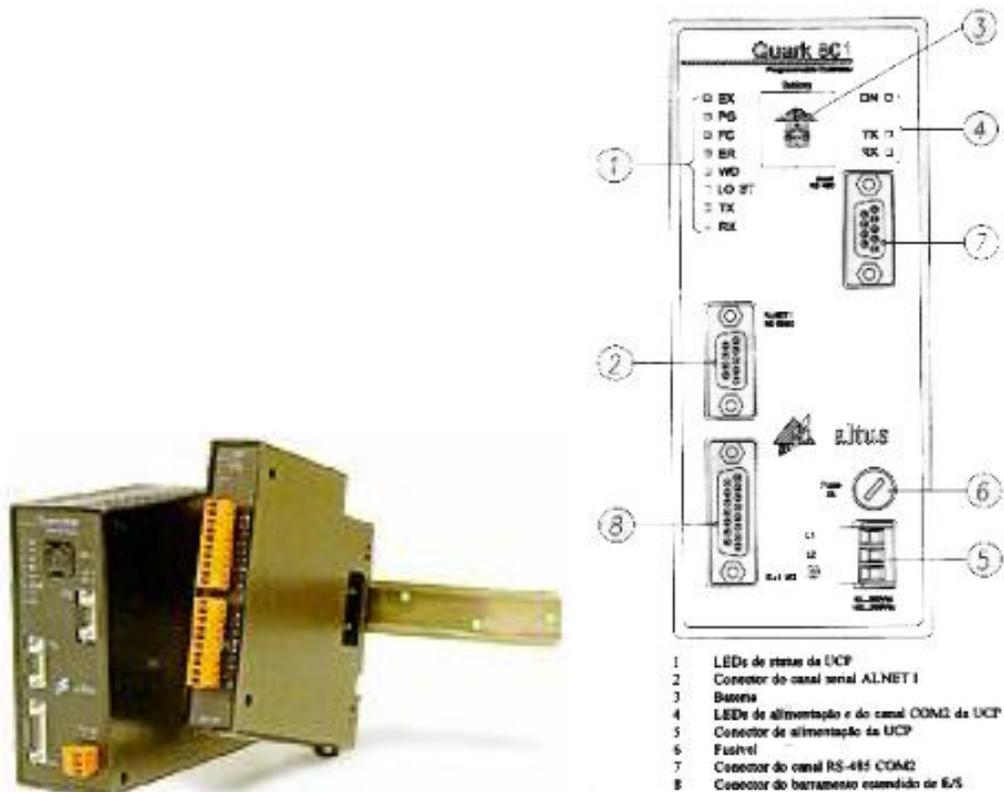


Figura 4.1 Controlador QK801 y su parte frontal.

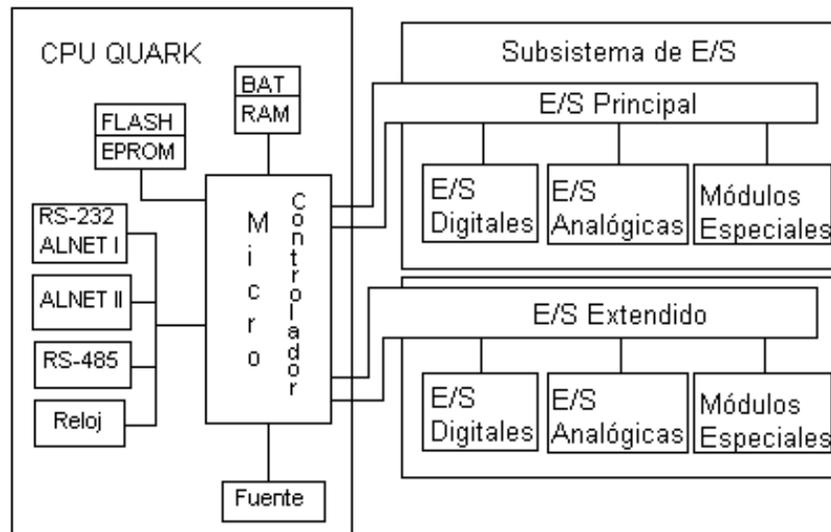
Se incorporaron tres módulos adicionales: el QK1130 (32 entradas digitales optoacopladas para 24VDC), el QK1224 (16 salidas digitales con su respectivo módulo acoplador de relé) y el QK1119 (8 entradas analógicas de 12 bits de resolución, 0...4096).

En la tabla 4.1 se muestran las principales características del PLC QK801, fundamentales para la buena programación y utilización del controlador.

**Tabla 4.1** Características generales del controlador QK801.

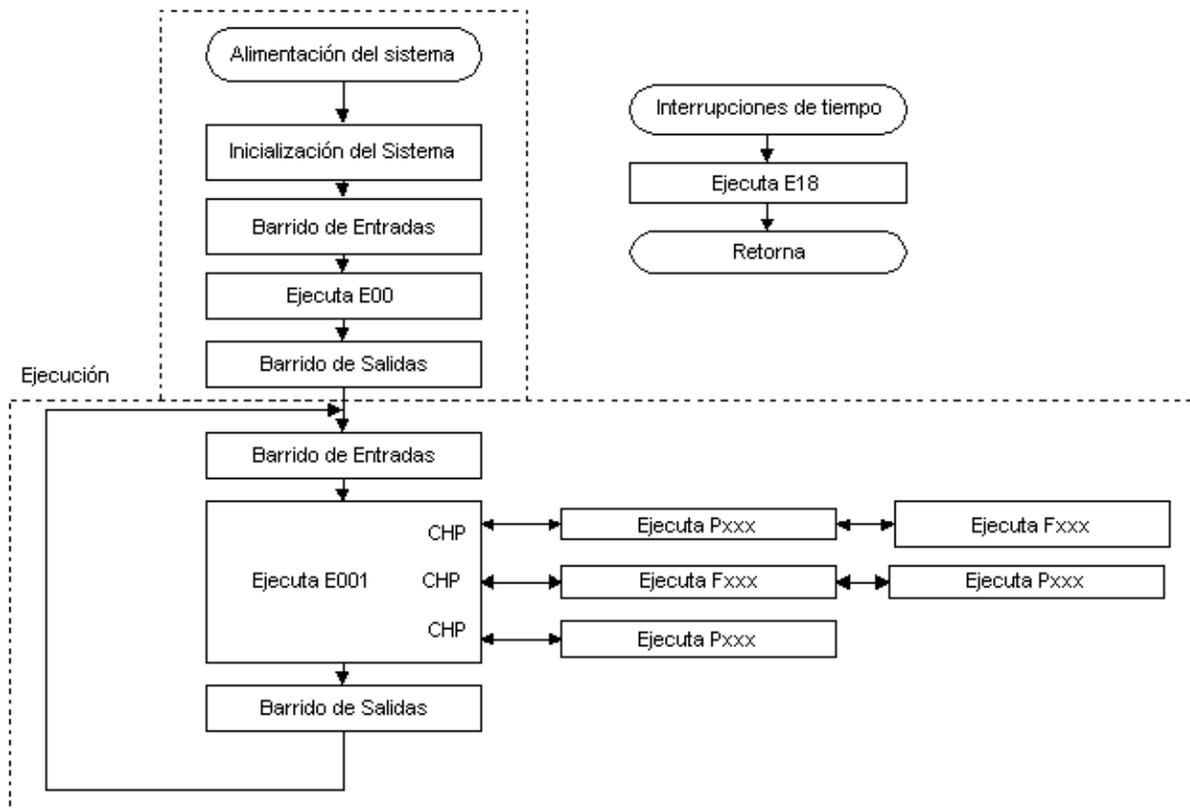
<b>Características generales</b>	<b>QK801</b>
Número máximo de puntos digitales E/S	512
Número máximo de módulos E/S	32
Canal de comunicación ALNET I	Sí
Canal de comunicación RS-485	Sí
Canal de comunicación ALNET II	No
LEDs de actividad (TX,RX) en canales	Sí
Capacidad de memoria del modelo	32K RAM 64K FLASH
Capacidad máxima del modelo	128K RAM 128K FLASH
Retención de memoria de programas	Batería de litio 1/2AA-3V
LEDs indicadores de estado del PLC	Sí
Microcontrolador: Intel®	80C32
Frecuencia de reloj	14.7456MHz
Reloj de tiempo real con calendario	Sí
“Watch dog timer”	Sí
Tiempo máximo por Hardware	500ms
Tiempo programado por Software	Hasta 500ms
Índice de protección	IP20
Temperatura de operación	0 a 60°C
Temperatura de almacenaje	-25 a 70°C
Humedad relativa de operación	5 a 95%
Peso	1200g

El CPU del QK801 posee internamente la distribución que se observa en el diagrama de bloques de la figura 4.2. Como se puede observar tiene un microcontrolador, que en este caso es el 80C32 de Intel®, un bus de datos, fuente de alimentación, batería de respaldo, memoria, puertos de E/S y reloj de tiempo real.



**Figura 4.2** Diagrama de bloques del CPU QK801 de la serie QUARK

En la figura 4.3 se observa la forma en que es ejecutado el programa dentro del CPU. Una vez que el sistema es energizado, procede a la inicialización de las diferentes variables del sistema, hace un barrido de las entradas, ejecuta el módulo E000 y seguidamente hace un barrido de las salidas del sistema. Luego de esto el CPU entra en estado de ejecución, donde hace un barrido de las entradas, ejecuta E001 y asigna esto a las salidas. Lo anterior es ejecutado en forma cíclica e infinita. Durante este ciclo pueden haber llamadas a procedimiento o función que son atendidas y luego se retorna al ciclo. Además pueden haber interrupciones de tiempo en el módulo E018, las cuales son atendidas y luego se retorna al programa normal de ejecución.



**Figura 4.3** Flujo de ejecución del CPU

## 4.2 Descripción del HMI.

La interfaz hombre-máquina (HMI), es el componente del proyecto con el que interactúa el usuario. Está compuesta de una pantalla de visualización y control digital, donde el usuario puede observar el estado de las variables y además dar órdenes de operación con el simple toque de un dedo en el área de la opción deseada.

En el presente proyecto se ha usado el ECT-16 de la fábrica EXOR, que se puede observar en la figura 4.4, tiene una resolución de 320x240 pixeles ó 16x40 líneas en 16 colores, mide 5,6 pulgadas de diagonal, 512KB de memoria, 1024 alarmas, descansa pantallas, zumbador, puerto para PLC, puerto para PC/printer.

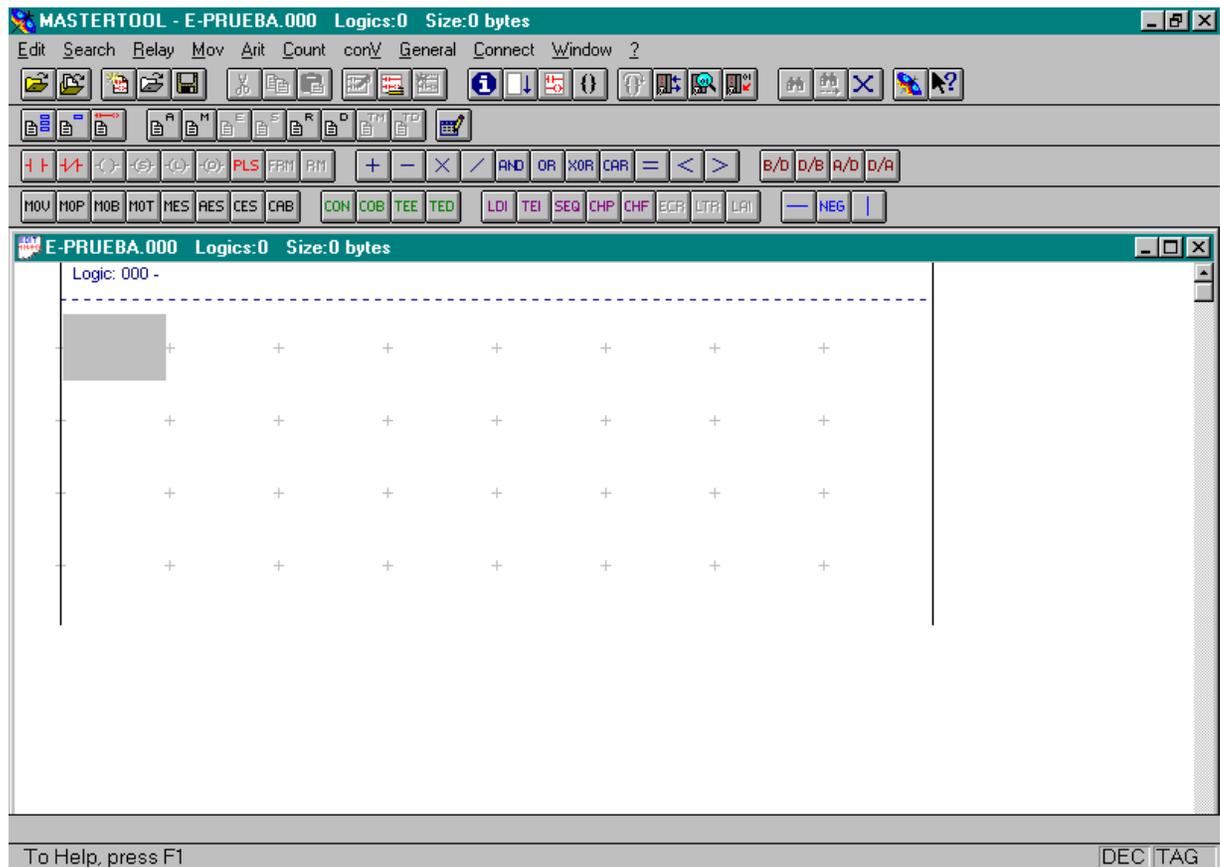


**Figura 4.4** Parte frontal de la pantalla de visualización y control digital.

**CAPÍTULO 5**  
**DESCRIPCIÓN DEL**  
**SOFTWARE DEL**  
**SISTEMA**

## 5.1 Software de programación del PLC

El Master Tool 4100 es el software que elaboró la empresa ALTUS para la programación de sus productos de la serie QUARK a la que pertenece el QK801 usado en este proyecto. Como se observa en la figura 5.1, elaborado en ambiente Windows®, es de fácil manejo y gran flexibilidad. La función STATUS le indica cualquier error que se presente en el PLC, y además su posible solución.



**Figura 5.1** Presentación del programa Master Tool 4100.

Basado en el diagrama de flujo de las figuras 5.2, 5.3 y 5.4 se procedió en el programa MT4100 a elaborar las instrucciones deseadas en el PLC.

En el Apéndice 2 se puede observar el listado completo de las diferentes instrucciones que se elaboraron para poder lograr que el PLC ejecutara los diferentes procedimientos necesarios para el buen funcionamiento del sistema en general.

Se puede hablar de nueve subrutinas, que componen el total de la programación.

**Abrir Compuerta 1:** se verifica la orden de abrir la compuerta 1, si se cumple, se verifica que la compuerta no esté abierta totalmente, si se cumple, se verifica que el cable no esté flojo, si se cumple, se procede a desaplicar el freno y accionar el motor para que la compuerta 1 abra. En el momento que alguna de estas condiciones no se cumpla la compuerta deja de abrir.

**Cerrar compuerta 1:** se verifica la orden de cerrar la compuerta 1, si se cumple, se verifica que la compuerta no esté cerrada totalmente, si se cumple, se verifica que el cable no esté flojo, si se cumple, se procede a desaplicar el freno y accionar el motor para que la compuerta 1 cierre. En el momento que alguna de estas condiciones no se cumpla la compuerta deja de cerrar.

**Parar compuerta 1:** si se da la orden de parar la compuerta, o la compuerta está abriendo y se encuentra abierta totalmente, o está cerrando y se encuentra cerrada en su totalidad, se procede a aplicar el freno y desenergizar el motor.

**Bombas galería:** si se activa la señal de nivel máximo de agua en la galería se procede a consultar cuál fue la última bomba que se encendió y procede a encender la opuesta, además de activar un contador de tiempo real (cuenta hasta 5 minutos). Cuando se activa la señal de nivel mínimo se desenergizan las bombas. Si se termina la cuenta es porque la señal de nivel mínimo no se ha producido, a lo cual se interpreta como inundación de agua en la galería, por tanto se procede a activar ambas bombas.

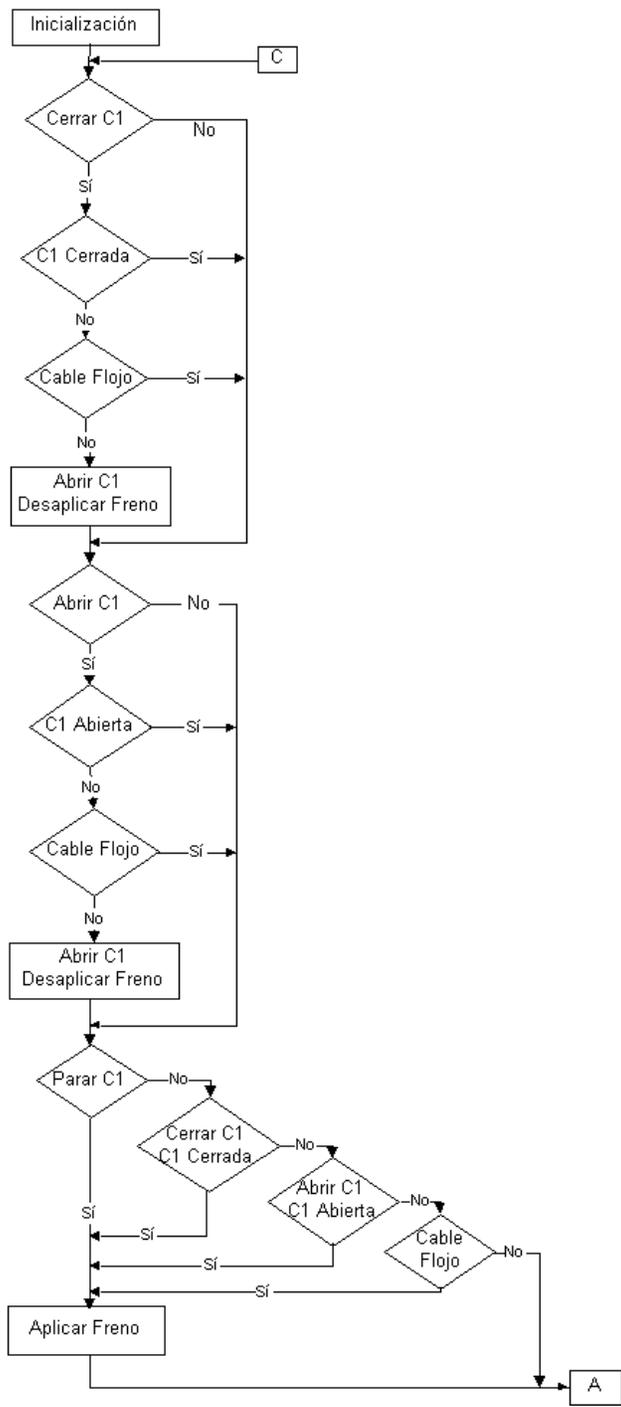
Abrir compuerta 2: se verifica la orden de abrir la compuerta 2, si se cumple, se verifica que la compuerta no esté abierta totalmente, si se cumple, se verifica que haya presión, si se cumple, se procede a encender el sistema hidráulico y accionar las electroválvulas para que la compuerta 2 abra. En el momento que alguna de estas condiciones no se cumpla la compuerta deja de abrir.

Cerrar compuerta 2: se verifica la orden de cerrar la compuerta 2, si se cumple, se verifica que la compuerta no esté cerrada totalmente, si se cumple, se verifica que la compuerta no esté abierta totalmente, si se cumple, se verifica que haya presión, si se cumple, se procede a encender el sistema hidráulico y accionar las electroválvulas para que la compuerta 2 cierre. En el momento que alguna de estas condiciones no se cumpla la compuerta deja de cerrar.

Parar compuerta 2: si se da la orden de parar la compuerta, o la compuerta está abriendo y se encuentra abierta totalmente, o está cerrando y se encuentra cerrada en su totalidad, se procede a desenergizar el sistema hidráulico y las electroválvulas que fueran accionadas.

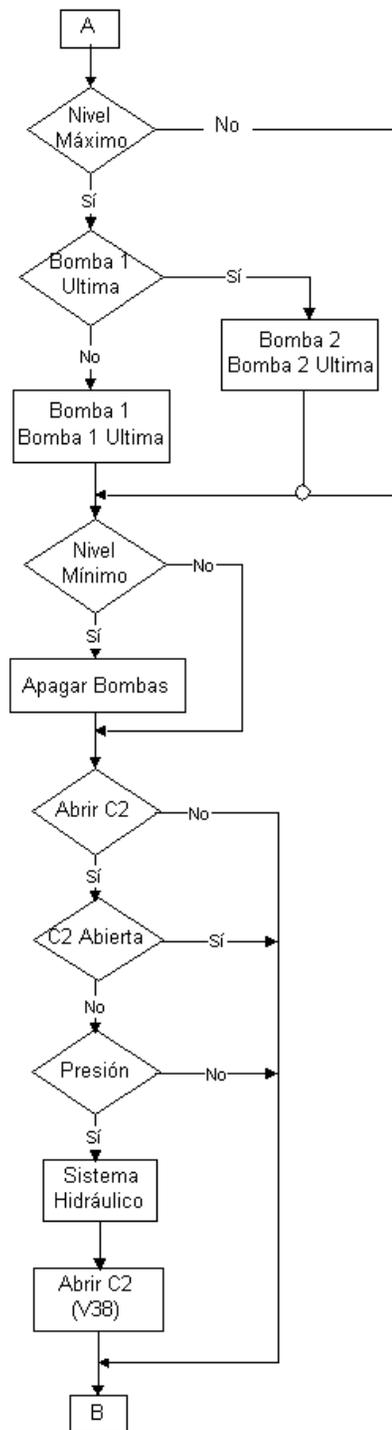
Transmitir datos: transmite los datos de las entradas y salidas a la Interfaz Hombre-Máquina (HMI) a través del puerto RS-485.

Recibir datos: recibe las posibles órdenes del HMI y las incorpora al sistema.



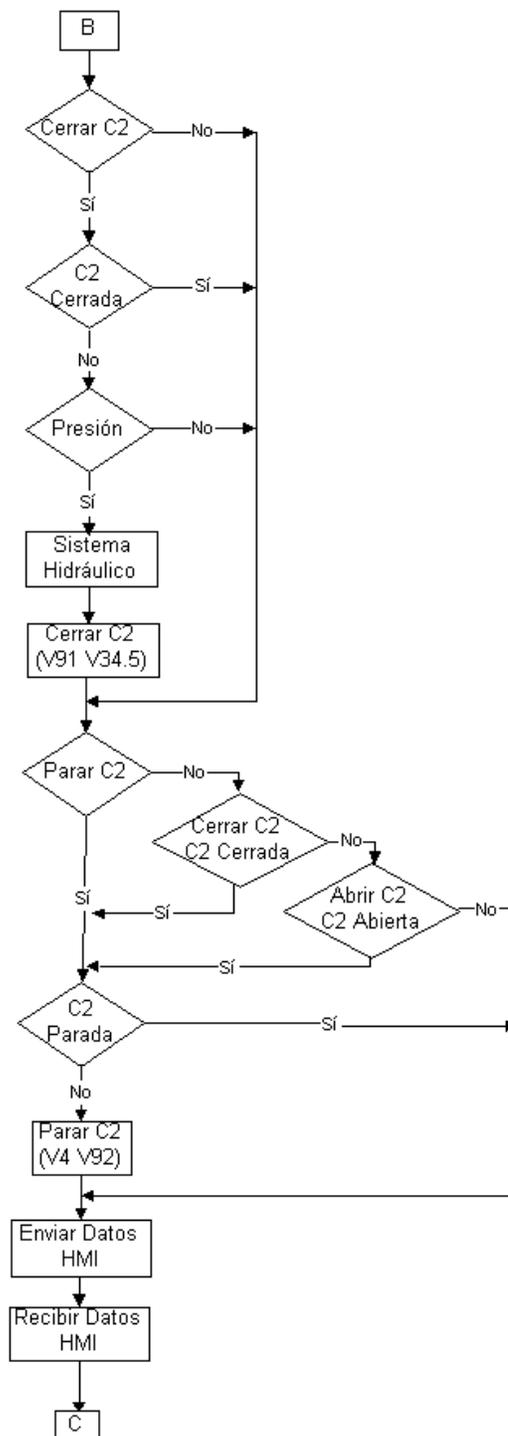
VISIO

Figura 5.2 Diagrama de flujo del programa del PLC.



VISIO

Figura 5.3 Continuación del diagrama de flujo del programa del PLC.



VISIO

Figura 5.4 Continuación del diagrama de flujo del programa del PLC.

## 5.2 Software de programación del HMI.

En el programa UniOP Designer 5.0<sup>®</sup> se realizó la configuración y programación de la interfaz hombre-máquina (HMI). Como se puede observar en la figura 5.5, este programa ambientado en Windows<sup>®</sup>, facilita aún más la manera de programarle los diferentes comandos, posee gran versatilidad en el manejo de los botones y gráficos. En este software se implementaron seis pantallas, una de presentación, tres de comandos de entrada y salida y dos de alarmas. Principalmente permite el manejo de la compuertas y la visualización tanto de las compuertas como de las bombas.

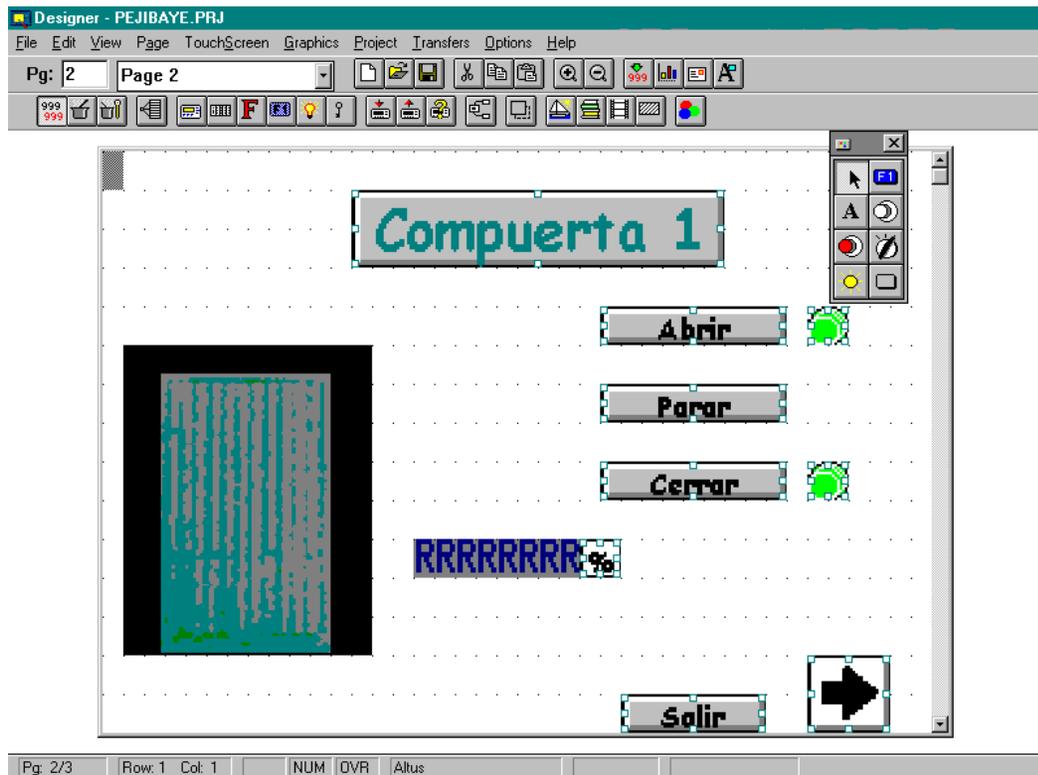


Figura 5.5 Muestra del programa UniOP Designer 5.0

**CAPÍTULO 6**  
**ANÁLISIS Y**  
**RESULTADOS**

## 6.1 Descripción del diseño

Primeramente se procedió a realizar un análisis minucioso de las instalaciones de la presa Pejibaye, la presa Tapantí, así como de las condiciones generales del túnel.

En las presas se recogió información sobre los motores usados, sus actuadores y sensores, así como su ubicación en la distribución física de la respectiva presa.

Como se puede apreciar en la tabla 6.1, el motor de la compuerta 1 y los motores de las bombas 1 y 2, no sobrepasan los 20A a 220V de corriente alterna. Dichos motores son controlados por actuadores de 20A y fusibles de 25A. El motor de la compuerta 2 tiene un consumo de 34A a 220V, por lo que utiliza un actuador de 40A con fusible de 50A.

**Tabla 6.1** Características de los motores de la presa Pejibaye.

Descripción	Voltaje	Corriente	Potencia	Frec.	F.P.	Fases	Velocidad
Motor compuerta 1	230-460V	12A	5,5kW 7,5HP	60Hz	0,80	3	1465rpm
Motor compuerta 2	220-440V	34-17A	9,8kW	60Hz	0,81	3	
Motores Bombas 1 y 2	220V	6,2A	1,5kW	60Hz	0,80	3	

En la tabla 6.2 podemos ver como ninguno de los motores posee un consumo de corriente nominal superior a los 35A, es por eso que se considera que los actuadores de 15A y térmico de 20A utilizados para este sistema son apropiados, sólo resta por revisar si están en perfecto estado.

**Tabla 6.2** Características de los motores de Presa Tapantí.

Descripción	Voltaje	Corriente	Potencia	Frec.	F.P.	Fases	Velocidad
Motor de la grúa	380V	8,5A	2000Lbs	60Hz	0,80	3	
Carro de la grúa	220V	1-1,8A	370W	60Hz	0,79	1	1650rpm
Motores compuertas 1 y 2	220V	9-5,2A	2,2kW	60Hz	0,80	3	1720rpm
Motores compuerta 3 (2)	220V	6,2A	1,5kW	60Hz	0,80	3	1680rpm
Motores Bombas 1 y 2	220V	6,2A	1,5kW	60Hz	0,80	3	
Generador térmico	2400V a 1385V	22,6A Exc. 11,7A	75kW 94kVA	60Hz	0,80	3	1800rpm

En cuanto al túnel se refiere, se logró constatar que posee condiciones de humedad considerables, pero como se observa en la figura 1.7 hay zonas aptas para la colocación de repetidores que cumplan con un mínimo de normas de protección (IP45 o NEMA3, según Anexo 2).

En el proyecto se propuso una serie de artículos que debieron ser adquiridos. Sin embargo éstos artículos no pudieron comprarse por causas exclusivamente administrativas, se conjuntaron en la solicitud de suministros N°3604-0407-2000 que especifica el PLC, el transmisor de posición, el touch screen y los accesorios, como un único artículo, y se procedió a cotizar. Como se puede ver en el apéndice 1, se dieron tres ofertas por parte de las empresas *SIEMENS*, *MATEX* y *SISTEMAS DE POTENCIA DE CENTROAMÉRICA*.

La empresa *SIEMENS* ofreció todos los ítems del artículo y además proponía un software que integraba en una red el PLC, el touch screen y el transmisor de posición. Ésta empresa ofreció una garantía de 12 meses después de facturado el artículo.

Por su parte la empresa *MATEX* no cumplió con los ítems 11 y 13 del artículo que corresponden al transmisor de posición para compuerta y el aislador de señal respectivamente. Dado que se trataba de un único artículo, no se podía comprar

algunas cosas a un oferente y otras a otro. Por lo anterior ésta empresa quedó descartada, aún cuando cumplía con las otras especificaciones y las condiciones de garantía y entrega.

Por su parte la empresa *SISTEMAS DE POTENCIA DE CENTROAMÉRICA* cumplió con todas las especificaciones técnicas que se pedían del artículo por parte del Centro de Producción Río Macho. Complementado lo anterior con una charla en las instalaciones de RIOCAT, por parte de un representante de ALTUS empresa fabricante del producto. En esta ocasión mostraron lo poderoso y flexible de su producto aplicado a la industria brasileña, específicamente en desarrollos petroleros e hidroeléctricos. Otro de los aspectos tomados en cuenta es que dicha empresa ofrece el estudio para generar recomendaciones y la capacitación para el manejo de hardware y software que ellos suministren.

En la tabla A.3, Anexo 1, se muestran los detalles de la cotización y los rubros que las distintas empresas presentaron acerca de su producto. Por precio y requisitos técnicos, se adjudica el artículo único a *SISTEMAS DE POTENCIA DE CENTROAMÉRICA*.

## **6.2 Alcances y limitaciones**

Se puede considerar que el proyecto avanzó de forma relativamente normal, con cambios que se admiten dentro del margen de tolerancia, ya que se dan por motivos de fuerza mayor, debido principalmente al sistema en que se ve envuelto el proyecto dentro del Centro de Producción Río Macho (ICE), con las trabas normales de una empresa con niveles jerárquicos y papeleos que complican el avance normal del proyecto.

Las principales limitaciones, aunque no han sido significativas, se dan por las condiciones climáticas de la zona, y la realización de labores de limpieza dentro de la planta y el resto de las instalaciones del centro que limitan el uso de los vehículos que se encuentran a disposición del centro. La otra situación por la que se generan atrasos es que se dan situaciones imprevistas que necesitan transporte para realizarse. Y una última limitación es que el servicio de Internet que hay dentro de la red del ICE es muy inestable, por cuanto el correo electrónico y la búsqueda de información en la red presenta atrasos.

**CAPÍTULO 7**  
**CONCLUSIONES Y**  
**RECOMENDACIONES**

## 7.1 Conclusiones

- a. El sistema diseñado proporciona un manejo más confiable de la Presa Pejibaye.
- b. El caudal que proporciona la Presa Pejibaye a través del túnel de conducción es el 7.5% del total del caudal.
- c. El túnel de conducción posee un diámetro promedio de 3m y 2385m de longitud, además de gran cantidad de agua que se filtra por todos sus costados.
- d. La zona de la Presa Tapantí es muy lluviosa (7500mm anuales).
- e. Sin un control remoto desde Tapantí para la Presa Pejibaye, su acceso es casi imposible.
- f. La humedad relativa que se da en la Presa Pejibaye está provocando deterioro en los motores y mecanismos complementarios de las compuertas.
- g. El PLC cumplió con las expectativas del proyecto, abarcando todos los puntos de los objetivos.
- h. El costo total del proyecto alcanzó cerca de los siete millones de colones.

## 7.2 Recomendaciones

- a. Se puede tratar de dar más importancia al mantenimiento de la Presa Pejibaye, ya que tiene un importante aporte al caudal de operación del Centro de Producción Río Macho.
- b. Se debería hacer una reestructuración del manejo de los vehículos del Centro de Producción Río Macho para poder darles un uso adecuado, y analizar la posibilidad/necesidad de otro vehículo.
- c. Se podría gestionar dentro de la institución para obtener un vehículo relativamente viejo pero doble tracción y con el motor en buen estado, para poder realizar las visitas a la Toma Pejibaye en forma aceptable.
- d. Darle continuidad al proyecto en miras de lograr un sistema SCADA centralizado en la Sala de Operación, desde donde se pueda monitorear y controlar, tanto las tomas como el embalse.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Texas Instruments. Analog/Mixed-Signal Products, Designer's Guide. Sexta edición, Editorial Texas Instruments. Santa Clarita, California, 2000.

Altus. Master Tool Programming, Programming Manual. Primera edición. Editorial Altus, São Paulo, Porto Alegre, Brasil, 2000.

Altus. Master Tool Programming, User's Manual". Primera edición. Editorial Altus, São Paulo, Porto Alegre, Brasil, 2000.

Altus. QK801 Manual de Utilização". Primera edición. Editorial Altus, São Paulo, Porto Alegre, Brasil, 2000.

Siemens. Aparatos de Control: Aparatos y sistemas de maniobra de baja tensión, Catálogo SA 2.2. 1993.

NEMA. ICS 1.1 Safety Guidelines for the Application, Installation and Maintenance of Solid State Control. 1983.

Texas Instruments, [www.ti.com/sc/analogmsp](http://www.ti.com/sc/analogmsp)

ALTUS, [www.altus.com.br](http://www.altus.com.br)

Exor, [www.exor-rd.com](http://www.exor-rd.com)

Siemens, [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

MODICON, [public.modicon.com](http://public.modicon.com)

## **APÉNDICES Y ANEXOS**

## Apéndice 1 Adquisición sistema monitoreo y control planta Río Macho

REQUERIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES SOLICITUD DE SUMINISTROS N°3604-0407-2000. ADQUISICIÓN SISTEMA MONITOREO Y CONTROL PLANTA RÍO MACHO.

**Tabla A.1** Especificaciones de las diferentes ofertas para el sistema de control Tapantí y Pejibaye.

<b>Oferta 1 (Siemens)</b>	<b>Oferta 2 (Matex)</b>	<b>Oferta 3 (SPC)</b>
CPU 315-2DP, Reloj de Tiempo Real, 64KB	Compact 984, 4KB RAM, 256 Entradas/Salidas	CPU ALTUS QK801, 512 I/O, 128KB RAM, 128KB FLASH Memory
16 Entradas Digitales 24VDC	16 Entradas Discretas Aisladas 12-60VDC	32 Entradas Digitales 24VDC
16 Salidas de Relé	8 Salidas de Relé, 2A 24VDC-110/230VAC	16 Salidas Digitales, 16 Acopladores de Relé
Módulo 4 Entradas Analógicas (Voltaje, Corriente)	4 Entradas Analógicas $\pm 10V$ , $\pm 20mA$ , 12 bits + signo	Módulo de 8 Entradas Analógicas, no aisladas, 12 bits
1 Convertidor RS-485		4 Convertidores RS-232/ RS-485
Manual de Usuario Aislador de Señal Software	Bastidores Manual de Usuario  Software	Riel y Accesorios Manual de Usuario Aislador de Señal Software
Fuente para Módulos Analógicos		Fuente para Módulos Analógicos
Interfase "Touch Screen", 5.7", 8 Colores(STN), Software, 3 Repetidor (Fuente 24VDC)	Interfase "Touch Screen", 5.7", 256 Colores, Software, Fuente 24VDC, 2.5A	Interfase "Touch Screen", 5.7", 8 Colores, Software, Fuente 24VDC, 2.5A
2 Fuentes 24VDC(1.3A, 2A)	1 Fuente 24VDC 1A	2 Fuentes 24VDC
3000m Cable 2 Pares con Pantalla	3000m Cable Beldín 3 Pares (22), (Tramos de 305m)	3000m Cable 4 Pares con Pantalla
	1 Cable Transmisor-PLC	1 Cable Transmisor-PLC
1 Gabinete	1 Gabinete Metálico	1 Panel c/Accesorios
1 Transmisor Bero Ultrasónico 60-600cm, 4-20mA		1 Transmisor de Posición para Compuerta
12 Meses de Garantía después de Facturado	18 Meses de Garantía después de Facturado, 12 Meses Puesta en Operación	12 Meses de Garantía después de Facturado.

**Tabla A.2** Especificaciones de los artículos de la oferta.

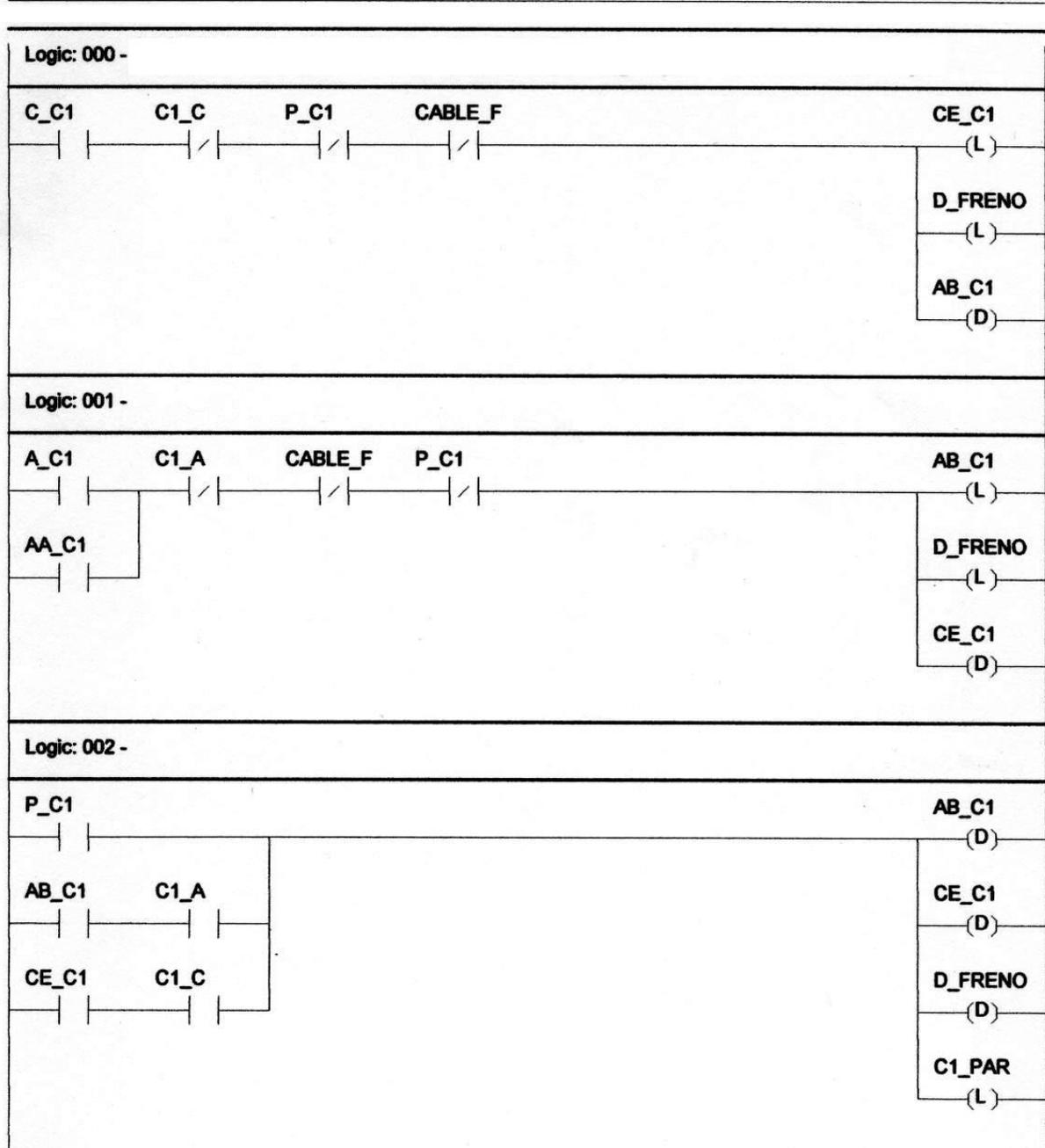
Número	Descripción
1	PLC
2	Software
3	Fuente de poder 24VDC, /0.5A para PLC
4	Módulo de 16 entradas digitales
5	Módulo de 16 salidas por relé
6	Módulo analógico de 4 canales
7	Fuente de poder para módulos analógicos
8	Interfase de operador Touch Screen
9	Fuente de poder 24VDC/2.3A
10	Accesorio para montaje de fuente (lateral)
11	Transmisor de posición para compuerta
12	Cable de conexión entre transmisor y PLC
13	Aislador de Señal
14	Interfase convertidor de RS232/RS422-485
15	Convertidores RS232/RS485
16	Cable
17	Gabinete
18	Manuales de programación del PLC

**Tabla A.3** Cuadro comparativo de ofertas del sistema de monitoreo y control para operar dos compuertas de toma de agua a 3Km de distancia.

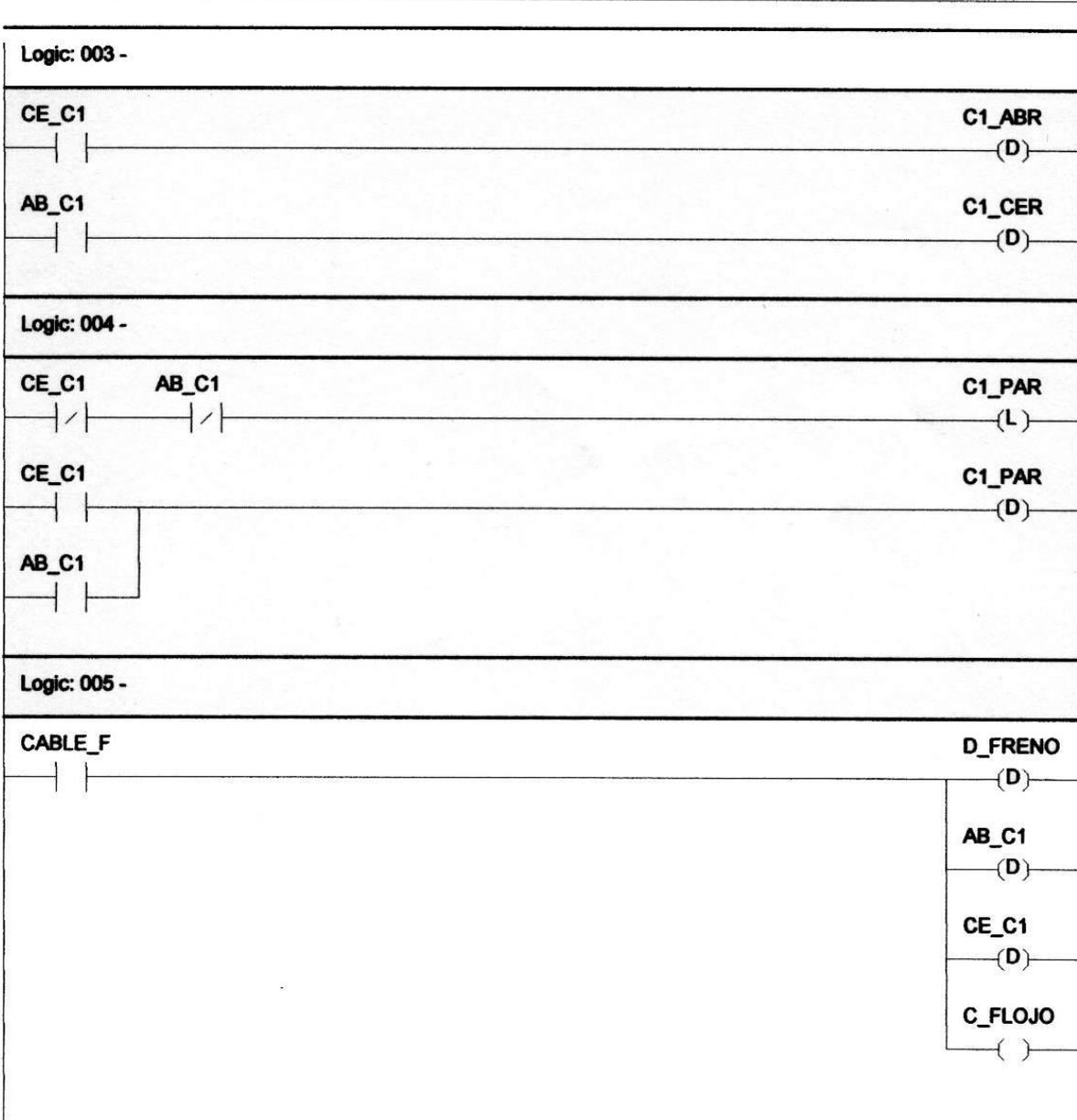
OFERENTE	1	2	3
Ítem	SIEMENS 12 Meses de Garantía	MATEX 18 Meses de Garantía	SPC 12 Meses de Garantía
1,12,18	¢550,515.00		
2	¢268,356.00		
3,4,5	¢211,860.00		
6,7	¢239,145.00		
8	¢1,075,992.00		
9,10	¢35,952.00		
11	¢228,873.00	No menciona el artículo	
13	¢118,128.00	No menciona el artículo	
14	¢354,384.00		
15	¢260,331.00		
16	¢2,272,680.00		
17	¢45,903.00		
Total (no hay precio por ítem)		¢3,633,996.45	¢4,092,750.00
Costo Oferta	¢5,662,119.00	¢3,633,996.45	¢4,092,750.00
Impuesto de Ventas	¢736,075.47	¢472,419.54	¢532,057.50
Total IVI	¢6,398,194.47	¢4,106,415.99	¢4,624,807.50

A continuación se detalla la adjudicación para esta contratación directa.  
**Artículo 1 adjudicar a SPC Oferta 3 (por precio y requisitos técnicos)**  
**Monto ¢ 4 624 807.50**

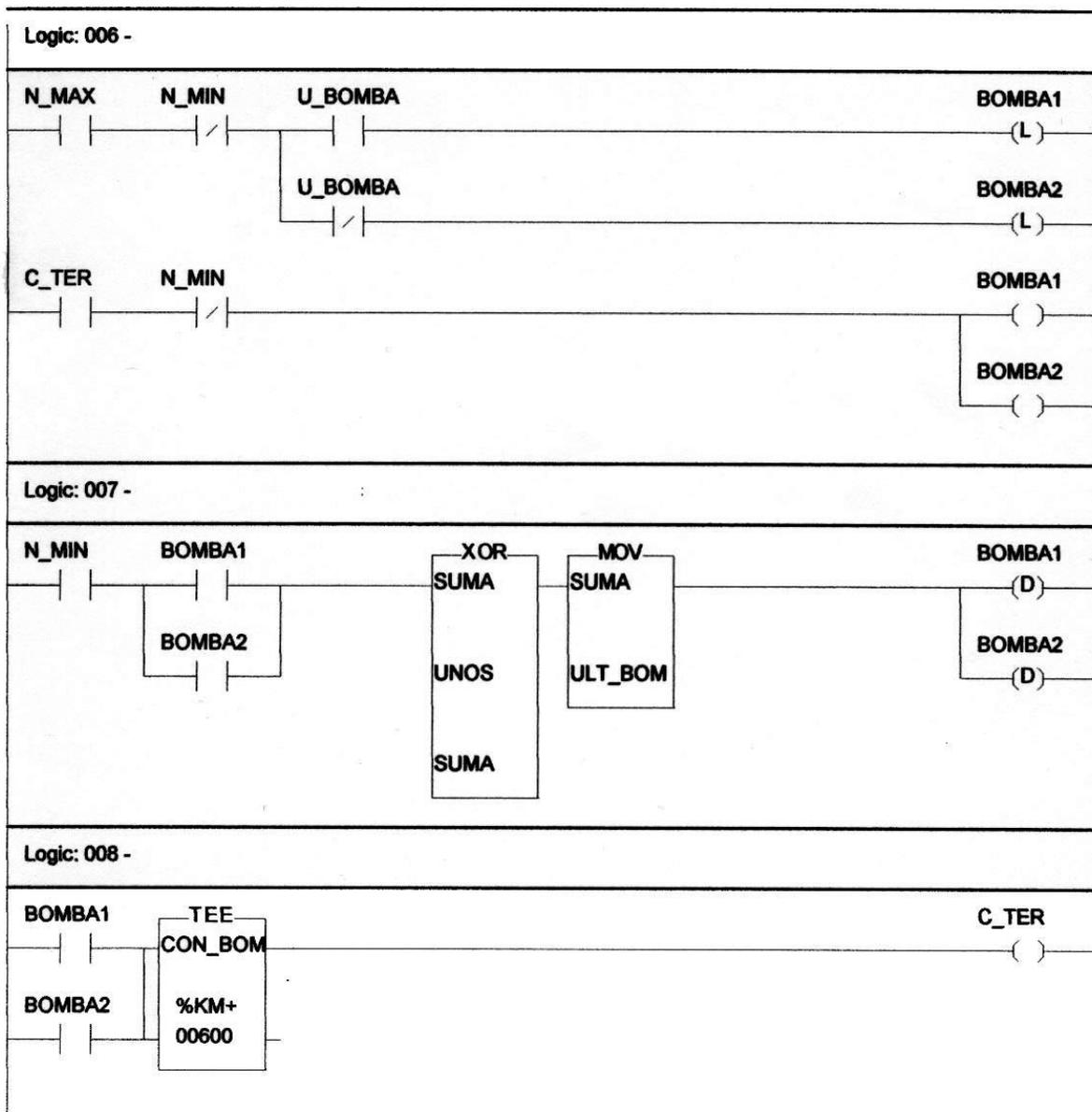
## Apéndice 2 Listado del programa del PLC



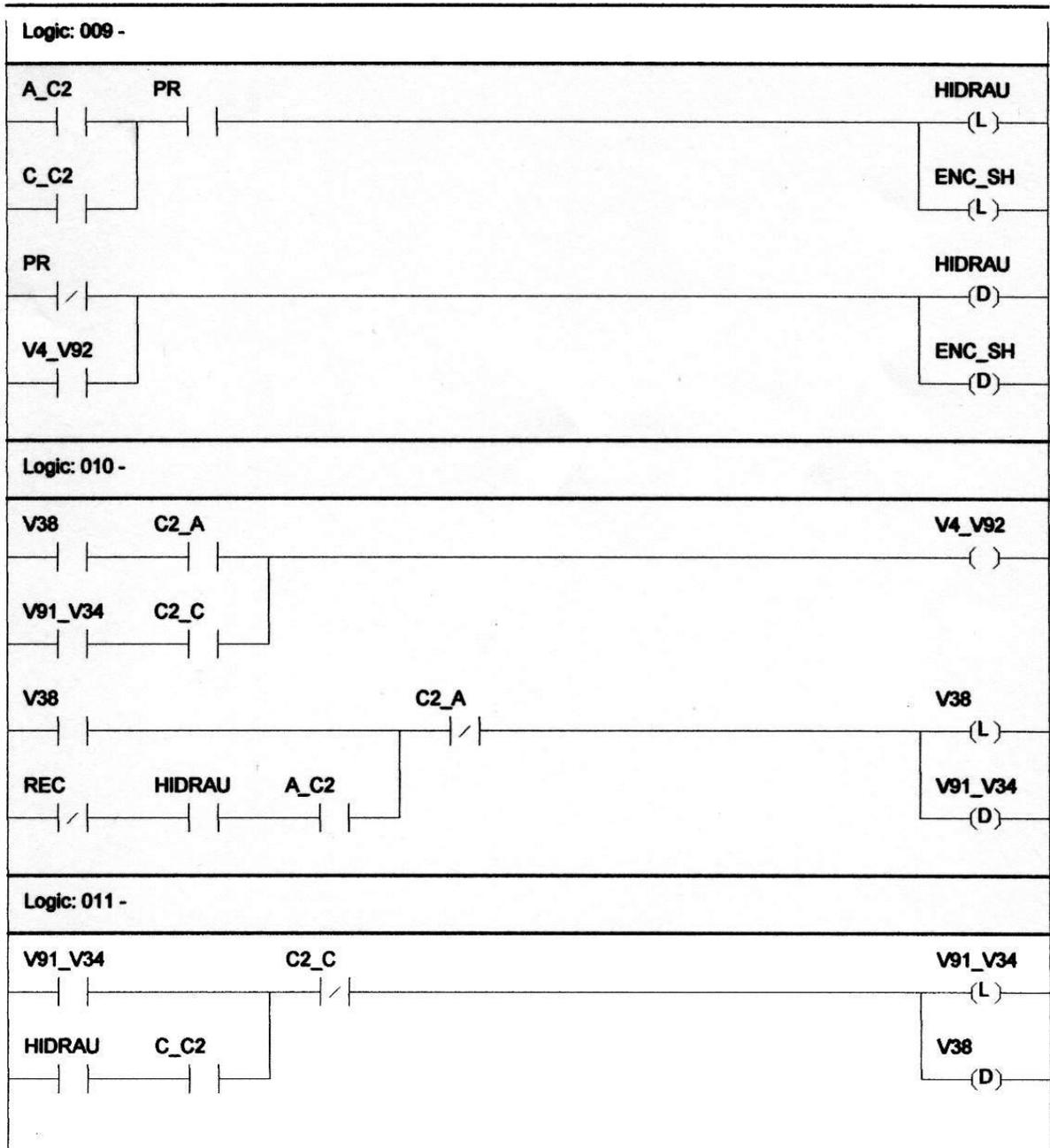
**Project: PEJIBA**  
**E-PEJIBA.001 -**



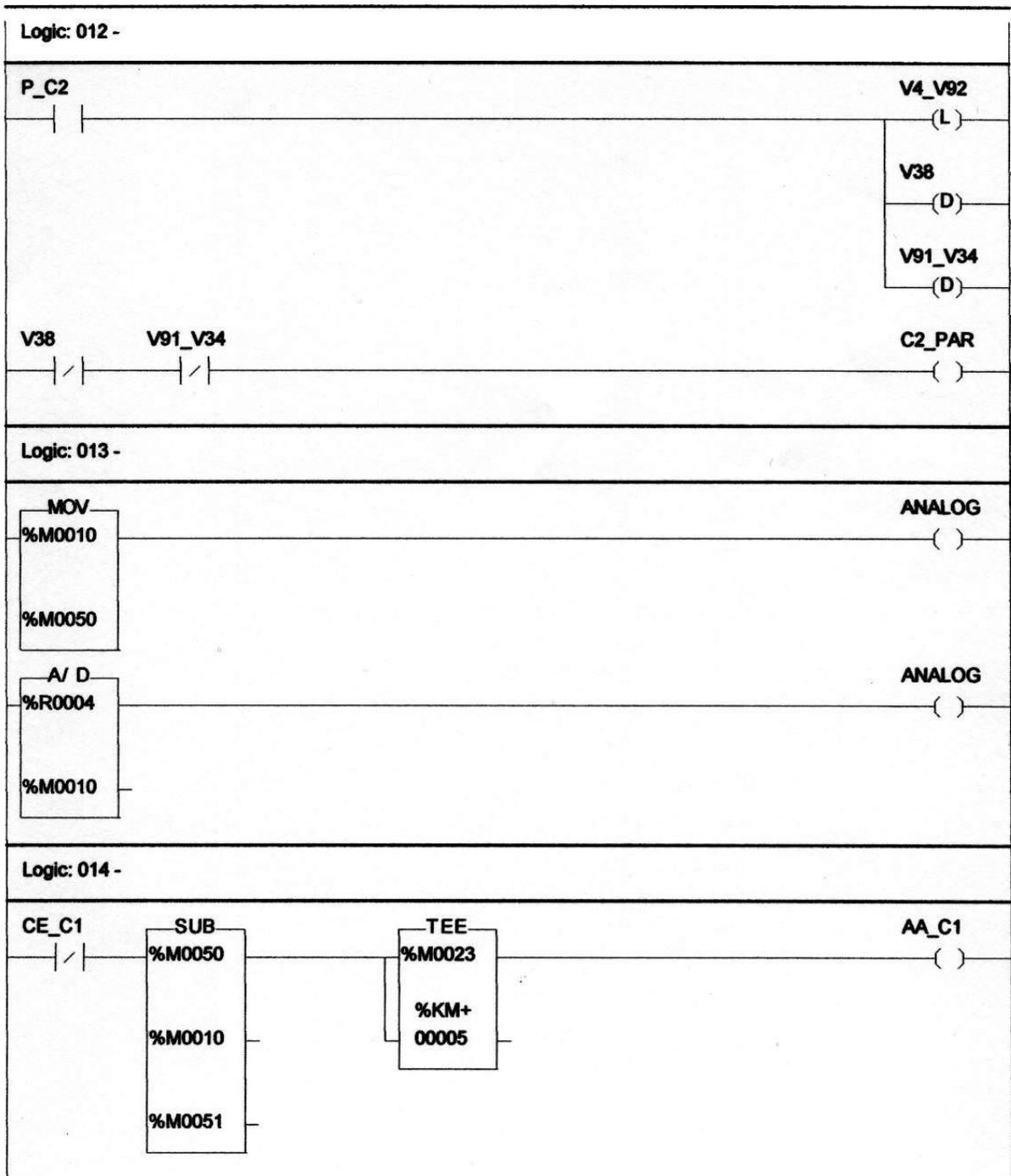
**Project: PEJIBA**  
**E-PEJIBA.001 -**



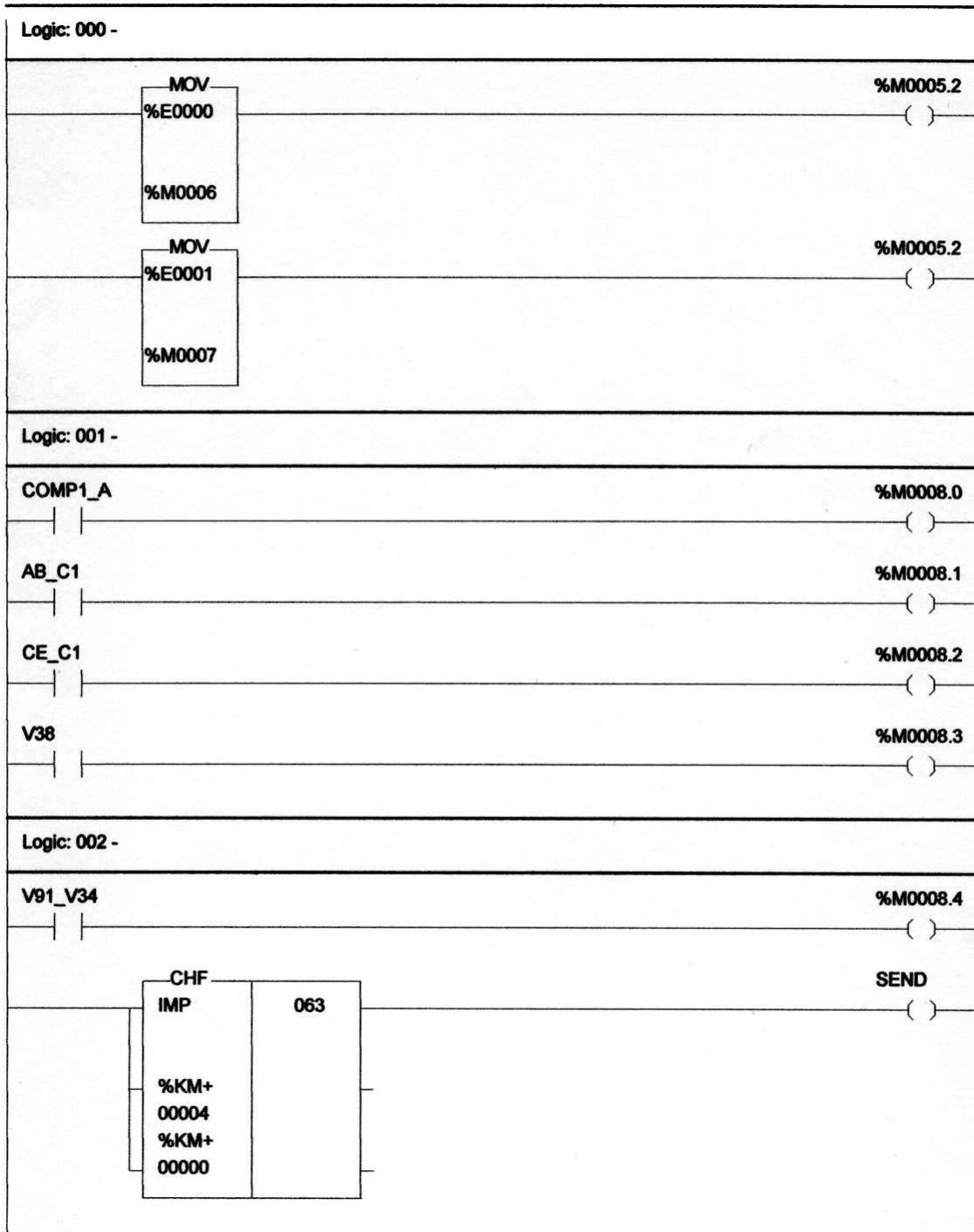
**Project: PEJIBA**  
**E-PEJIBA.001 -**



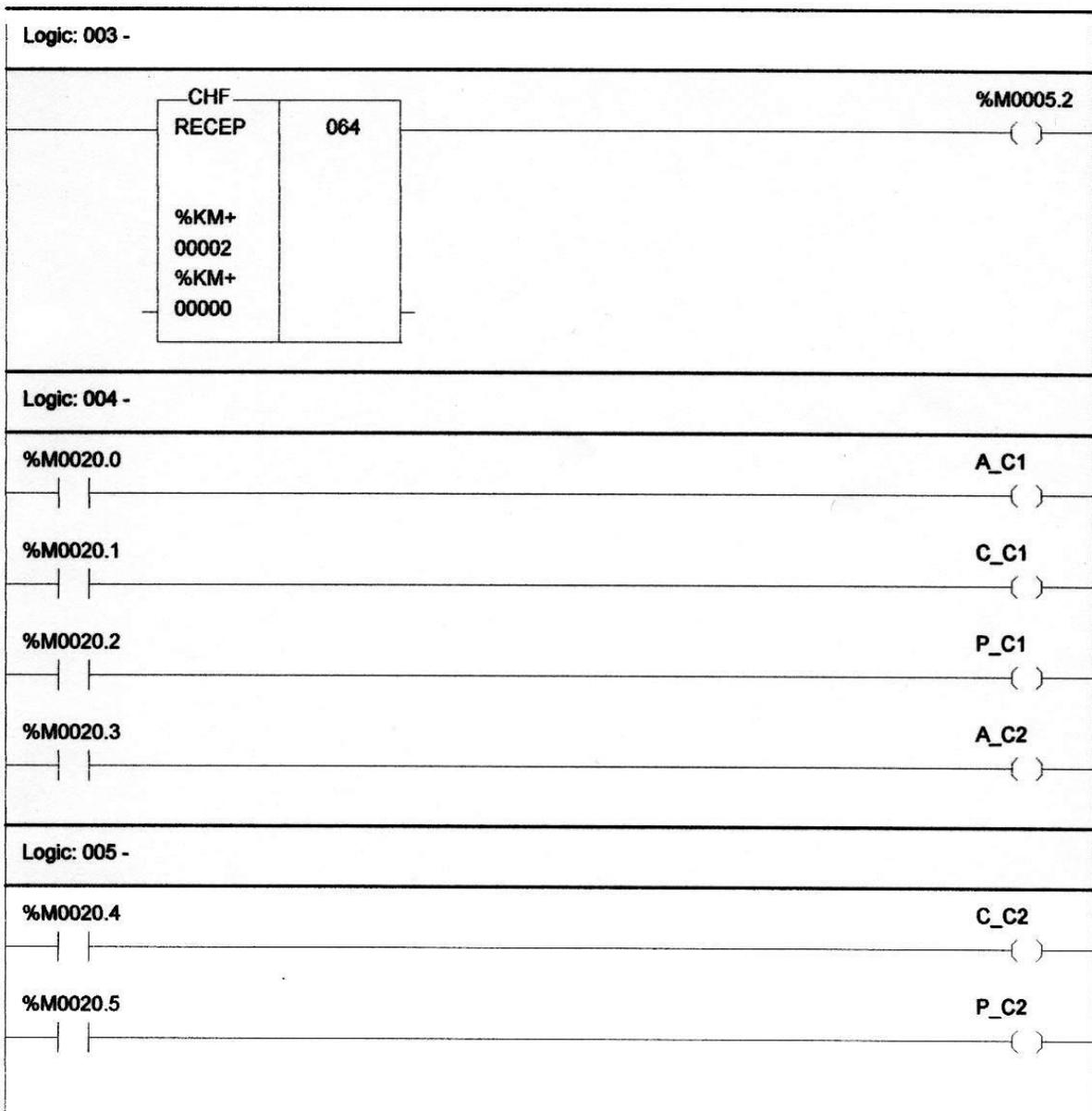
**Project: PEJIBA**  
**E-PEJIBA.001 -**



**Project: PEJIBA**  
**F-PEJIBA.001 -**



**Project: PEJIBA**  
**F-PEJIBA.001 -**



**Project: PEJIBA**  
**Tags List and Input/Output Operand Description**

<b>Operand</b>	<b>Tag</b>	<b>Description</b>	<b>Wire-Info</b>	<b>Supervision</b>
%E0000.0	C1_A	Compuerta 1 Abierta		writing
%E0000.1	C1_C	Compuerta 1 Cerrada		writing
%E0000.2	C2_A	Compuerta 2 Abierta		writing
%E0000.3	C2_C	Compuerta 2 Cerrada		writing
%E0000.5	B1_O	Bomba 1 Operando		writing
%E0000.6	B2_O	Bomba 2 Operando		writing
%E0000.7	REC	Sistema Hid. en Recuperación		writing
%E0001.0	PR	Presión Normal C2		writing
%E0001.1	CABLE_F	Cable Flojo C1		writing
%E0001.2	A_C1	Abrir Compuerta 1		writing
%E0001.3	C_C1	Cerrar Compuerta 1		writing
%E0001.4	P_C1	Parar Compuerta 1		writing
%E0001.5	A_C2	Abrir Compuerta 2		writing
%E0001.6	C_C2	Cerrar Compuerta 2		writing
%E0001.7	P_C2	Parar Compuerta 2		writing

**Project: PEJIBA**  
**Tags List and Input/Output Operand Description**

<b>Operand</b>	<b>Tag</b>	<b>Description</b>	<b>Wire-Info</b>	<b>Supervision</b>
%E0002.1	N_MIN	Nivel Mnimo de Agua		writing
%S0004.0	AB_C1	Abrir Compuerta 1		writing
%S0004.1	CE_C1	Cerrar Compuerta 1		writing
%S0004.2	D_FRENO	Desaplica el Freno		writing
%S0004.3	V38	Abrir Compuerta 2		writing
%S0004.4	V91_V34	Cerrar Compuerta 2		writing
%S0004.5	V4_V92	Parar Compuerta 2		writing
%S0004.6	ENC_SH	Encender Sistema Hidráulico		writing
%S0004.7	COMP1_A	Compuerta 1 Abierta Total		
%S0005.0	COMP1_C	Compuerta 1 Cerrada Total		
%S0005.1	COMP2_A	Compuerta 2 Abierta Total		
%S0005.2	COMP2_C	Compuerta 2 Cerrada Total		
%S0005.3	BOMBA1	Encender Bomba 1		
%S0005.4	BOMBA2	Encender Bomba2		
%S0005.5	C_FLOJO	Cable Flojo		

**Project: PEJIBA**

**Tags List and Input/Output Operand Description**

Operand	Tag	Description	Wire-Info	Supervision
%S0005.7	C2_PAR	Compuerta 2 Parada		

**Project: PEJIBA**  
**Tags List and Memory Operand Description**

<b>Operand</b>	<b>Tag</b>	<b>Description</b>	<b>Supervision</b>
%M0000.0	ANALOG	Entradas Analógicas Cargadas	
%M0000.1	ERR_ANA	Error en conversión A/D	
%M0000.2	C1_ABR	Compuerta 1 Abriendo	writing
%M0000.3	C1_CER	Compuerta 1 Cerrando	
%M0000.4	C2_ABR	Compuerta 2 Abriendo	
%M0000.5	C2_CER	Compuerta 2 Cerrando	
%M0000.6	CE_A_D	Entradas Analógicas Cargadas y Convertidas a BCD	
%M0000.7	HIDRAU	Sistema Hidráulico Funcionando	
%M0000.8	HIDRAU1	Sistema Hidráulico Funcionando	
%M0000.9	C_TER	Cuenta Terminada sin Terminar Sacar Agua	
%M0000.a	C_TER1	Cuenta Terminada sin Terminar Sacar Agua	
%M0001	CON_BOM	Tiempo de Funcionamiento de Bombas	
%M0002	SUMA	Suma	
%M0003	UNOS	Un UNO para Alternar Bombas	writing
%M0003.0	UNO	Uno	writing

## **Anexo 1 Sistema de comunicación**

De acuerdo con el esquema general del Sistema de Control de Pejibaye y Tapantí de la figura 3, es notorio que el Sistema de Comunicación es un elemento primordial para el funcionamiento total del Sistema, debido a que es el encargado de que la comunicación entre la Estación Central y las Unidad Terminal Remota se lleve a cabo. Por esto es conveniente citar algunas generalidades sobre medios de transmisión y los problemas que se pueden presentar al utilizarlos.

### *Distorsiones en un sistema de comunicaciones*

Un sistema de comunicaciones generalmente esta compuesto por tres elementos: un transmisor, un medio de transmisión (a través del cual la información se transmite) y un receptor.

El receptor debe producir a su salida la información de entrada lo más fiel posible, pero cuando las señales atraviesan el medio de transmisión se distorsionan, debido a la aparición de señales de interferencia y ruido.

El hecho de que los errores se presentan es evidente: el ruido aparece siempre en cualquier sistema.

Debido a las distorsiones el espectro de la señal transmitida puede sufrir alteraciones ya sea de amplitud o fase, o también pueden aparecer nuevas frecuencias diferentes a las del espectro original.

En general, un sistema de transmisión está definido por constantes de atenuación y distorsión. Con relación a su causa, las distorsiones se clasifican en: Lineales y no lineales. Las distorsiones lineales se subdividen en distorsiones por atenuación y fase.

Algunos elementos que aseguran una buena comunicación son los siguientes:

- a. Un buen aislamiento.
- b. La no-utilización de equipo defectuoso.
- c. Un ajuste en la relación señal-ruído.
- d. La correcta escogencia del medio físico de transmisión y la velocidad de transmisión.

#### *Medios de transmisión*

El medio de transmisión se define como la facilidad física utilizada para interconectar estaciones de trabajo y dispositivos, para crear una red que transporte mensajes entre los mismos.

La selección del medio depende de aspectos importantes que se deben tomar en cuenta, tales como:

- a. Tipo de ambiente donde se va a instalar (ambientes ruidosos, instalación a la intemperie, subterráneo, etc.),
- b. Tipo de equipo a usar.
- c. Tipo de aplicación y requerimientos.
- d. Capacidad económica (limitación por presupuesto).

## Anexo 2 Descripción de los códigos de protección NEMA e IP

**Tabla A.4** Descripción de las normas NEMA.

NEMA	Uso	Especificaciones
1	Interno	Protegido contra contacto accidental de personas y suciedad.
2	Interno	Protegido contra suciedad, líquidos y luz.
3	Externo	Protegido contra lluvia, nieve, polvo y suciedad.
3S	Externo	Protegido contra lluvia, nieve, polvo suciedad y nieve acumulada.
4	Interno/Externo	Protegido contra suciedad, polvo y aguanieve.
4X	Interno/Externo	Protegido contra suciedad, polvo, aguanieve y corrosión.
6	Interno/Externo	Protegido contra suciedad, polvo, aguanieve y sumersión ocasional.
6P	Interno/Externo	Protegido contra suciedad, polvo, aguanieve y sumersiones prolongadas.
7	Interno	Para uso en áreas explosivas (gases) o vapores o polvo combustible.
9	Interno	Para uso en áreas o ambientes con polvo combustible.
12	Interno	Protegido contra filtración de suciedad, polvo, luz y aceite o refrigerante.
13	Interno	Protegido contra vaporizaciones de suciedad, polvo, luz y aceite o refrigerante.

### Descripción de las Normas IEC "IP"

**Tabla A.5** Primer característica (protección contra contacto y penetración de cuerpos sólidos).

#	Descripción
0	Sin protección
1	Protegido contra cuerpos mayores a 50mm
2	Protegido contra cuerpos mayores a 12mm
3	Protegido contra cuerpos mayores a 2,5mm
4	Protegido contra cuerpos mayores a 1,0mm
5	Protegido contra polvo
6	Protegido contra polvo firme

**Tabla A.6** Segunda característica (protección contra contacto y penetración de líquidos)

#	Descripción
0	Sin protección
1	Protección contra salpicaciones de agua
2	Protección contra salpicaciones de agua que sobrepasan 15°
3	Protección contra vapor de agua
4	Protección contra agua salpicando
5	Protección contra chorros de agua
6	Protección contra fuertes olas
7	Protección contra efecto de inmersión
8	Protección contra submersión

Anexo 3 Documentos de la solicitud de suministros N°3604-0407-2000

**SIEMENS**

Señores  
Instituto Costarricense de Electricidad  
Dirección de Proveeduría  
Sector Energía  
Presente

**Nuestra referencia**  
11-0-2158/AA/mab

**Fecha**  
28.07.00

Asunto: Contratación Directa Local No. 63157-E.  
Solicitud No. 3604-0407-00  
Adquisición: Sistema de monitoreo.  
Fecha de apertura: 28 de julio del 2000 a las 13.00 horas.

Estimados señores:

**1- Condiciones Generales:**

Siemens S. A. tiene el gusto de presentar su oferta en original y copia.

**Plazo de entrega:** 4-5 semanas, después de recibida la orden de compra.

**Precio:** En dólares estadounidenses en bodega del ICE en Colima Tíbas, más impuesto de venta.

**Forma de pago:** Crédito a 30 días.

**Validez de la oferta:** 30 días, a partir de esta fecha, después de este tiempo se entiende sin compromiso.

**Garantía del material:** Será de 12 meses a partir de la entrega del material.

**Cédula Jurídica de Siemens S.A.:** 3-101-005831-29

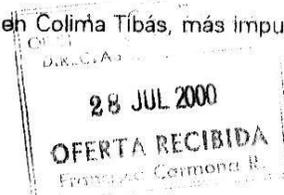
**Dirección:** 200 metros este de la Plaza de Deportes en La Uruca

**Teléfono:** 287-5111

Siemens S.A.

San José, Costa Rica  
Apartado 10022-1000  
San José

Tel: 287-5050  
Fax: 221-5050



Centro de Generación RIOCAT  
S. A. M. I. B. I. S. T. R. O. S.

28 JUL 2000

RECIBIDO

# SIEMENS

## -2- Oferta 11-0-2158

Declaramos bajo juramento no encontrarnos sujetos a ninguna de las causales de prohibición de contratar con la Administración y que no nos alcanza ninguna de las prohibiciones que prevé el Artículo 22 de la Ley de Contratación Administrativa.

Declaramos bajo juramento que nos encontramos al día en el pago de los impuestos, cumpliendo así con el Artículo N° 53 del Reglamento de Contratación Administrativa, y en el pago de las cuotas obrero-patronales de la C.C.S.S.

### 2 -Alcance de suministro:

POS.	CANT.	DESCRIPCION
------	-------	-------------

#### 1. CPU

1.1 1 CPU 315-2DP: Puerto PROFIBUS DP integrado  
**6ES7 315-2AF03-0AB0**

**PRECIO UNITARIO: \$1,486.00**

1.2 1 Perfil de soporte de 530 mm  
**6ES7 390-1AF30-0AA0**

**PRECIO UNITARIO: \$33.00**

1.3 1 Tarjeta de memoria Flash EPROM 32 KB  
**6ES7 951-0KE00-0AA0**

**PRECIO UNITARIO: \$128.00**

1.4 1 Batería de respaldo, tipo AA, 3.4 V @ 1 Ah  
**6ES7 971-1AA00-0AA0**

**PRECIO UNITARIO: \$14.00**

1.5 1 Conector de red PROFIBUS para PLC y PC  
**6ES7 972-0BB11-0XA0**

**PRECIO UNITARIO: \$54.00**



#### 2. SOFTWARE

2.1 1 Software STEP 7-mini, incl. documentación electrónica (formato PDF) incluye los ítem 2.2 y 2.3  
**6ES7 810-3CC04-0YX0**

Siemens S.A.

San José, Costa Rica  
Apartado 10022-1000  
San José

Tel: 287-5050  
Fax: 221-5050

# SIEMENS

-3- Oferta 11-0-2158

POS.	CANT.	DESCRIPCION
------	-------	-------------

**PRECIO UNITARIO: \$608.00**

### Documentación opcional impresa(recomendada)

2.2 1 Documentación básica STEP 7 en español  
**6ES7810-4CA04-8DA0**

**PRECIO UNITARIO: \$84.00**

2.3 1 Manuales de referencia STEP 7 en español  
**6ES7 810-4CA04-8DR0**

**PRECIO UNITARIO: \$144.00**

### 3. ACCESORIOS DEL PLC

3.1 1 Fuente SITOP 2. Salida 24 V DC, 2 A  
**6EP1 331-1SL11**

**PRECIO UNITARIO: \$119.00**

3.2 1 Módulo de entradas digitales 16 x 24 V DC  
(incluye conector frontal)  
**6ES7 321-1BH01-0AA0**

**PRECIO UNITARIO: \$193.00**

3.3 1 Módulo de salidas digitales 16 x relés  
(incluye conector frontal)  
**6ES7 322-1HH00-0AA0**

**PRECIO UNITARIO: \$348.00**



### 4. MODULO ANALOGICO Y ACC. (para instalación descentralizada)

4.1 1 Bloque de 4 entradas analógicas para tensión o corriente en múltiples rangos de medida  
**6ES7 134-0HF01-0XB0**

**PRECIO UNITARIO: \$580.00**

Siemens S.A.

San José, Costa Rica  
Apartado 10022-1000  
San José

Tel: 287-5050  
Fax: 221-5050

# SIEMENS

## -4- Oferta 11-0-2158

POS.	CANT.	DESCRIPCION
------	-------	-------------

4.2 1 Bornera para bloque de ítem 4.1  
**6ES7 193-0CD40-0XA0**

**PRECIO UNITARIO: \$74.00**

4.3 1 Fuente LOGO!Power. Salida 24 V DC, 1.3 A  
**6EP1 331-1SH01**

**PRECIO UNITARIO: \$37.00**

4.4 1 Conector de red PROFIBUS para PLC y PC  
**6ES7 972-0BB11-0XA0**

**PRECIO UNITARIO: \$54.00**

### 5. PANEL DE OPERADOR TOUCH SCREEN

5.1 1 Panel TP27-6, tipo "touch screen" de 5.7" 8 colores, display tipo STN  
**6AV3 627-1QK00-0AX0**

**PRECIO UNITARIO: \$2,095.00**

4.3 1 Set de configuración de para panel TP 27-6  
**6AV6 573-1CA05-2AE0**

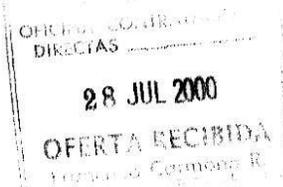
**PRECIO UNITARIO: \$1,166.00**

4.3 1 Fuente LOGO!Power. Salida 24 V DC, 1.3 A  
**6EP1 331-1SH01**

**PRECIO UNITARIO: \$37.00**

4.4 1 Conector de red PROFIBUS para OP  
**6GK1500-0EA02**

**PRECIO UNITARIO: \$54.00**



### 6. FUENTES DE PODER

6.1 2 Fuente LOGO! Power. Salida 24 V DC, 2.5 A  
**6EP1 332-1SH41**  
Características:

Siemens S.A.

San José, Costa Rica  
Apartado 10022-1000  
San José

Tel: 287-5050  
Fax: 221-5050

# SIEMENS

-5- Oferta 11-0-2158

POS.	CANT.	DESCRIPCION
		- Voltaje de operación de 84 a 264 V AC - No requiere accesorio de montaje
		<b>PRECIO UNITARIO: \$56.00</b>
		<b>TOTAL: \$112.00</b>

## 7. TRANSMISOR DE POSICIÓN PARA COMPUERTA

7.1	1	Sensor BERO ultrasónico <b>3RG6114-3BF00</b> - Rango de sensado de 60 a 600 cm - Salida analógica de 4 a 20 mA - 1 x N.O - incluye conector - la conexión del sensor al módulo analógico del ítem 4 es a través de un cable de control de 5 hilos
		<b>PRECIO UNITARIO: \$713.00</b>

## 8. AISLADOR DE SEÑAL

8.1	2	Aisladores de señal de entrada 0/4 a 20 mA salida 0/4 a 20 mA. El sensor consta de un canal de entrada y uno de salida.
		<b>PRECIO UNITARIO: \$184.00</b>
		<b>TOTAL: \$368.00</b>

## 9. CONVERTIDORES (REPETIDORES)

9.1	3	Repetidor PROFIBUS RS-485 <b>6ES7 972-0AA01-0XA0</b> - Se usa un repetidor para extender la longitud - Cada repetidor requiere alimentación de 24 V DC - El repetidor funciona además como aislante entre segmentos
		<b>PRECIO UNITARIO: \$331.00</b>
		<b>TOTAL: \$993.00</b>
9.2	3	Fuente LOGO!Power. Salida 24 V DC, 1.3 A <b>6EP1 331-1SH01</b>
		<b>PRECIO UNITARIO: \$37.00</b>
		<b>TOTAL: \$111.00</b>



Siemens S.A.

San José, Costa Rica  
Apartado 10022-1000  
San José

Tel: 287-5050  
Fax: 221-5050

# SIEMENS

-6- Oferta 11-0-2158

POS.	CANT.	DESCRIPCION
------	-------	-------------

## 10. CONVERTIDOR RS-485 PARA PC(tipo lap top)

10.1 1 CP 5511 tipo PCMCIA  
- Conexión de una lap top a la red PROFIBUS  
**6GK1 551-1AA00**

**PRECIO UNITARIO: \$811.00**

## 11. CABLE DE RED PROFIBUS

11.1 3000 Cable de red de 2 pares con pantalla  
**6XV1 830-0AH10**

**PRECIO UNITARIO: \$2.36**

**TOTAL:**

**\$ 7,080.00**

## 12. GABINETE

12.1 1 Gabinete GT-2 sin armar

**PRECIO UNITARIO: \$143.00**

**PRECIO TOTAL OFERTA SIN I. V.:**

**\$ 17,639.00**

**13% IMPUESTO DE VENTAS:**

**2,293.07**

**PRECIO TOTAL OFERTA I.V.I.:**

**\$ 19,932.07**

**(Diecinueve mil novecientos treinta y dos dólares 07/100)**

### Aclaraciones de la oferta:

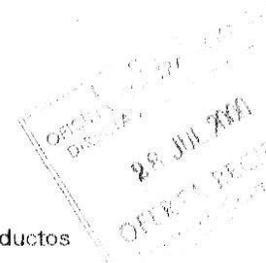
- Con la adquisición de la totalidad de este equipo, SIEMENS S.A. ofrece una capacitación para un máximo de 4 personas en el uso y programación del equipo Simatic. El curso se dará en las instalaciones de SIEMENS en la Uruca.
- Se ofrece una red de campo estándar y abierta, para comunicación entre el PLC, el panel de operador y la regleta distribuida (conexión del sensor ultrasónico).

Atentamente,

**Siemens S.A.**  
**Division Industria**

René Villalobos  
Subgerente Div. Comercial

Ing. Carlos Rodriguez  
Subgerente Técnico de Productos



Siemens S.A.

San José, Costa Rica  
Apartado 10022-1000  
San José

Tel.: 287-5050  
Fax: 221 5050

**MATEX**

SED. JURIDICA 3-101-017337-21  
AVE. 4, CALLE 22

**MATERIALES EXCLUSIVOS, S.A**

28 de Julio de 2000

Instituto Costarricense de Electricidad  
Dirección de Proveeduría  
Sector Energía  
S.O.

Asunto: Contratación Directa Local # 63157-E  
Solicitud 3604-0407-00 Centro de Generación RIOCAT  
Vence: 28/07/00 SUMINISTROS  
Hora: 1:00 p.m.



9 AGO 2000

Estimado señores:

Seguidamente tenemos el gusto de presentarle a usted nuestra oferta para la compra directa arriba mencionada.

Item	Cant.	c/u	Descripción
01	1	c/u	Controlador programable (PLC) modelo COMPACT 984-120v, memoria 4K, 256 entrada/ salidas, un puerto de comunicaciones Modbus, marca MODICON, referencia PC-A984-130.
	1	c/u	Software de programación Modsoft Lite para controlador programable 984-120 Compact.(Incluye manual de programación).
	1	c/u	Fuente de poder COMPACT 984, entrada 105...240VAC, salida 24DC capacidad 1A, marca MODICON, referencia AS-P120-000.
	1	c/u	Modulo de 16 entradas discretas aisladas a 12-60VDC, marca MODICON, referencia AS-BDEP-214.
	2	c/u	Modulo de 8 salidas de rele a 2A, 24-110VDC/24-230VAC, marca MODICON, referencia AS-BDAP-208
	1	c/u	Modulo de 4 entradas analógicas +/-10V, +/-20mA, resolución 12 bits + signo, marca MODICON, referencia AS-BABU-205.

- 1 c/u Bastidor primario COMPACT para CPU y 3 modulos E/S, marca MODICON, referencia AS-HDTA-200.
  - 1 c/u Bastidor secundario COMPACT para 2 modulos E/S, marca MODICON, referencia AS-HDTA-202.
  - 1 c/u Interfase de operación tipo "touch-screen" MAGELIS, pantalla a colores de 5.7' capacidad de gráficos. 256 colores, alimentación 24VDC, marca TELEMECANIQUE referencia XBT-F032110.
  - 2 c/u Fuente de poder 115VAC, salida 24VDC/2.5A, marca TELEMECANIQUE referencia ABL-6RE-2402G.
  - 1 c/u Paquete de software de desarrollo(alfanumérico y gráfico) para interfases de operador MAGELIS, para Windows 95 o Windows NT, incluye documentación en español cable de conexión PC/MAGELIS, convertidor 25 pines/ 9 pines y varios protocolos de Comunicación, marca TELEMECANIQUE Rreferencia XBT-L1004S
  - 1 c/u Cable de conexión de interfase de operación MAGELIS a PLC MODICON COMPACT 984 con convertidor, 2.5m de largo marca TELEMECANIQUE referencia XBT-Z9710.
  - 3000 m Cable beldín 3 pares calibre 22 modelo # 8777. En tramos de 305m para manejar el PLC cotizado.
  - 1 c/u Gabinete metálico con fondo falso para PLC cotizado. Catálogo CRH75200 marca Square D.
- Dimensiones:  
70x50x20cm

I. C. E.  
OFICINA CONTRATACION  
28 JUL 2000  
OFERTA RECIBIDA  
Francisco Carmona R.

P. Unitario ¢ 3.633.996.45  
P. Total ¢ 3.633.996.45

Subtotal ¢ 3.633.996.45  
13% I.V. 472.419.55  
Total ¢ 4.106.416.00

Centro de Generación RIOCAT  
SUMINISTROS

28 JUL 2000

**RECIBIDO**

CED. JURIDICA 3-101-017337-21  
AVE. 4, CALLE 22

**MATEX**

MATERIALES EXCLUSIVOS. S A

**Valor en letras:** Cuatro millones cuatrocientos seis mil cuatrocientos dieciseis colones con 00/100.

**Vigencia:** 30 días naturales a partir del 28/07/00.

**Entrega:** 6 semanas a partir del recibo de la correspondiente orden de compra en bodegas I.C.E. Planta Río Macho, Cartago.

**Forma de pago:** Usual del I.C.E.

**Nota:** El PLC cotizado no incluye la programación.

**Garantía:** 18 meses a partir de la fecha de facturación o 12 meses después de la puesta en operación del equipo, esta garantía es contra desperfectos de Fabrica.

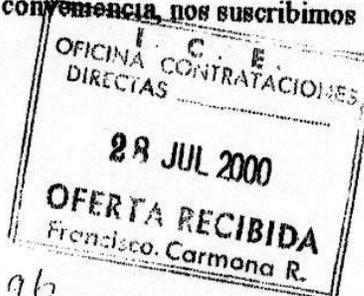
**Declaramos bajo fe de juramento:**

1. Nos encontramos al día con el pago de las cuotas obrero patronales de la Caja Costarricense de Seguro Social, de salir adjudicados presentaremos certificado original.

Esperando que nuestra oferta sea de su conveniencia, nos suscribimos

Atentamente,

MATERIALES EXCLUSIVOS, S.A.



Gerardo E. Hernández C. 3  
Representante de Ventas.

6227-196

Centro de Generación RIOCAT  
SUMINISTROS

9 AGO 2000

RECIBIDO

GED. JURIDICA 3-101-017337-21  
AVE. 4, CALLE 22

**MATEX**

MATERIALES EXCLUSIVOS, S. A.



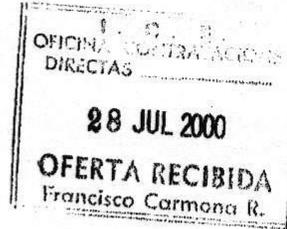
# Sistemas de Potencia de Centro América S.A.

Representaciones Técnicas

SPC

28 de julio del 2000

Señores  
Departamento de Proveeduría  
INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD  
REF. CONTRATACION DIRECTA LOCAL 63157- E (SPC 267-2000)  
Presente



Estimados señores:

De acuerdo a su solicitud nosotros SISTEMAS DE POTENCIA DE CENTROAMERICA SPC S.A., cédula jurídica 3-101-172698, teléfono 286-1010, fax 227-1010, con domicilio en San Francisco de Dos Rios, Apartado 1111 San José 1011, nos permitimos presentar la siguiente oferta:

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	
1	1	Controlador PLC, marca ALTUS modelo QK801, con CPU 512 I/O con capacidad de memoria de 128 KRAM + 128K FLASH con las siguientes características técnicas, que incluye:	
1.1	1	Módulo de 32 entradas digitales modelo QK1130, optoacopladas para 24VDC	
1.2	1	Módulo de 16 salidas digitales modelo QK1224	
1.3	16	Acoplador de relé	
1.4	1	Módulo de 8 entradas analógicas modelo QK1119 no aisladas, 12 BITS	
1.5	4	Convertidor RS-232/RS-485 modelo AL-1413	
1.6	1	Riel y accesorios para montaje de 4 módulos y CPU	
1.7	1	Manual de usuario del PLC. Aislador de señal Un programa (software) para el PLC	
2	1	Fuente para módulos analógicos	
3	1	Interfase de operador tipo "touch screen"	
4	2	Fuentes de poder de 120VAC/24VDC	
5	1	Cable de conexión entre el transmisor y el PLC	
6	3000m	Cable 4 pares con pantalla	
7	1	Panel con accesorios	
PRECIO TOTAL SIN INCLUIR IMPUESTO DE VENTAS (ITEMS 1-7)			US\$11,250.00
8	1	Transmisor de posición para compuerta	US\$ 1,500.00
PRECIO TOTAL SIN INCLUIR IMPUESTO DE VENTAS (ITEMS 1-8)			US\$12,750.00
IMPUESTO DE VENTAS			US\$ 1,657.50
TOTAL ITEMS 1A 8 ALMACEN PLANTA RIO MACHO I.V.I.			US\$14,407.50

Tiempo de entrega: 45 días Almacén Planta Río Macho contado a partir de la recepción de la orden de compra

Forma de pago: Efectivo a 30 días, una vez recibida la mercadería en bodegas del ICE.

Validez de la oferta: 30 días, contados a partir de esta fecha.

NOTA: Declaramos bajo la fé de juramento que nos encontramos al día en el pago de nuestras obligaciones con la CCSS. Generación RIOCAT SUMINISTROS

Esperando que esta oferta sea de su agrado se suscribe atentamente.

*Ronald Duarte*  
LIC. RONALD DUARTE  
GERENTE ADMINISTRATIVO

9 AGO 2000

RECIBIDO

TELEFONO: (506) 286-1010 FAX: (506) 227-1010 E-MAIL: sistpot@racsa.co.cr  
APDO. POSTAL 1111-1011 San José, Costa Rica, América Central